ELECTRICITY, MAGNETISM AND ELECTRONICS (DSPHY31) (BSC PHYSICS - III)

ACHARYA NAGARJUNA UNIVERSITY

CENTRE FOR DISTANCE EDUCATION

NAGARJUNA NAGAR,

GUNTUR

ANDHRA PRADESH

B.Sc., Physics III Year
Paper – III – (Electricity, Magnetism and Electronics)

UNIT – I

1. Electrostatics
Gauss law and its applications, electric field due to an infinite conducting sheet of chare, uniformly charged sphere and charged cylindrical conductors mechanical force on a charged conductor, electric potential, potential due to charged spherical conductor, and electric dipole and an infinite line of charge.

2. Dielectrics
An atomic view, potential energy of a dipole in an electric field, polarization and charge density, dielectrics and Gauss's law – Relation between D.E and P – Dielectric constant and suspectibility, Boundary conditions at the dielectric surface.

3. Capacitance
Capacity of concentric spheres and cylindrical condenser, capacity or parallel plate condenser with and without dielectric – electric energy stored by a charged condenser force between plates of condenser, attracted disc electrometer constriction and working.

UNIT – II

1. Magnetostatics
Magnetic shall – potential due to magnetic shell –field due magnetic shell – equivalent of electric circuit and magnetic shell – application of field due to magnetic shell – magnetic induction (B) and field (H) – permeability and susceptibility – Hysteresis loop

2. Moving charge in electric and magnetic fields
Hall effect, cyclotron, synchrocyclotron and synchrotron – force on a current carrying conductor, force and torque on current loop – Biot – Savart's law and calculation of B due to long straight wire, circular a current loop and solenoid.

3. Electromagnetic induction
Farady's law – Lenz's law – expression for induced emf – electromotive force – time varying magnetic fields – Betatran – Ballistic galvanometer – theory – damping correction – self and mutual inductance, coefficient of coupling, calculation self inductance of along solenoid – toroid – energy stored in magnet in field principles of transformer.

UNIT – III

1. Varying and alternating currents
CR circuits, LR circuits, growth and decay of currents, LCR circuit, critical damping – alternating current, relation between current and voltage in pure RC and L-Vector diagrams LCR circuit power factor, series and parallel reosnant circuit – Q – Factor.

2. Maxwell's equations and electromagnetic wave
A review of basic laws of electricity and magnetism – displacement current – Maxwell's equations in differential from Maxwell's wave equation. Plane electromagnetic waves –

Transverse nature of electromagnetic waves, poynting theorem, production of electromagnetic waves (Hertz experiment).

UNIT – IV

1. Semi – conductor devices

Band theory of solids (qualitative) – Intrinsic and extrinsic semi conductors – continuity equation – P – N junction diode, zener diode, Half wave and full wave rectifiers and filters, ripple factor (quantitative) – PNP and NPN transistors. Current components CB, CE, CC configurations, transistor hybrid parameters – determination of hybrid parameters from transistor characterization – transistor as an amplifier – concept of negative feed back and positive feed back and positive feed back - Barkhausen condition, phase shift oscillator (qualitative)

2. Digital principles

Binary arithmetic, logic gates using discrete components universal gates – truth tables half and full adders – De Morgan's theorems – statement and proof.

Reference Books :

1.	Physics, Vol . II	Halliday and Resnik
2.	Electricity	Berketey physics series
3.	Electronic devices and circuits	Milliman and 1 lalkies
4.	Electricity and Electronics	Taya
5.	Electricity and Magnetism	Brijlal and Subrahmanavam
6.	Electricity and Magnetism	C.M. Smith
7.	Digital Electronics	Malvino
8.	Electricity magnetism and Electronics	K.K. Tewari (R.Chand)
9.	Third Year Physics Telugu Academi	

B.Sc. IIIrd Year – Paper – III : Practical Syllabus

1. Carey Foster's Bridge – Comparison of resistance
2. Internal resistance of a cell by potentiometer
3. Figure of merit of a moving coil galvanometer
4. Voltage sensitivity of a moving coil galvanometer
5. RC Circuit (frequency response)
6. LR circuit (frequency response)
7. LCR circuit series / parallel resonance, Q-factor .
8. Power factor of an A.C. Circuit
9. Determination of ac-frequency – sonometer.
10. Design and construction of multimeter.
11. Construction of a model D.C. power supply
12. Characteristics of a junction diode
13. Characteristics of Transistor
14. Characteristics of Zener diode
15. Verification of Kirchholf's laws.

ACHARYA NAGARJUNA UNIVERSITY
CENTRE FOR DISTANCE EDUCATION
B.Sc.III YEAR: SYLLABUS

B.Sc., Physics III Year
Paper – III – (Electricity, Magnetism and Electronics)
(For Maths Combination)

UNIT – I

1. Electrostatics

Gauss law and its applications, electric field due to an infinite conducting sheet of chare, uniformly charged sphere and charged cylindrical conductors mechanical force on a charged conductor, electric potential, potential due to charged spherical conductor, and electric dipole and an infinite line of charge.

2. Dielectrics

An atomic view, potential energy of a dipole in an electric field, polarization and charge density, dielectrics and Gauss's law – Relation between D.E and P – Dielectric constant and suspectibility, Boundary conditions at the dielectric surface.

3. Capacitance

Capacity of concentric spheres and cylindrical condenser, capacity or parallel plate condenser with and without dielectric – electric energy stored by a charged condenser force between plates of condenser, attracted disc electrometer constriction and working.

UNIT – II

1. Magnetostatics

Magnetic shall – potential due to magnetic shell –field due magnetic shell – equivalent of electric circuit and magnetic shell – application of field due to magnetic shell – magnetic induction (B) and field (H) – permeability and susceptibility – Hysteresis loop

2. Moving charge in electric and magnetic fields

Hall effect, cyclotron, synchrocyclotron and synchrotron – force on a current carrying conductor, force and torque on current loop – Biot – Savart's law and calculation of B due to long straight wire, circular a current loop and solenoid.

3. Electromagnetic induction

Farady's law – Lenz's law – expression for induced emf – electromotive force – time varying magnetic fields – Betatran – Ballistic galvanometer – theory – damping correction – self and mutual inductance, coefficient of coupling, calculation self inductance of along solenoid – toroid – energy stored in magnet in field principles of transformer.

UNIT – III

1. Varying and alternating currents

CR circuits, LR circuits, growth and decay of currents, LCR circuit, critical damping – alternating current, relation between current and voltage in pure RC and L-Vector diagrams LCR circuit power factor, series and parallel reosnant circuit – Q – Factor.

2. Maxwell's equations and electromagnetic wave

A review of basic laws of electricity and magnetism – displacement current – Maxwell's equations in differential from Maxwell's wave equation. Plane

electromagnetic waves – Transverse nature of electromagnetic waves, poynting theorem, production of electromagnetic waves (Hertz experiment).

UNIT – IV

1. Semi – conductor devices

Band theory of solids (qualitative) – Intrinsic and extrinsic semi conductors – continuity equation – P – N junction diode, zener diode, Half wave and full wave rectifiers and filters, ripple factor (quantitative) – PNP and NPN transistors. Current components CB, CE, CC configurations, transistor hybrid parameters – determination of hybrid parameters from transistor characterization – transistor as an amplifier – concept of negative feed back and positive feed back and positive feed back - Barkhausen condition, phase shift oscillator (qualitative)

2. Digital principles

Binary arithmetic, logic gates using discrete components universal gates – truth tables half and full adders – De Morgan's theorems – statement and proof.

Reference Books :

1. Physics, Vol . II — Halliday and Resnik
2. Electricity — Berketey physics series
3. Electronic devices and circuits — Milliman and 1 lalkies
4. Electricity and Electronics — Taya
5. Electricity and Magnetism — Brijlal and Subrahmanavam
6. Electricity and Magnetism — C.M. Smith
7. Digital Electronics — Malvino
8. Electricity magnetism and Electronics — K.K. Tewari (R.Chand)
9. Third Year Physics Telugu Academi

B.Sc. IIIrd Year – Paper – III

1. Carey Foster's Bridge – Comparision of resistance
2. Internal resistance of a cell by potentiometer
3. Figure of merit of a moving coil galvanometer
4. Voltage sensitivity of a moving coil galvanometer
5. RC Circuit (frequency response)
6. LR circuit (frequency response)
7. LCR circuit series / parallel resonance, Q-factor
8. Power factor of an A.C. Circuit
9. Determination of ac-frequency – sonometer.
10. Design and construction of multimeter.
11. Construction of a model D.C. power supply
12. Characteristics of a junction diode
13. Characteristics of Transistor
14. Characteristics of Zener diode
15. Verification of Kirchholf's laws.

ACHARYA NAGARJUNA UNIVERSITY
CENTRE FOR DISTANCE EDUCATION
B.Sc. II YEAR: MODEL QUESTION PAPER

Part II — Physics

Paper III — ELECTRICITY, MAGNETISM AND ELECTRONICS

(For Mathematics Students)

Time : Three hours — Maximum : 100 marks

PART A — (2 × 15 = 30 marks)

Answer any TWO questions.

1. State and prove Gauss law in electrostatics. Derive Coulombs law from Gauss law.

   స్థిర విద్యుత్ శాస్త్ర మందలి గాస్ సూత్రమును తెలిపి, నిరూపించుము. గాస్ సూత్రము నుండి కూలూంబ్ సూత్రమును రాబట్టుము.

2. Define D, E and P in dielectrics and get a relation between them. Explain the atomic view of the dielectric behaviour.

   రోధకాలలో D, E, P అను నిర్వచించి, వాటి మధ్య సంబంధాన్ని రాబట్టండి. రోధక ప్రవర్తన పరమాణు దృష్టితో వివరించండి.

3. What is Hysteresis? How hysteresis loop can be obtained? Derive loss of energy in hysteresis loop.

   హిస్టిరిసిస్ అనగానేమి? హిస్టిరిసిస్ వక్రమును ఏ విధముగా రాబట్టవచ్చును? హిస్టిరిస్ వక్రములో వృధాపరచు శక్తికి సమీకరణమును ఉత్పాదించండి.

4. Explain Biot-Savart's law. Calculate the magnetic induction (B) due to long straight wire.

   బయోట్-సవార్ట్ నియమాన్ని వివరించండి. విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న తిన్నని తీగ వలన ఏర్పడే అయస్కాంత ప్రేరణ (B) ను రాబట్టండి.

PART B — (2 × 15 = 30 marks)

Answer any TWO questions.

5. Describe the behaviour of L–C–R series circuit when A.C. voltage is applied. Obtain the condition for resonance of this circuit.

   ఒక శ్రేణి L–C–R వలయమునకు ఏకాంతర వోల్టేజిని అనువర్తింపచేసినపుడు, ఆ వలయం యొక్క ప్రవర్తనను వర్ణింపుము. ఈ వలయము అనునాదం పొందుటకు నిబంధనను వివరింపుము.

6. Explain displacement current. Derive an expression for the propagation of energy of electromagnetic waves.

   స్థానభ్రంశ విద్యుత్ ప్రవాహము అనగానేమి? విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగాల ద్వారా ప్రసారమయ్యే శక్తికి సమీకరణాన్ని రాబట్టుము.

7. Write circuit diagram of phase shift oscillator. Describe its working. Write down the equations for frequency and sustained oscillations.

దశ విస్థాపక డోలకము యొక్క వలయమును గీసి, అది పనిచేయు విధానమును వర్ణించుము. పౌనఃపున్యమునకు మరియు సంపోషక డోలనములకు సంబంధించిన సమీకరణాలు వ్రాయుము.

8. State and prove De Morgan's theorem with examples.

డీమార్గన్ సిద్ధాంతము తెలిపి నిరూపించండి. కొన్ని ఉదాహరణలతో చూపండి.

PART C — ($5 \times 4 = 20$ marks)

Answer any FIVE questions.

9. Explain briefly equipotential surfaces.

సమ విద్యుత్ పొటెన్షియల్ తలాల గూర్చి వివరింపుము.

10. What is self inductance? What is its unit in S.I. system?

స్వయం ప్రేరకత్వమనగానేమి? S.I. పద్ధతిలో దాని ప్రమాణమేమి?

11. Write down the Maxwell's equations in differential form.

మాక్స్‌వెల్ సమీకరణాలను అవకలనరూపములో వ్రాయుము.

12. State and explain Hall effect.

హాల్ ఫలితమును తెలిపి నిరూపించుము.

13. What is a 'Q' factor? What is its significance?

Q-కారకము అనగానేమి? దాని ప్రాముఖ్యత ఏమి?

14. Write a note on C.E. configuration of a p–n–p transistor.

p–n–p ట్రాన్సిస్టరునకు ఉమ్మడి ఎమిటర్ వలయములో ఉన్నపుడు గల ధర్మాలపై లఘువ్యాఖ్య వ్రాయుము.

15. Explain how transistor acts as an amplifier.

ట్రాన్సిస్టర్ వర్ధకముగా ఎట్లు పనిచేయునో వివరింపుము.

16. Describe the construction of a transformer.

ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ నిర్మాణమును వర్ణించండి.

PART D — ($4 \times 5 = 20$ marks)

Answer any FOUR questions.

17. What is the magnetic energy stored in a uniform magnetic field of induction 1 Tesla in a volume of 10^{-3} m^3?

10^{-3} m^3 ఘనపరిమాణము గల ఏకరీతి అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర విలువ 1 టెస్లా అయినపుడు దానిలో దాగివున్న శక్తి ఎంత?

18. A circuit contains a capacitor of 420 pF. What should be the value of the inductance in the circuit to tune it to a station of frequency 1020 kcps?

ఒక వలయంలో కెపాసిటర్ విలువ 420 pF. 1020 kcps పౌనఃపున్యం గల స్టేషన్ పౌనఃపున్యముతో అనునాదం పొందవలెనంటే, ఆ వలయంలో ఉంచవలసిన ఇండక్టెన్స్ విలువ ఎంత?

19. Find the electric potential on the surface of a gold nucleus. The radius of the nucleus is 6.6×10^{-16} m and Z = 79.

AU కేంద్రకము యొక్క వ్యాసార్థము 6.6×10^{-16} m మరియు Z = 79 కేంద్రకపు ఉపరితలముపైన విద్యుత్ పొటన్షియల్‌ను లెక్కించుము.

20. Calculate the intensity of the magnetic field at the centre of a circular coil of radius 20 cm and 40 turns having a current of 2 A in it.

20 cm వ్యాసార్థము, 40 చుట్లు గల తీగ చుట్టలో 2 A విద్యుత్ ప్రవాహము ఉన్నప్పుడు దానికేంద్రం వద్ద అయస్కాంత క్షేత్ర తీవ్రతను లెక్కించండి.

21. An inductance of 100 mH and a resistance of 10 Ω are connected in series to 200 V at 50 Hz AC mains. Calculate the current and the phase lag.

100 mH ప్రేరకము మరియు 10 Ω నిరోధము శ్రేణిలో 50 Hz AC mains వద్ద 200 V కు కలుపబడినది. విద్యుత్ప్రవాహమును, దశ విలంబమును లెక్కించుము.

22. If the forward current amplification of a transistor in CB configuration is 0.98. Calculate the same in CE configuration.

ట్రాన్సిస్టర్ CB వలయ నిర్మాణములో ఉన్నప్పుడు పురోశక్మములో వృద్ధి 0.98 అయితే CE వలయములో పురోశక్మ వృద్ధి ఎంత?

23. In a transistor base current and emitter current are 0.08 mA and 9.6 mA respectively. Calculate collector current α and β.

ఒక ట్రాన్సిస్టర్‌లో బేస్, ఎమిటరు ప్రవాహములు వరుసగా 0.08 మరియు 9.6 mA. కలెక్టరు ప్రవాహము, α మరియు β లను కనుగొనండి.

24. A germanium diode draws 40 mA with a forward bias of 0.25 V at room temperature 20°C. Calculate the reverse saturation current of diode ($K = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K).

20°C గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక జెర్మేనియం డయోడ్‌కు 0.25 V పురోశక్మం అందించినపుడు కరెంటు విలువ 40 mA. ఆ డయోడ్ యొక్క తిరోసంతృప్త కరెంటు ఎంత? ($K = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K)

విషయసూచిక

యూనిట్ - 1

1. స్థిర విద్యుత్ శాస్త్రము 1.1 - 1.28
2. విద్యుత్ పొటెన్షియల్ 2.1 - 2.17
3. రోధకములు 3.1 - 3.13
4. కెపాసిటర్స్ 4.1 - 4.11

యూనిట్ - 2

5. స్థిర అయస్కాంతత్వం 5.1 - 5.12
6. విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత క్షేత్రాలలో కదిలే విద్యుదావేశం 6.1 - 6.19
7. విద్యుదయస్కాంతత్వము 7.1 - 7.22

యూనిట్ - 3

8. కాలంతో బాటు మారే విద్యుత్ ప్రవాహములు 8.1 - 8.31
9. ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహములు 9.1 - 9.41
10. విద్యుదయస్కాంత తరంగములు మరియు మాక్స్‌వెల్ సమీకరణములు 10.1 - 10.19

యూనిట్ - 4

11. అర్ధవాహక భౌతిక శాస్త్రము 11.1 - 11.12
12. సంధి డయోడ్‌లు 12.1 - 12.39
13. ద్విధ్రువాత్మక సంధి ట్రాన్సిస్టర్లు 13.1 - 13.19
14. అంకెల వ్యవస్థ 14.1 - 14.15
15. డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ - బేసిక్ లాజిక్ ద్వారములు 15.1 - 15.19
16. డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ - అర్థమెటిక్ వలయాలు 16.1 - 16.6

UNIT-I
Lesson-1

స్థిర విద్యుత్ శాస్త్రము

మీరు ఈ పాఠ్యంశం చదివినతరువాత ఈ క్రింది విషయాల గురించి తెలుసుకుంటారు.

1) గాస్ సూత్రము మరియు దాని అనువర్తనములు.
2) విద్యుత్ ఆవేశపూరితమైన అనంత విధ్యుత్ వాహక పలక సమీపబిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతకు సమానము.
3) ఏకరీతగా విద్యుదావేశపూరితమైన గోళంవలన ఒక బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత.
4) ఏకరీతగా విద్యుదావేశపూరితమైన స్థూపం వలన ఒక బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత.
5) విద్యుదావేశపూరితమైన విద్యుత్వాహక తలముపై పనిచేసే బలమును కనుగొనుట.

పాఠ్య నిర్మాణము :

1.1. పరిచయము.
1.2 విద్యుత్ అభివాహము.
1.3 గాస్ సూత్రము
1.4 గాస్ సూత్రము యొక్క అవకలన రూపము.
1.5 గాస్ సూత్రము అనువర్తనములు.
1.5.1. ఏకరీతిగా ఆవేశపూరితమైన గోళమువలన విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత.
1.5.2. ఏకరీతిగా ఆవేశపూరితమైన స్థూపం వలన విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత.
1.5.3. అనంతమైన ఆవేశపూరితమైన వాహకపలక వలన విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత.
1.5.4. అనంతమైన ఆవేశపూరిత విద్యుత్ బందిత పలక వలన విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత.
1.6. ఆవేశ పూరిత వాహక ఉపరితలంపై పనిచేయు బలం.
1.7 గాస్ సూత్రము నుండి కులూంబు సూత్ర ఉత్పాదన.
1.8 సాధించిన సమస్యలు.
1.9 పాఠ్యసారాంశము.

1.10 ముఖ్య పదములు.
1.11 స్వయం సమాధాన ప్రశ్నలు.
1.12 లెక్కలు.
1.13 నిర్ధేశిత గ్రంధాలు.

1.1 <u>పరిచయం</u> :- నిశ్చలముగా ఉన్న విద్యుదావేశములనుగూర్చి వాటి వల్ల ఉత్పన్నమగు క్షేత్రములను గూర్చి తెలుపు శాస్త్రమును స్థిర విద్యుత్ శాస్త్రము అంటారు. ఈ పాఠములో స్థిర విద్యుదావేశములనుగూర్చి మనం తెలుసుకుంటాము.

ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంతము ప్రకారము ప్రతి పదార్ధము అణునిర్మితము ప్రతిపరమాణువులోను భారవంతమెన కేంద్రకము ఉంటుంది. ఈ కేంద్రకమునందు ధనావేశపూరిత ప్రోటాన్‌లు, తటస్థమైన న్యూట్రాన్‌లు ఉంటాయి. ధనావేశపూరితమైన ఈ క్రేంద్రకము చుట్టూ విభిన్న కక్ష్యలలో ఋణావేశపూరిత కణములైన ఎలక్ట్రాన్‌లు తిరుగుతూ ఉంటాయి. ఈ ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య కేంద్రకములో ఉన్న ప్రోటాన్‌ల సంఖ్యకు సమానము. కావున ఆవేశపరంగా పరమాణువు తటస్థంగా ఉంటుంది. ఏవైనా రెండు పదార్ధములను ఒకదానితో ఒకటి రుద్దినపుడు ఒక పదార్ధము నుండి వేరొక పదార్ధము ధనావేశాన్ని, ఎలక్ట్రాన్‌లను గ్రహించిన పదార్ధము ఋణావేశాన్ని పొందును.

ఒక గాజుకడ్డీని సిల్క్‌గుడ్డతో రుద్దినపుడు గాజు కడ్డీనందలి కొన్ని పరమాణువులు ఎలక్ట్రాన్‌లు కోల్పోవడంచేత గాజు కడ్డీ ధనావేశపూరితము అగును. గాజు కడ్డీ కోల్పోయిన ఎలక్ట్రాన్‌లను సిల్క్ గుడ్డ గ్రహించుట చేత సిల్క్ గుడ్డ అంతే పరిమాణము గల ఋణావేశం పొందును. అంటే రుద్దుట ద్వారా విద్యుదావేశమును సృష్టించలేము కాని ఒక వస్తువు నుండి మరొక వస్తువుకు ఆవేశాన్ని బదిలీ చేయగలము. అనగా విద్యుదావేశమును సృష్టించలేము, నశింపచేయలేము. దీనినే విద్యుదావేశ నిత్యత్వ నియమము అంటారు. ఈ నియమము ప్రకారము "ఒక వియుక్త వ్యవస్థ యెక్క మొత్తం విద్యుదావేశం మార్పుచెందదు".

మిల్లికాన్ తైల బిందు ప్రయోగము ద్వార విద్యుదావేశము అవిచ్ఛిన్న విలువను కలిగి ఉండదని ఒక కనీస విలువకు పూర్ణాంకపు రెట్లు ఉండునని ఋజువు చేసాడు. విద్యుదావేశకనీస విలువను "e" చే సూచిస్తారు. కావున విశ్వంలో ఏ విద్యుదావేశము అయినా "ne" విలువ కలిగి ఉండును. ఒక్కడ "n" అనేది ధనాత్మకము లేదా ఋణాత్మకమైన సంఖ్యను సూచించును. అనగా విద్యుదావేశము క్వాంటీకృతము అగును.

<u>కులూంబు సూత్రము</u> :- సాధారణ ప్రయోగాల ద్వారా సజాతి ఆవేశములు వికర్షణకు, విజాతి ఆవేశములు ఆకర్షణకు గురి అగునని తెలిసినది. అనగా రెండు విద్యుదావేశముల మధ్య బలము పనిచేయునని తెలియుచున్నది. ఈ బలాన్ని విద్యుత్ బలము అంటారు. 1785 లో కులూంబు అను శాస్త్రవేత్త కొద్ది దూరములో వేరు చేయ బడిన రెండు విద్యుదావేశముల మధ్య బల పరిమాణమును కనుగొనుటకు సూత్రమును తెలిపాడు. ఈ సూత్రము ప్రకారము రెండు విద్యుదావేశముల మధ్య ఆకర్షణ లేదా వికర్షణ బలములు

1. ఆవేశముల పరిమాణ లబ్ధమునకు అనులోమానుపాతములోను

2. ఆవేశముల మధ్య దూర వర్గమునకు విలోమానుపాతములోను ఉండునని తెలిపాడు.

దీనినే స్థిర విద్యుత్ శాస్త్రంలో "విలోమ వర్గ నియమము" అంటారు. ఈ బలము రెండు విద్యుదావేశములను కలుపు సరళరేఖ వెంబడి పని చేయును.

' r ' దూరములో వేరు చేయబడ్డ q_1, q_2 పరిమాణముగల బిందు ఆవేశముల మధ్య పని చేయు బలము F అయితే

$$F \propto q_1 \; q_2$$

$$\propto \frac{1}{r^2}$$

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \text{ లేదా } F = c \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

' c ' అనేది అనుపాత స్థిరాంకమును సూచించును.

శూన్య అంతరాళంలో ఆవేశములు ఉన్నపుడు $c = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

ε_0 అనేది శూన్యము యొక్క పెర్మిటివిటీని సూచించును.

ప్రయోగాత్మకముగా $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ $c^2/N\text{-}m^2$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ న్యూటన్ మీటర్}^2 / \text{కూలూంబు}^2$$

$$\therefore F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

ఏదైనా యానకంలో $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2}$

ε అనేది యానకము యొక్క పెర్మిటివిటీని సూచించును.

రెండు విద్యుదావేశముల మధ్య బల పరిమాణమును నిర్ణయించు యానక ధర్మమును పెర్మిటివిటీ అంటారు.

పటం (1)

Fig. (1)

<u>రోధక స్థిరాంకము (లేదా) సాపేక్ష పెర్మిటివిటీ</u> :-

యానకము యొక్క పెర్మిటివిటీకి, శూన్యయానకము పెర్మిటివిటీకి గల నిష్పత్తిని ఆయానకము యొక్క రోధక స్థిరాంకము అని అంటారు.

రోధక స్థిరాంకము $k = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$

సదిశారూపంలో కులూంబు సూత్రము $\overline{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{q_1 q_2}{r^2}\ i$

విద్యుత్ క్షేత్రము :- ఒక విద్యుదావేశము ప్రభావము దాని చుట్టూ ఎంత ప్రదేశము మేరకు పని చేస్తూందో ఆ ప్రదేశాన్ని విద్యుత్ క్షేత్రము అంటారు.

విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత :- విద్యుత్ క్షేత్రంలో ఏదైన బిందువు వద్ద ఉంచిన ఏకాంక ధనావేశము పై పని చేయు బలమును ఆ బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రతీవ్రత అంటారు.

E క్షేత్ర తీవ్రత కలిగిన విద్యుత్ క్షేత్రంలో ఒక బిందువు వద్ద ఉంచిన q_0 విద్యుదావేశం పై పని చేయు బలము F అయితే

విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $E = \frac{F}{q}$ N/C

బిందు ఆవేశం వల్ల విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత : ' O ' అనే బిందువు వద్ద +q ఆవేశము ఉన్నది అనుకొనుము. ' O ' నుండి ' r ' దూరంలో ఉన్న ' P ' బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత కనుగొనవలెను అనుకొనుము. దీని కొరకు ' P ' వద్ద q_0 శోధన ఆవేశమును ఊహించవలెను.

కులూంబు సూత్రము నుండి q_0 పై పని చేయు బలము $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q q_0}{r^2}$

$\therefore$ P వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $E = \frac{F}{q_0}$

$$a= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r^2} \text{ N/Coulomb}$$

$$E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r^2} \text{ N/Coulomb}$$

సూచన 1 ః ఆవేశాల సమూహం వల్ల విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత ః-

' O ' అనే బిందువు వద్ద $q_1, q_2, q_3, \ldots\ldots\ldots\ldots q_n$ పరిమాణం కల బిందు ఆవేశములు ఉన్నవి అనుకొనుము. ' O ' నుండి కొద్ది దూరంలో ఉన్న ' P ' బిందువు వద్ద ఫలిత విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత విలువ విడివిడిగా ఆవేశములు ' P ' వద్ద కలుగచేయు క్షేత్ర తీవ్రతల బీజీయ మొత్తమునకు సమానము.

$$E = E_1 + E_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots E_n$$

సూచన 2 ః అవిచ్ఛిన్న ఆవేశాల వితరణ వలన విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత ః-

అవిచ్ఛిన్న వితరణ కలిగిన ఆవేశం వల్ల ' P ' అనే బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత కనుగొనవలెను అనుకొనుము. దీని కొరకు మొత్తం ఆవేశాన్ని అత్యల్పపరిమాణము dq గల అనేక ఆవేశములుగా విభజించవలెను. ఒక ఆవేశమూలకము dq వల్ల దాని నుండి ' r ' దూరంలో ఉన్న P బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత

$$dE = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{dq}{r^2}$$

మొత్తము ఆవేశం వల్ల P వద్ద క్షేత్ర తీవ్రత $E = \int dE$

$$= \int \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{dq}{r^2}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int \frac{dq}{r^2}$$

$\therefore$ సదిశా రూపంలో $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int \frac{dq}{r^2} \hat{r}$

విద్యుత్ డైపోల్ ః- సమాన పరిమాణములు కలిగిన రెండు విరుద్ధ ఆవేశములు స్వల్ప దూరంలో వేరు చేయబడి

ఉంటే ఆ అమరికను విద్యుత్ డైపోల్ (విద్యుత్ ద్విధ్రువము) అంటారు.

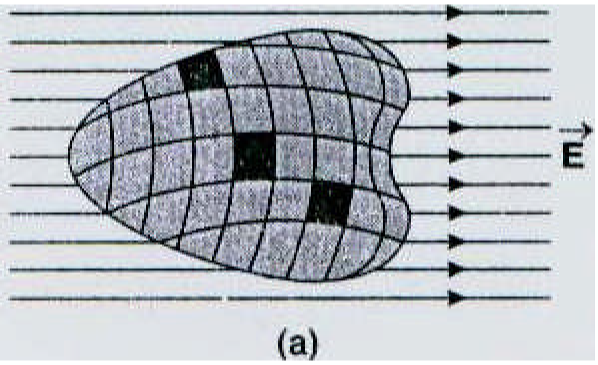
ద్విధ్రువములోని ఒక ఆవేశ పరిమాణము ఆ ఆవేశముల మధ్య దూరముల లబ్దమును విద్యుత్ ద్విధ్రువ భ్రామకము అంటారు. దీని ప్రమాణములు కులూంబు మీటరు. ఇది ఒక సదిశ రాశి. దీని దిశ ద్విధ్రువ అక్షము వెంబడి ఋణ ఆవేశము నుండి ధనావేశము వైపు ఉండును.

$-q$ మరియు $+q$ విద్యుదావేశములు $2l$ దూరంలో వేరు చేయబడిన ద్విధ్రువ వ్యవస్థ యొక్క ద్విధ్రువ భ్రామకము

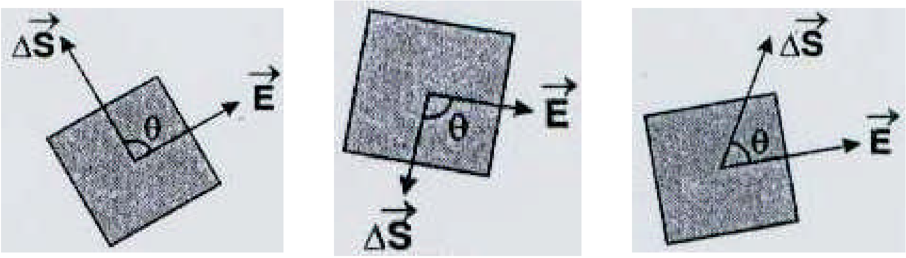
$P = q \times 2l = 2ql$

<u>1.2 విద్యుత్ అభివాహము :-</u> అభివాహము అనేది సదిశాక్షేత్రము యొక్క ధర్మము. విద్యుత్ క్షేత్రంలో ఉంచబడిన తలము గుండా తలమునకు లంబంగా ప్రయాణించు విద్యుత్ లబరేఖల సంఖ్యను ఆ తలము గుండా పోవు విద్యుత్ అభివాహము అంటారు.

విద్యుత్ అభివాహమును తెలుసుకొనుటకు సమరీతి లేదా అసమరీతి విద్యుత్ క్షేత్రమును పటం 2 లో చూపిన విధంగా ఊహిద్దాము.



పటం 2



ఈ క్షేత్రంలో ఒక సంవృత తలము ను ఊహిద్దాము. ఈ తలాన్ని అనేక చిన్న చిన్న చతురస్ర మూలకలములు గా విభజించినాము అనుకొనుము. ఈ మూలకములు సమతలములుగా ఉన్నవి. దీనిపై విద్యుత్ క్షేత్రము ఏకరీతిగా ఉన్నదని భావిద్దాము. ప్రతి చతురస్రమూలక వైశాల్యము పరిమాణమును ds అనుకొనుము. చతురస్రమూలక వైశాల్య సదిశ దిశ మూలక ఉపరితలమునకు లంబముగా ఉండును. ఈ మూలక సదిశా వైశాల్యము $d\bar{s}$ అనుకొనుము. ఉపరితలము వెంబడి విద్యుత్ క్షేత్ర సదిశ $\bar{E}$ అనుకొనుము. $\bar{E}$ మరియు $d\bar{s}$ ల యొక్క అదిశా లబ్దము పరిమాణము ds ఉపరితలము గుండా పోవు విద్యుత్ అభివాహమునకు సమానము.

$\therefore$ మొత్తము ఉపరితలము గుండా పోవు విద్యుత్ అభివాహము $Q_E = \oint \bar{E} . d\bar{s}$

$\bar{E}$ మరియు $d\bar{s}$ ల మధ్య కోణము θ అయితే

$$Q_E = \oint \bar{E} . d\bar{s} = \oint E\ ds\ \cos\theta$$

$$= E\ \cos\theta \oint ds$$

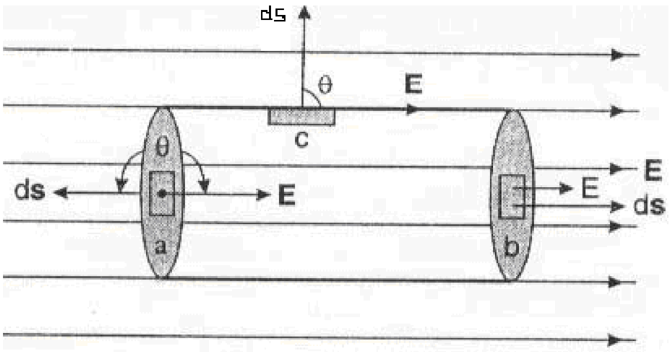
$$= E\ \cos\theta\, A$$

$$= E\ A\ \cos\theta$$

<u>ఉదాహరణ</u> :- <u>స్థూపము ద్వారా విద్యుత్ అభివాహము</u> :-

ఏకరీతి విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత E కలిగిన విద్యుత్ క్షేత్రములో ఒక స్థూపము ఉన్నది అనుకొనుము. విద్యుత్ అభివాహము స్థూపము ఉపరితలమునకు సమాంతరముగా ఉన్నది అనుకొనుము.

పటం (3)



స్తూపము గుండా పోయే మొత్తము అభివాహము Q_E అయితే దీనిని క్రింద తెలిపిన విధముగా మూడు భాగాల మొత్తంగా వ్రాయ వచ్చును.

(a) స్థూపము ఎడమ వృత్తాకారతలంగుండా పోయే అభివాహము

(b) స్థూపము వక్రతలంగుండా పోయే అభివాహము

(c) స్థూపము కుడి వృత్తాకారతలం గుండా పోయే అభివాహం

విద్యుత్ అభివాహము $Q_E = \oint \bar{E}.d\bar{s}$

$$Q_E = \oint_a \bar{E}.d\bar{s} + \oint_b \bar{E}.d\bar{s} + \oint_c \bar{E}.d\bar{s}$$

కాని ఎడమ వృత్తాకార తలమునకు $\bar{E}$, $d\bar{s}$ ల మధ్య కోణం 180^0 కావున

$$\oint_a \bar{E}.d\bar{s} = \oint E \; ds \; \cos 180^0$$

$$= -E \oint ds$$

కుడి వృత్తాకార తలమునకు $\bar{E}$, $d\bar{s}$ ల మధ్య కోణం 0^0 కావున

$$\oint_c \bar{E}.d\bar{s} = \oint E \; ds \; \cos 0^0$$

$$= E \oint ds$$

వక్రతలము పై $\bar{E}$, $d\bar{s}$ ల మధ్య కోణం 90^0 కావున

$$\oint_b \bar{E}.d\bar{s} = \oint E \; ds \; \cos 90^0 = 0$$

కావున మొత్తము స్థూపం గుండా పోయే విద్యుత్ అభివాహము శూన్యము అదేవిధంగా స్థూపము అక్షము క్షేత్రమునకు లంబంగా ఉన్నపుడు స్థూపము గుండా పోయే మొత్తం విద్యుత్ అభివాహము శూన్యము.

1.3. గాస్ సూత్రము :-

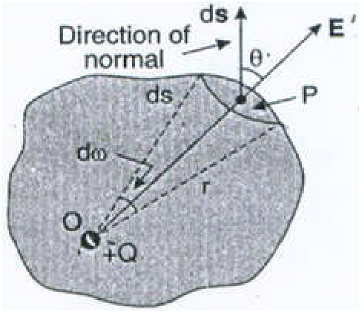
ఏదైన ఒక సంవృత తలము గుండా పోవు విద్యుత్ అభివాహమునకు, ఆతలము లోపల వున్న విద్యుదావేశమునకు మధ్య గల సంబంధమును గాస్ సిద్ధాంతము వివరించును. ఈ సిద్ధాంతము ప్రకారం ఒక

సంవృత తలము గుండా పోవు విద్యుత్ అభివాహము విలువ ఆ తలము లోపల ఉన్న విద్యుత్ ఆవేశమునకు $\frac{1}{\varepsilon_0}$ రెట్లు ఉండును.

గణిత రూపంలో దీనిని క్రింది విధంగా వ్రాయ వచ్చును

$$Q_E = \oint \bar{E} \cdot d\bar{s} \quad \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

<u>నిరూపణ</u> :-



పటం (4)

<u>Case 1</u> :- <u>సంవృత తలము లోపల విద్యుదావేశము ఉన్నపుడు</u> :-

పటములో చూపిన విధముగా 'O' అనే బిందువు వద్ద +Q ధనావేశము ఉన్నది అనుకొనుము. ఈ ఆవేశము సంవృత తలములో ఉన్నది అనుకొనుము. 'O' నుండి r దూరంలో ఉన్న P బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత E అనుకొనుము.

$$\therefore E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

E దిశ OP వెంబడి ఉండును.

P చుట్టు ds వైశాల్యము గల చిన్న మూలకమును ఊహిద్దాము. మూలక తలమునకు లంబంగా వైశాల్య సదిశ $d\bar{s}$ అనుకొనుము. $\bar{E}$, $d\bar{s}$ ల మధ్య కోణము θ అనుకొనుము.

$d\bar{s}$ వైశాల్యము గల తలము గుండా పోవు అభివాహము $dQ_E = \bar{E} \cdot d\bar{s}$

$$= E\, ds\, \cos\theta$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q\ ds\ \cos\theta}{r^2}$$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{ds\ \cos\theta}{r^2}$$

కాని $\frac{ds\ \cos\theta}{r^2}$ అనేది 'O' వద్ద ds వైశాల్యము గలతలము చేయు ఘన కోణము dw ను సూచించును.

$$\therefore dQ_E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} dw$$

$\therefore$ మొత్తము సంవృత తలము గుండా పోవు విద్యుత్ అభివాహము $Q_E = \oint dQ_E$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \oint_s dw$$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} 4\pi$$

$$= \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$\oint_s dw$ అనేది మొత్తము ఉపరితలము 'O' వద్ద చేయు ఘన కోణము సూచించును.

$$\therefore dQ_E = \oint_s \bar{E} \cdot d\bar{s} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

<u>సూచన</u> :- ఒక సంవృత తలము లోపల $Q_1,\ Q_2,\ Q_3 \ldots\ldots\ldots Q_n$ పరిమాణము గల బిందు ఆవేశములు ఉన్నవి అనుకొనుము. ఆపుడు సంవృత తలము గుండా పోవు మొత్తము అభివాహము

$$Q_E = \oint_s \bar{E} \cdot d\bar{s}$$

$$Q_E = \oint_s (E_1+E_2+E_3+\ldots\ldots\ldots+E_n)\ ds$$

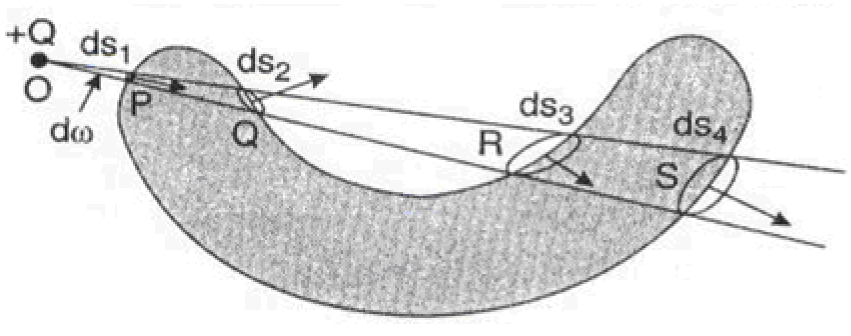
$$= \oint_s E_1 ds + \oint_s E_2 ds + \oint_s E_3 ds + \ldots\ldots\ldots + \oint_s E_n ds$$

$$= \frac{Q_1}{\varepsilon_0} + \frac{Q_2}{\varepsilon_0} + \frac{Q_3}{\varepsilon_0} \ldots\ldots\ldots + \frac{Q_n}{\varepsilon_0}$$

$$= \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0}$$

$\sum Q_i$ అనేది విద్యుదావేశాల బీజీయ మొత్తమును సూచించును. అనగా సంవృత తలము గుండా పోవు మొత్తము విద్యుదభివాహము విలువ ఆ తలము లోపల ఉన్న మొత్తము విద్యుదావేశమునకు $\frac{1}{\varepsilon_0}$ రెట్లు ఉండును. అనగా గాస్ సిద్ధాంతము ఋజువు అయినది.

సంవృత తలమునకు వెలుపల విద్యుదావేశములు ఉన్నపుడు.



పటం (5)

సంవృత తలములోనికి ప్రవేశించే అభివాహము మొత్తము ఆతలము గుండా బయటకు పోవు అభివాహమునకు సమానము కావున తలము గుండా పోవు ఫలిత అభివాహము శూన్యము. కావున గాస్ సిద్ధాంతము ఋజువు అయినది.

<u>గాస్ సిద్ధాంతము యొక్క అవకలన రూపము</u> :-

E క్షేత్ర తీవ్రత కల విద్యుత్ క్షేత్రంలో S ఉపరితల వైశాల్యము, V ఘన పరిమాణము గల సంవృత తలమును ఊహించుము. విద్యుదావేశ సాంద్రత ρ అనుకొనుము. ఉపరితలము నందు dv ఘనపరిమాణముగల మూలకమును ఊహిద్దాము. దానిలోని ఆవేశము ρdv అగును.

$\therefore$ సంవృత తలములోని విద్యుదావేశము $Q = \iiint_V \rho dv$

గాస్ సూత్రము నుండి $Q_E = \oint_s \bar{E}.d\bar{s} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$

$$\therefore \oint_s \overline{E}.d\overline{s} = \frac{1}{\varepsilon_0}\iiint_V \rho dv$$

గాస్ అపసరణ సిద్ధాంతము నుండి

$$\oint_s \overline{E}.d\overline{s} = \iiint_V div\ \overline{E}.dV$$

$$\therefore \iiint_V div\ \overline{E}.dV = \frac{1}{\varepsilon_0}\iiint_V \rho dv$$

$$divE = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

లేదా $\nabla.\overline{E} = \rho$

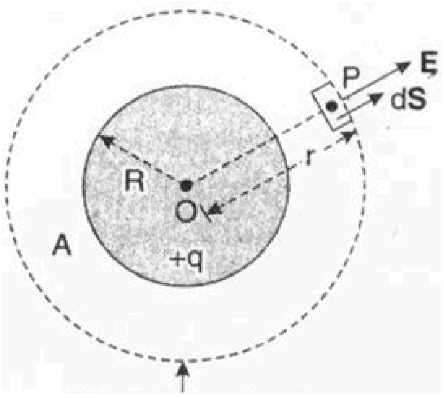
దీనినే గాస్ సిద్ధాంతము యొక్క అవకలన రూపము అంటారు.

1.5 గాస్ సిద్ధాంతము యొక్క అనువర్తనములు :-

1.5.1 ఏకరీతిగా ఆవేశపూరితమైన గోళమువలన విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత :-

సందర్భము 1 :- గోళము వెలుపల ఉన్న బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత :-

'O' కేంద్రముగా R వ్యాసార్ధము గల ఘన గోళము నందు q ఆవేశము ఏకరీతిగా వితరణ చెందినది అనుకొనుము.



పటం(6)

గోళ కేంద్రము నుండి r దూరములో గోళము వెలుపల ఉన్న P బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతను కనుగొనవలెను అనుకొనుము. దీని కొరకు 'O' కేంద్రముగా OP వ్యాసార్ధముతో గోళాకార గాసియన్ ఉపరితలమును నిర్మించవలెను. ఆవేశము ఏకరీతిగా వితరణ చెందుటవలన గాసియన్ తలము పై అన్ని బిందువుల వద్ద క్షేత్ర తీవ్రత ఒకే విలువను కలిగి ఉంటుంది. క్షేత్ర దిశ ఉపరితలముపై నున్న బిందువు వద్ద తలమునకు గీసిన లంబదిశలో ఉంటుంది. గాసియన్ తలము పై P చుట్టూ ds వైశాల్యము గల చిన్న తలమును తీసుకుందాము. ఈ ds తలము గుండా పోవు అభివాహం dQ_E అయితే

$$dQ_E = \bar{E}.d\bar{s} = Eds \quad (\because \theta = 0^0)$$

మొత్తము గాసియన్ తలము గుండా పోవు విద్యుదభివాహము $Q_E = \oint_s \bar{E}.d\bar{s}$

$$= E\oint_s ds$$

$$= E(4\pi r^2)$$

$4\pi r^2$ గాసియన్ తలం మొత్తం వైశాల్యము

గాస్ సూత్రము నుండి $Q_E = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$$\therefore \quad E(4\pi r^2) = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

లేదా $E \propto \frac{1}{r^2}$

పై సమీకరణము నుండి గోళము వెలుపలి బిందువు వద్ద క్షేత్ర తీవ్రత విలువ, గోళము నందలి ఆవేశము మొత్తం దాని కేంద్రము వద్ద కేంద్రీకృతమయినప్పటి తీవ్రతకు సమానము.

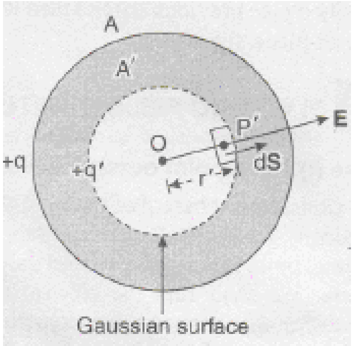
<u>సందర్భము 2</u> :- <u>గోళము ఉపరితలము పై ఉన్న బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత</u> :-

P బిందువు గోళ ఉపరితలము పై ఉన్నపుడు r=R అగును. ఈ సందర్భంలో విద్యుత్ క్షేత్రతీవ్రత

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{R^2}$$

<u>సందర్భము 3</u> :- <u>గోళము లోపలి బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత</u> :-

గోళకేంద్రము నుండి r దూరంలో గోళములోపల P_1 బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతను కనుగొనవలెను అనుకొనుము. దీని కొరకు 'O' కేంద్రముగా OP_1 వ్యాసార్ధముతో గాసియన్ తలమును ఊహిద్దాము. గాసియన్ తలముపై P_1 చుట్టూ ds వైశాల్యముగల మూలకమును ఊహిద్దాము. ఈ మూలకం పై $\bar{E}$, $d\bar{s}$లు ఒక దాని కొకటి సమాంతరంగా ఉంటాయి. ds వైశాల్యం కలిగిన మూలకం గుండా పోయే విద్యుత్ అభివాహము



పటం (7)

$$dQ_E = \overline{E}.d\overline{s} = Eds$$

∴ మొత్తం గాసియన్ ఉపరితలము గుండా పోయే అభివాహము $Q_E = \int_s E\ ds$

$$= E\int_s ds$$

$$= E(4\pi r^{12})$$

గాసియన్ తలము లోపల ఉన్న విద్యుదావేశము q^l = గాసియన్ తలము ఘన పరిమాణము × విద్యుదావేశసాంద్రత

$$q^l = (4/3)\pi r^{13} \times \rho$$

విద్యుదావేశ సాంద్రత $\rho = \frac{\text{మొత్తము విద్యుదావేశము}}{\text{గోళం ఘనపరిమాణము}}$

$$= \frac{q}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3q}{4\pi R^3}$$

∴ గాసియన్ తలములోపల విద్యుదావేశము $q^l = (4/3)\pi r^{13} \times \frac{3q}{4\pi R^3}$

$$= q\left(\frac{r^1}{R}\right)^3$$

గాస్ సిద్ధాంతము నుండి $E(4\pi r^{12}) = \frac{q^l}{\varepsilon_0}$

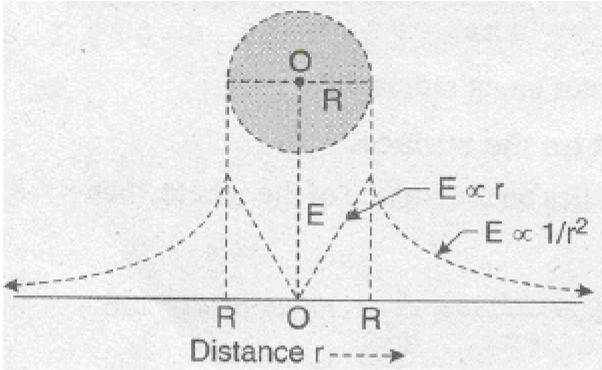
$$E(4\pi r^{12}) = \frac{q}{\varepsilon_0}\left(\frac{r^1}{R}\right)^3$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{qr^{I}}{R^3}$$

లేదా $E \propto r^{I}$

ఏక రీతిగా ఆవేశపూరితమై ఉన్న గోళము లోపల ఉన్న బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత విలువ గోళ కేంద్రము నుండి బిందువుకు గల దూరం r^{I} కు అనులోమాను పాతంలో ఉండును.

ఏక రీతిగా ఆవేశపూరితమై ఉన్న గోళము వల్ల విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత విలువ గోళ కేంద్రము నుండి ఉండు దూరముతో మారు విధానమును ఈ క్రింది చిత్రములో చూడవచ్చును.



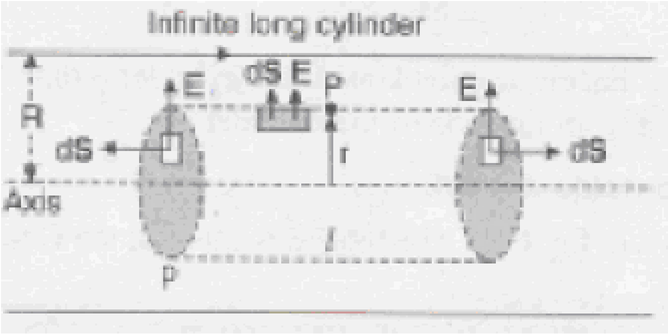
పటం (8)

1.5.2 <u>ఏకరీతిగా ఆవేశపూరితమైన స్థూపము వల్ల విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత</u> :-

R వ్యాసార్థము L పొడవు కల ఒక స్థూపము ఏకరీతిగా ఆవేశపూరితమైఉన్నది అనుకొనుము. ప్రమాణ ఘనపరిమాణమునకు విద్యుదావేశము ρ ప్రమాణ పొడవుకు విద్యుత్ ఆవేశము λ అనుకొనుము. ఈ స్థూపమువల్ల P బిందువు వద్ద వివిధ సందర్భములలో విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతను లెక్కించవలెను.

<u>సందర్భము 1</u> :- <u>స్థూపములోపల ఉన్న 'P' బిందువు వద్ద</u> :-

స్థూపములోపల P బిందువు ఉన్నది అనుకొనుము. స్థూపము అక్షమునుండి P బిందువు r దూరములో ఉన్నది అనుకొనుము.



పటం (09)

P బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతను కనుగొనుటకు P గుండా పోతూ r వ్యాసార్థము l పొడవుగల గాసియన్ తలమును ఊహించుము. గాసియన్ స్థూపము యొక్క సమతలముల గుండా పోయే విద్యుదభివాహము శూన్యము. గాసియన్ తలము యొక్క వక్రతలము పై E మరియు ds లు ఒక దానికొకటి సమాంతరముగా ఉండును. అందువలన గాసియన్ వక్రతలము గుండా పోవు విద్యుత్ అభివాహము $Q_E = \int_s \overline{E} \cdot d\overline{s}$

$$= \int_s E\ ds\ \cos 0^0$$

$$= E\int_s ds$$

$$= E(2\pi r l)$$

గాసియన్ తలము లోపల విద్యుదావేశము $q^l = \pi r^2 l \times \rho$

$\therefore$ గాస్ సిద్ధాంతము నుం $Q_E = \dfrac{q^l}{\varepsilon_0}$

$$E(2\pi r l) = \frac{\pi r^2 l \rho}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{r\rho}{2\varepsilon_0}$$

<u>λ పదములలో విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత</u> :-

స్థూపము పై ప్రమాణ పొడవుకు ఆవేశము $\lambda = \dfrac{q}{L}$

$\therefore$ గాసియన్ తలము లోపల విద్యుదావేశము $q^l = \pi r^2\ l\, \rho$

$$q^{l} = \frac{r^2}{R^2} l\lambda$$

$$\therefore \quad E(2\pi r l) = \frac{q^{l}}{\varepsilon_0}$$

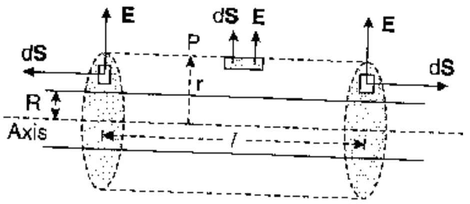
$$= \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{r^2}{R^2} l\lambda$$

$$\therefore \quad E = \frac{\lambda r}{2\pi\varepsilon_0 R^2}$$

పై సమీకరణము నుండి స్థూపములోపల బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత విలువ స్థూప అక్షము నుండి బిందువుకు గల దూరమునకు అనులోమాను పాతంలో ఉండునని తెలియుచున్నది.

<u>సందర్భము 2</u> ః- <u>స్థూపము వెలుపల పరిశీలనా బిందువు P వద్ద</u> ః-

పటములో చూపిన విధముగా స్థూపము వెలుపల స్థూప అక్షమునుండి r దూరంలో ఉన్న P బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతను కనుగొనవలెను అనుకొనుము.



పటం(10)

P వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతను కనుగొనుటకు స్థూపము చుట్టూ r వ్యాసార్థము, l పొడవు గల సహాక్ష స్థూపాకార గాసియన్ తలమును నిర్మించవలెను.

గాసియన్ తలము గుండా పోవు మొత్తము విద్యుత్ అభివాహము $\quad Q_E = \int_s \bar{E} \cdot d\bar{s}$

$$= \int_s E \; ds \; \cos 0^0$$

$$= E\int_s ds$$

$$= E(2\pi r l)$$

స్థూపాకార గాసియన్ తలములోపల విద్యుదావేశము q^l = $\frac{l \text{ పొడవు R వ్యాసార్ధము కల}}{\text{స్థూప ఘన పరిమాణం}}$ × విద్యుదావేశ సాంద్రత

$$= \pi R^2 l \times \rho$$

గాస్ సూత్రము నుండి $E(2\pi r l) = \frac{q^l}{\varepsilon_0}$

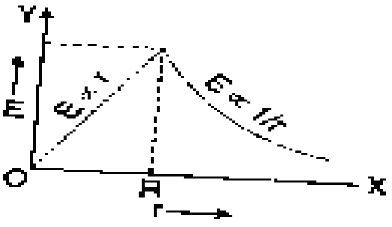
$$E(2\pi r l) = \frac{\pi R^2 l \rho}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{R^2\rho}{2\varepsilon_0 r}$$

$$E \propto \frac{1}{r}$$

పై సమీకరణము నుండి స్థూపము వెలుపల ఉన్న బిందువు వద్ద విద్యుక్షేత్ర తీవ్రత స్థూప అక్షము నుండి బిందువుకు గల దూరమునకు విలోమాను పాతంలో ఉండునని తెలుస్తోంది.

విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత అక్షము నుండి గల దూరములో మారు విధమును క్రింద పటములో చూడవచ్చును.



పటం **(11)**

λ పదములలో E విలువను కనుగొనుట ః-

విద్యుదా వేశ సాంద్రత $\rho = \dfrac{q}{\pi R^2 L} = \dfrac{\lambda}{\pi R^2}$

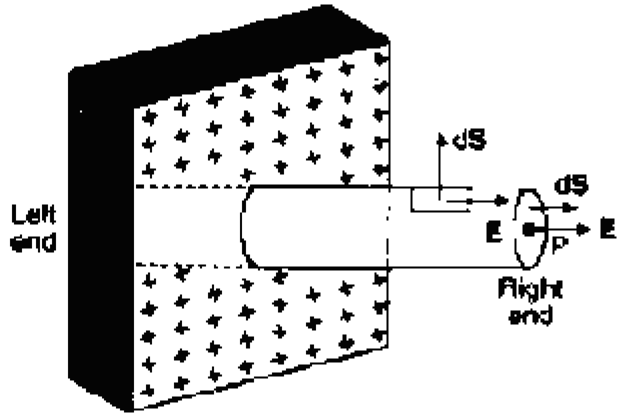
$$\therefore \quad E = \frac{R^2}{2\varepsilon_0 r} \cdot \rho$$

$$= \frac{R^2}{2\varepsilon_0 r} \cdot \frac{\lambda}{\pi R^2}$$

$$= \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$$

1.5.3 అనంతమైన ఆవేశపూరితమైన వాహక పలక వలన విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత ః-

పటములో చూపిన విధముగా ఆవేశపూరితమైన వాహక పలకను తీసుకొందాము.



పటం (12)

వాహక ఉపరితలముపై మాత్రమే ఆవేశము ఉండునని మనకు తెలియును. వాహక ఉపరితలముపై విద్యుదావేశ సాంద్రత σ^1 అనుకొనుము. వాహక తలమునకు కొద్ది దూరంలో ఉన్న P బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత E ను కనుగొనుటకు

గాసియన్ తలమును ఊహించాలి. ఈ గాసియన్ తలము యొక్క ఒక సమతలముపై P బిందువు ఉన్నది. రెండవ సమతలము ఆవేశపూరిత వాహక పలకకు రెండవ వైపు ఉన్నది. గాసియన్ తలము నందలి వక్రతలము వాహక పలక ఉపరితలమునకు లంబంగా ఉన్నది. మొత్తము గాసియన్ తలము గుండా పోవు విద్యుత్ అభివాహము Q_E అయితే

$$Q_E = \underset{\text{కుడి సమతలము}}{\int_s \bar{E}\cdot d\bar{s}} + \underset{\text{ఎడమ సమతలము}}{\int_s \bar{E}\cdot d\bar{s}} + \underset{\text{వక్ర తలము}}{\int_s \bar{E}\cdot d\bar{s}}$$

కుడి సమతలము వద్ద $\bar{E}, d\bar{s}$ లు సమాంతరంగా ఉన్నవి. ఎడమ సమతలం వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రము లేదు. వక్రతలము గుండా పోవు విద్యుదభివాహము శూన్యము. ఈ తలము పై $\bar{E}, d\bar{s}$ లు ఒకదానికొకటి లంబముగా ఉన్నవి.

$$\therefore \; Q_E = \int_s \bar{E}\cdot d\bar{s} + 0 + 0$$

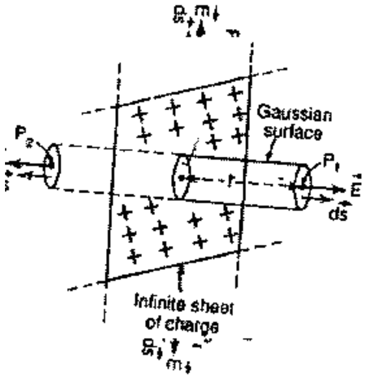
$$= E\; S$$

గాస్ సిద్ధాంతము నుండి $Q_E = \dfrac{q}{\varepsilon_0}$

$$ES = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$\therefore \; E = \frac{q}{S\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

<u>1.5.4 అనంతమైన ఆవేశపూరిత విద్యుత్ బంధిత పలక వలన విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత</u> :-



పటం (13)

పటములో చూపిన విధముగా అనంతమైన విద్యుత్ బంధిత పలక ఏకరీతిగా ఆవేశపూరితమైనది అనుకొనుము. పలక ఉపరితలముపై విద్యుదావేశ సాంద్రత σ అనుకొనుము. పలక నుండి r దూరములో ఉన్న P_1 బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతను కనుగొనవలెను అనుకొనుము. దీని కొరకు పలకకు రెండవ వైపు r దూరములో సౌష్టవముగా ఉండునట్లు P_2 అనే బిందువును తీసుకొనుము. P_1P_2 అక్షముగా 2r పొడవుతో ఒక స్థూపాకారపు గాసియన్ తలమును ఊహించుము. ఇరువైపులా సమతలముగా ఉన్న తలవైశాల్యములను 'A' అనుకొనుము.

సౌష్టవత ఆధారంగా E దిశ సమతల వైశాల్య సదిశకు సమాంతరముగాను, వక్రతలమునకు లంబంగాను ఉండును. అందువలన వక్రతలము గుండా పోవు విద్యుదభివాహము శూన్యము అగును.

P_1 వద్ద ఉన్న సమతలము గుండా పోవు విద్యుదభివాహము = $\int_s \bar{E}\cdot d\bar{s} = EA$

P_2 వద్ద ఉన్న సమతలము గుండా పోవు విద్యుదభివాహము = $\int_s \bar{E}\cdot d\bar{s} = EA$

$\therefore$ గాసియన్ తలము గుండా పోవు మొత్తము విద్యుదభివాహము $Q_E = EA + EA + 0$

$= 2EA$

గాస్ సిద్ధాంతము నుండి $2EA =$

$$E = \frac{q}{2A\varepsilon_0}$$

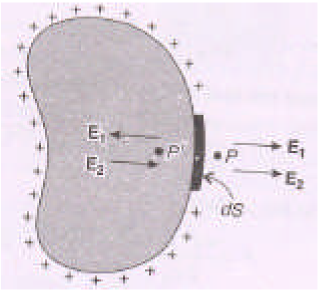
$$= \frac{\sigma A}{2A\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

అనగా ఒక ఆవేశపూరిత వాహక పలకకు దగ్గరలో విద్యుదభివాహము విలువ విద్యుత్ బంధిత పలకకు దగ్గర లో విద్యుదభివాహమునకు రెట్టింపు ఉండును.

1.6 ఆవేశ పూరిత వాహక ఉపరితలము పై పనిచేయు బలము

పటములో చూపిన విధముగా ఒక ఆవేశ పూరిత వాహకమును పరిశీలిద్దాము.



పటం (14)

వాహక ఉపరితలముపై మాత్రమే ఆవేశము ఉండును అని మనకు తెలియును. వాహకముపై ఏదైనా చిన్న భాగమును తీసుకొంటే దానిపై ఉన్న ఆవేశము మిగిలిన వాహక భాగముపై ఉన్న ఆవేశము చేత వికర్షించబడును. అనగా వాహకముపై ప్రతి భాగము మిగిలిన భాగము వలన బలమును పొందును. ఈ బలపరిమాణమును కనుగొనుటకు వాహక ఉపరితలముపై ds వైశాల్యముకల చిన్న భాగమును పరిశీలిద్దాము. వాహకము వెలుపల P బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్రతీవ్రతను క్రింది విధముగా వ్రాయ వచ్చును.

1) ds వైశాల్యముపై ఉన్న ఆవేశం వల్ల విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత E_1

2) మిగిలిన భాగము పై ఉన్న ఆవేశం వల్ల విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత E_2

$$\therefore \; E = E_1 + E_2$$

ఇపుడు వాహకంలో P^l అనే బిందువును పరిశీలిద్దాము.

$$\therefore \; E = E_1 - E_2$$

కానీ వాహకములోపల క్షేత్ర తీవ్రత శూన్యము.

$$\therefore \; E_1 - E_2 = 0 \Rightarrow E_1 = E_2 = E/2$$

కానీ ఆవేశపూరిత వాహకం విషయంలో $E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}$

$$\therefore\ E_1 = E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

ds వైశాల్యముగల మూలకం పై ఆవేశము $\sigma\, ds$

E_2 క్షేత్రంలో ఉన్న భాగం పై పని చేయుబలం F = క్షేత్ర తీవ్రత × ఆవేశము

$$= E_2 \times \sigma\, ds$$

$$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \times \sigma\, ds$$

$$= \frac{\sigma^2}{2\varepsilon_0}\, ds \quad \text{Newton}$$

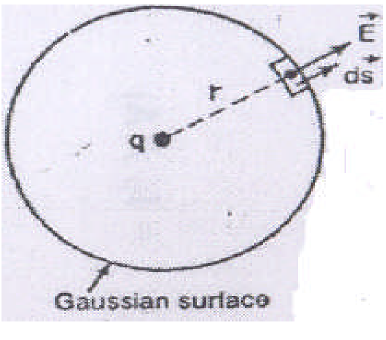
p వద్ద ప్రమాణ వైశాల్యము పై పనిచేయు బలము లేదా పీడనము $p = \frac{F}{ds} = \frac{\sigma^2}{2\varepsilon_0}\ N/m^2$

ఈ బలం వాహక ఉపరితలమునకు లంబంగా పని చేయును.

కాని $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \Rightarrow \sigma = \varepsilon_0 E$

$$\therefore\ p = \frac{\varepsilon_0^2 E^2}{2\varepsilon_0} = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$$

<u>1.7 గాస్ సూత్రము నుండి కులూంబు సూత్ర ఉత్పాదన</u> :-



పటం (15)

పటములో చూపిన విధముగా ఒక బిందు ఆవేశము q ఉన్నది అనుకొనుము. ఈ ఆవేశము చుట్టూ r వ్యాసార్ధముతో గాసియన్

గోళమును ఊహిస్తే ఈ తలము పై అన్ని బిందువుల వద్ద క్షేత్ర తీవ్రత పరిమాణము సమానంగా ఉండును. క్షేత్ర తీవ్రత దిశ తలముపై ఆ బిందువు వద్ద గీసిన లంబదిశలో ఉండును.

ఈ గోళాకార గాసియన్ తలం గుండా పోవు మొత్తం విద్యుదభివాహము $Q_E = \int_s \bar{E}\cdot d\bar{s}$

గాస్ సూత్రం నుండి $Q_E = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$$\int_s \bar{E}\cdot d\bar{s} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow \int_s E ds = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow E\int_s ds = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow E(4\pi r^2) = \frac{q}{\varepsilon_0}$$ ($\because \int_s ds = 4\pi r^2$ గోళ ఉపరితలవైశాల్యము)

$$\Rightarrow E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

గాసియన్ తలముపై q_0 ఆవేశము ఉన్నది అనుకుంటే దానిపై పని చేయు బలము

$$F = q_0 E$$

$$\Rightarrow F = \frac{q_0 q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

ఇదే కులూంబు సూత్రము.

1.8 సాధించిన సమస్యలు :

1. ఒక కులూంబు విద్యుదావేశము నుండి వెలువడు బలరేఖల సంఖ్యను కనుగొనుము.

sol) $Q = \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{1}{8.854 \times 10^{-12}}$

$= 1.129 \times 10^{11}$ N-m^2/c

2. 2.4 మీ వ్యాసము కలిగిన వాహక గోళము 80 /// చే ఏకరీతిగా ఆవేశపూరితము అయినది. 1) దాని ఉపరితలముపై ఆవేశాన్ని 2) ఉపరితలము గుండా పోయే మొత్తము విద్యుదభివాహమును లెక్కించుము

sol) విద్యుదావేశ సాంద్రత $\sigma = 80\ \mu c/m^2 = 80 \times 10^{-6}\ c/m^2$

$r = 1.2$ m

ఉపరితలముపై మొత్తము విద్యుదావేశము $Q = 4\pi r^2.\sigma$

$= 4 \times 22/7 \times (1.2)^2 \times 80 \times 10^{-6}$

$= 1.45 \times 10^{-3}$ c

విద్యుదభివాహము $Q = \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{1.45 \times 10^{-3}}{8.854 \times 10^{-12}}$

$= 1.64 \times 10^{8}$ N-m^2/c^2

3. బంగారు పరమాణువు ఉపరితలముపై విద్యుత్ పొటెన్షియల్ ఎంత. బంగారం పరమాణువు కేంద్రకం వ్యాసార్ధము 6.6×10^{-15} m పరమాణు సంఖ్య 79.

sol) బంగారం కేంద్రకంలోని విద్యుదావేశము $q = 79e$ S

$= 79 \times 1.6 \times 10^{-19}\ c$

కంద్రక వ్యాసార్ధము $r = 6.6 \times 10^{-15}$ m

కేంద్రక ఉపరితలముపై పొటెన్షియల్

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$$

$$= 9\times10^9 \times \frac{79\times1.6\times10^{-19}}{6.6 \times 10^{-15}}$$

$$= 17\times10^6 \ volts$$

1.9. సారాంశము.

1. విలోమ వర్గ నియమము :- రెండు విద్యుదావేశముల మధ్య బలము వాటి మధ్య దూర వర్గమునకు విలోమాను పాతంలో ఉండును.
2. ఒక విద్యుదావేశము చుట్టూ దాని ప్రభావము ఎంత ప్రదేశమునకు వరకు వ్యాప్తి చెందునో ఆ ప్రదేశమును విద్యుత్ క్షేత్రము అంటారు.
3. కొద్ది దూరములో వేరు చేయబడిన సమానమైన విరుద్ధ ఆవేశముల వ్యవస్థను ద్విధ్రువము అంటారు.
4. ఇవ్వబడిన తలమునకు లంబదిశలో తలము గుండా పోవు మొత్తము బలరేఖల సంఖ్యను విద్యుదభివాహము అంటారు.
5. గాస్ సూత్రము ఒక సంవృత తలము గుండా పోవు మొత్తము విద్యుదభివాహము విలువ ఆతలము లోపల ఉన్న విద్యుదావేశమునకు $\frac{1}{\varepsilon_0}$ రెట్లు ఉండును.
6. గాస్ సూత్రము కులూంబు సూత్రము యొక్క విపర్యము.

1.10 ముఖ్య పదములు.

విద్యుదావేశము - విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత - విద్యుత్ క్షేత్రము - విద్యుదభివాహము - విద్యుదావేశసాంద్రత - ఘన పరిమాణ సాంద్రత.

1.11 స్వయం సమాధాన ప్రశ్నలు.

1. స్థిర విద్యుత్ శాస్త్రంలో గాస్ సిద్ధాంతము వ్రాసి నిరూపించుము. ఏకరీతిగా ఆవేశపూరితమైన గోళం వల్ల విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతకు సమీకరణము రాబట్టుము.

2. స్థిరవిద్యుత్ శాస్త్రంలో గాస్ సిద్ధాంతము వ్రాసి నిరూపించుము. ఏకరీతిగా ఆవేశ పూరితమైన గోళం వెలుపల బిందువువద్ద, గోళ తలంపై బిందువు వద్ద, గోళం లోపలి బిందువువద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతకు సమీకరణము రాబట్టుము.

3. గాస్ సిద్ధాంతమును ఉపయోగించి ఏకరీతిగా ఆవేశపూరితమైన స్థూపము వెలుపలి బిందువు వద్ద, ఉపరితలముపై బిందువు వద్ద, స్థూపములోపలి బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతకు సమీకరణము రాబట్టుము.

4. విద్యుదభివాహము అనగానేమి. ఏకరీతి విద్యుత్ క్షేత్రంలో క్షేత్ర తీవ్రతకు సమాంతరముగా ఒక స్థూపము ఉపరితలము ఉండునట్లు స్థూపమును ఉంచిన స్థూపము గుండా పోవు విద్యుదభివాహము మొత్తము శూన్యము అని నిరూపించుము. స్థిర విద్యుత్ శాస్త్రంలో గాస్ సూత్రము యొక్క అవకలన రూపమును రాబట్టుము.

5. గాస్ సూత్రంను ఉపయొగించి అనంతమైన ఆవేశ పూరితపలక వల్ల ఏదైనా బిందువువద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతకు సమీకరణము రాబట్టుము.

6. ఆవేశపూరిత వాహక పలక ఉపరితలము పై పని చేయు యాంత్రిక బలమునకు, పీడనమునకు సమీకరణము రాబట్టుము.

స్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు :-

1. గాస్ సూత్రమును వ్రాసి వివరింపుము.
2. సమశక్మతలములను గూర్చి వివరింపుము.
3. గాస్ సూత్రము నుండి కులూంబు సూత్రమును రాబట్టుము.

1.12 లెక్కలు.

1. ఒక బంగారు రేకును ఉపరితలముపై 160 mg/cm^2 ద్రవ్యరాశిగల ఆవేశపూరితమైన తలముపై ఉంచినారు. దాని భారము విద్యుత్ బలము వల్ల తులనము అయితే ఆవేశపూరిత తలముపై ఆవేశ సాంద్రత ఎంత.

   (Hint $F=\sigma^2/2\varepsilon_0$, $F=mg$) Ans. 1.666×10^{-5} col/m^2

2. $1m^2$ ఉపరితల వైశాల్యముగల రెండు లోహపు పలకలు /// దూరము వేరు చేయబడి ఉన్నది. పలకల మధ్య విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత 55 N/C అయితే పలకలపై ఉన్న విద్యుదావేశమును కనుగొనుము.

   (Hint $E = E1 + E2 = (\sigma/2\varepsilon_0) + (\sigma/2\varepsilon_0)$

   $= (\sigma/\varepsilon_0)$

   $\sigma = q/A$

$$\therefore \quad q = \sigma A / 2\varepsilon_0$$

1.13 నిర్దేశిత గ్రంథాలు.

1. Electricity - Magnetism Brijilaland Subrahmanyam
2. [illegible]
3. [illegible]
4. [illegible]
5. [illegible]

UNIT-I
Lesson-2

పాఠము - 2

విద్యుత్ పొటెన్షియల్

పాఠ్యాంశములో నేర్చు కొను విషయములు :-

1. విద్యుత్ పొటెన్షియల్ మరియు పొటెన్షియల్ తేడాలను గూర్చి తెలుసుకొనుట
2. ఆవేశ పూరిత గోళాకార కర్పరము వలన విద్యుత్ పొటెన్షియల్
3. విద్యుత్ డైపోల్ వల్ల పొటెన్షియల్
4. అనంతమైన పొడవు కల రేఖా ఆవేశమువల్ల విద్యుత్ పొటెన్షియల్

పాఠ్య నిర్మాణము :-

2.1 విద్యుత్ పొటెన్షియల్ మరియు పొటెన్షియల్ తేడా
2.2 సమశక్మతలములు
2.3 బిందు ఆవేశం వల్ల పొటెన్షియల్
2.4 ఆవేశపూరిత గోళాకార కర్పరం వల్ల విద్యుత్ పొటెన్షియల్
2.5 విద్యుత్ డైపోల్ వల్ల పొటెన్షియల్ మరియు తీవ్రత
2.6 అనంతమైన పొడవుకల రేఖీయ ఆవేశం వల్ల పొటెన్షియల్
2.7 సాధించిన సమస్యలు
2.8 పాఠ్య సారాంశము
2.9 ముఖ్య పదములు
2.10 స్వయం సమాధాన ప్రశ్నలు
2.11 లెక్కలు
2.12 నిర్దేశిత గ్రంధాలు

విద్యుత్ పొటెన్షియల్

2.1 విద్యుత్ పొటెన్షియల్ మరియు పొటెన్షియల్ తేడా :-

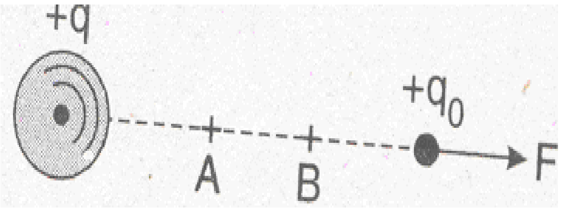
విద్యుత్ పొటెన్షియల్ :- అనంత దూరము నుండి ప్రమాణ ధనావేశమును విద్యుత్ క్షేత్రములోని ఏదైనా బిందువు వద్దకు తీసుకురావడానికి క్షేత్రాన్ని ఎదిరిస్తూ చేయవలసిన పనిని ఆ బిందువు వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్ అంటారు. విద్యుత్ పొటెన్షియల్ ఒక అదిశరాశి. దీని ప్రమాణములు వోల్ట్.

వోల్ట్ :- అనంత దూరము నుండి ఒక కులూంబు ధనావేశమును విద్యుత్ క్షేత్రములోని ఏదైనా బిందువు వద్దకు తీసుకురావడానికి

క్షేత్రాన్ని ఎదిరిస్తూ చేయవలసిన పని ఒక *Joul* అయితే ఆ బిందువు వద్ద పొటెన్షియల్ ఒక వోల్ట్ అంటారు.

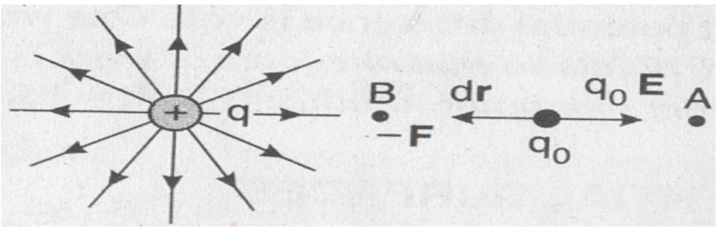
విద్యుత్ పొటెన్షియల్ తేడా :-

ఏదైన శోధన ఆవేశాన్ని విద్యుత్ క్షేత్రములో రెండు బిందువుల మధ్య జరుపుటకు చేసిన పనికి శోధన ఆవేశానికి గల నిష్పత్తిని రెండు బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా అంటారు.



పటం (1)

q_0 శోధన ఆవేశాన్ని విద్యుత్ క్షేత్రంలో B బిందువు నుండి A బిందువుకు జరిపినపుడు చేసిన పని W అయితే



పటం(2)

A, B బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా $V_A - V_B$ అయితే

$$V_A - V_B = \frac{W}{q_0}$$

B బిందువును అనంత దూరం లో ఉన్న బిందువుగా భావిస్తే V_B విలువ శూన్యం అగును అపుడు A వద్ద పొటెన్షియల్

$$\therefore V_A = \frac{W}{q_0}$$

ఇక్కడ W అనేది అనంత దూరం నుండి శోధన ఆవేశాన్ని A వద్దకు తీసుకురావడానికి చేసిన పనిని సూచించును.

MKS పద్ధతిలో పొటెన్షియల్ తేడాకు ప్రమాణాలు వోల్ట్.

2.2 సమశక్మ తలములు :- విద్యుత్ క్షేత్రములో ఏ తలము పై విద్యుత్ పొటెన్షియల్ విలువలు సమానంగా ఉంటాయో ఆ తలాన్ని సమశక్మతలము అంటారు. లేదా విద్యుత్ క్షేత్రంలో ఒకే పొటెన్షియల్ కలిగిన బిందువుల బిందుపథమును సమశక్మతలము అంటారు. సమశక్మ తలము పై రెండు బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా శూన్యం కావున సమశక్మతలము

పై విద్యుదావేశమును జరుపుటకు చేయవలసిన పని శూన్యము. విద్యుదావేశాన్ని క్షేత్ర దిశకు లంబంగా కదల్చినపుడు చేయవలసిన పని శూన్యము. అనగా సమశక్మతలము పై ప్రతీ బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత లంబదిశలో ఉండును.

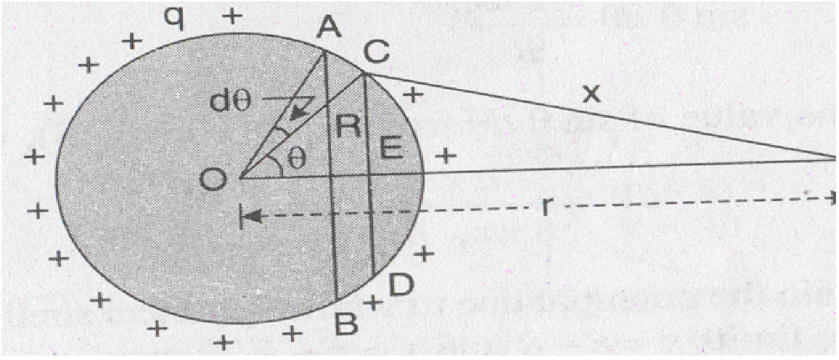
ఉదాహరణ :-

1. ఏకరీతి విద్యుత్ క్షేత్రంలో బలరేఖలు సమాంతరంగా ఉండే సరళరేఖలు. దీనిలో సమశక్మతలములు బలరేఖలకు లంబంగా ఉండును.
2. బిందు ఆవేశము విషయంలో సమశక్మతలము ఏక కేంద్ర గోళాకారంలో ఉండును.
3. దృశ్యా శాస్త్రములో తరంగాగ్రములకు విద్యుత్ శాస్త్రం లో సమ శక్మతలములు సారుప్యతను కలిగి ఉంటాయి.

సమశక్మతలాల ధర్మములు :-

1. సమశక్మతలము పై శోధన ఆవేశమును జరుపుటకు చేయవలసిన పని శూన్యము.
2. సమశక్మతలమునకు విద్యుత్ క్షేత్రము లంబంగా ఉండును.
3. ఆవేశము అనంతదూరంలో ఉంటే సమశక్మతలము సమతలంగా ఉండును.

2.3 బిందు ఆవేశం వల్ల విద్యుత్ పొటెన్షియల్ :-



పటము(3)

పటము చూపిన విధముగా 'O' వద్ద +q బిందు ఆవేశము ఉన్నది అనుకొనుము.

'O' నుండి x దూరములో ఉన్న A అనే బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత E అయితే

$$E = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{q}{x^2} \qquad (\because OA = x)$$

ప్రమాణ ధనావేశమును A నుండి dx దూరములో ఉన్న B బిందువుకు జరుపుటలో చేసిన పని

$$dw = -E\,dx$$

అనంతదూరము నుండి ప్రమాణ ధనావేశము 'O' నుండి r దూరములో ఉన్న P బిందువుకు తీసుకురావడానికి చేయవలసిన పని W అయితే

$$W = \int_{\infty}^{r} -E\,dX = \int_{\infty}^{r}\frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{q}{X^2}\,dX$$

$$= \frac{1}{4\Pi\in_0}\left(\frac{q}{X}\right)_{\infty}^{r}$$

$$= \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{q}{r}$$

జరిగిన పని P వద్ద పొటెన్షియల్ కు సమానము

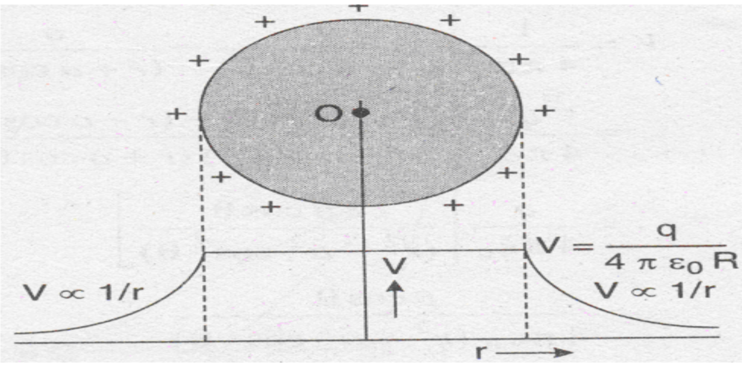
$$\therefore V = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{q}{r}$$

2.4 ఆవేశపూరితమైన గోళాకార కర్పరము వలన విద్యుత్ పొటెన్షియల్ :-

'O' కేంద్రముగా R వ్యాసార్ధము గల ఒక గోళాకారపు కర్పరము పై q విద్యుదావేశము ఏకరీతిగా వితరణ చెందినది అనుకొనుము.

ఉపరితల విద్యుదావేశ సాంద్రత $\sigma = \frac{q}{4\Pi R^2} = \frac{total\ charge}{surface\ area}$

సంధర్భము 1 :- కర్పరము వెలుపల ఉన్న బిందువు వద్ద పొటెన్షియల్ :-



పటం (4)

గోళకేంద్రము నుండి r దూరంలో గోళము వెలుపల ఉన్న బిందువు వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌ను కనుగొనవలెను అనుకొనుము. దీనికొరకు కర్పరమును అనేక వృత్తాకార రింగులుగా విభజించవలెను వీని కేంద్రములు OP పై ఉండును. వానిలో పటములో చూపిన విధముగా AB, CD తలాల మధ్య ఉన్న ABCD రింగును ఒక దానిని పరిశీలిద్దాము.

CP = X , $\angle COD = \theta$ and $\angle AOC = d\theta$

From the Δ^{le} OEC ;

$$CE = OC \sin\theta = R \sin\theta$$

సెక్టరు AOC నుండి $AC = R\, d\theta$

వృత్తాకార రింగు చుట్టుకొలత $= 2\Pi R \sin\theta$

రింగు వైశాల్యము $= 2\Pi R \sin\theta \times R\, d\theta$

$$= 2\Pi R^2 \sin\theta\, d\theta$$

ABCD రింగు పై ఆవేశము $dq = 2\Pi R^2 \sin\theta\, d\theta \,.\, \sigma$

$$= 2\Pi R^2 \sin\theta\, d\theta \,.\, \frac{q}{4\Pi R^2}$$

$$dq = \frac{q \sin\theta\, d\theta}{2}$$

రింగు పై ఉన్న ఆవేశము వలన P వద్ద పొటెన్షియల్ $dv = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{dq}{x}$

$$dv = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{q\sin\theta\, d\theta}{2x}$$

$$dv = \frac{q\sin\theta\, d\theta}{8\Pi\in_0 x}$$

పటము నుండి $X^2 = CE^2 + EP^2$

$$= R^2\sin^2\theta + \left(r - R\cos\theta\right)^2$$

$$= R^2\sin^2\theta + r^2 + R^2\cos^2\theta - 2rR\cos\theta$$

$$X^2 = R^2 + r^2 - 2rR\cos\theta$$

పై సమీకరణమును అవకలనము చేయగా

$$2x\,dx = 2rR\sin\theta$$

$$\therefore\ dv = \frac{q\times dx}{8\Pi\in_0\times r\,R} = \frac{q\,dx}{8\Pi\in_0 r\,R}$$

గోళాకారకర్పరము మీద మొత్తము ఆవేశము వలన P వద్ద పొటెన్షియల్ కనుగొనుటకు పై సమీకరణమును x=r-R నుండి x= r+R అవధుల మధ్య సమకలనం చేయాలి.

అనగా కర్పరము బాహ్య బిందువు వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్ విలువ కర్పరము మీద మొత్తము ఆవేశము కర్పర కేంద్రము వద్ద కేంద్రీకృతమైనపుడు పొటెన్షియల్‌కు సమానము.

<u>సందర్భము 2 :- కర్పర ఉపరితలము పై బిందువు వద్ద పొటెన్షియల్</u>

ఆ సందర్భములో r = R

ఉపరితలము పై పొటెన్షియల్ $V = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{q}{R}$

<u>సందర్భము 3 :- కర్పరము లోపల బిందువు వద్ద పొటెన్షియల్</u>

P బిందువు కర్పరము లోపల ఉన్న చో dV ను క్రింది అవధుల మధ్య సమాకలనము చేయాలి.

x = R- r నుండి x = R+r

$$V = \int_{R-r}^{R+r} dv = \int_{R-r}^{R+r} \frac{q\,dx}{8\Pi \in_0 r\,R}$$

$$= \frac{q}{8\Pi \in_0 r\,R} \left[x\right]_{R-r}^{R+r}$$

$$= \frac{q}{8\Pi \in_0 r\,R} \,.\, 2r$$

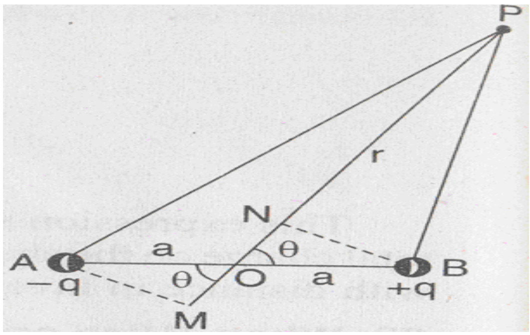
$$V = \frac{1}{4\Pi \in_0} \frac{q}{R}$$

కర్పరములోపల బిందువు వద్ద పొటెన్షియల్ కర్పర ఉపరితలముపై పొటెన్షియల్‌కు సమానము.

దూరముతో పొటెన్షియల్ మారు విధానమును క్రింది చిత్రములో చూడవచ్చును.

2.5 విద్యుత్ డైపోల్‌వలన పొటెన్షియల్ :-

2a పొడవు +q, -q ఆవేశాలు కలిగిన డైపోల్ పటములో చూపబడినది.



పటం (5)

డైపోల్ విద్యుత్ ద్విధ్రువ భ్రామకము P విలువ 2aq అగును. డైపోల్ మధ్య బిందువు 'O' నుండి r దూరములో ఉన్న P బిందువును తీసుకుందాము. డైపోల్ అక్షము AB తో OP చేయు కోణము θ అనుకొనుము.

BN, AM లు OP పై గీచిన లంబములు

B వద్ద ఉన్న +q ఆవేశం వల్ల P వద్ద పొటెన్షియల్ $V_1 = \frac{1}{4\Pi \in_0} \frac{q}{BP}$

$$V_1 = \frac{1}{4\Pi \in_0} \frac{q}{NP} \qquad (\because BP = NP)$$

A వద్ద ఉన్న −q ఆవేశం వల్ల P వద్ద పొటెన్షియల్ $V_1 = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{-q}{AP}$

$$V_2 = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{-q}{MP} \qquad (\because AP = MP)$$

P వద్ద ఫలిత పొటెన్షియల్

$$V = V_1 + V_2$$

$$V = \frac{q}{4\Pi\in_0}\left(\frac{1}{NP} - \frac{1}{MP}\right)\cdots\cdots\cdots 1$$

From the Δ^{le} *ONB*

$$ON = OB\,COS\theta$$

$$= a\,COS\theta$$

$$\therefore NP = OP - ON$$

$$= r - a\,COS\theta$$

Similarly From Δ^{le} *AMO*

$$OM = OACOS\theta = a\,COS\theta$$

$$\therefore MP = OM + OP$$

$$MP = a\,COS\theta + r$$

NP, MP విలువలను 1వ సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$V = \frac{q}{4\Pi\in_0}\left[\frac{q}{r - a\cos\theta} - \frac{q}{r + a\cos\theta}\right]$$

$$= \frac{q}{4\Pi\in_0}\;\frac{2a\cos\theta}{r^2 - a^2\cos^2\theta}$$

$$= \frac{p\cos\theta}{4\Pi\in_0\left(r^2 - a^2\cos^2\theta\right)} \qquad (\because 2aq = p)$$

r>>a అనుకుంటే $a^2\cos^2\theta$ పదమును నిర్లక్ష్యము చేయవచ్చును

$$\therefore V = \frac{p\cos\theta}{4\Pi\in_0 r^2}$$

<u>సందర్భము</u> 1 :- P బిందువు డైపోల్ అక్షము పై ఉన్నచో $\theta=0^0$ $\cos 0^0 = 1$

అక్షముపై పొటెన్షియల్ $\therefore v_{axis} = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{p}{r^2}$

<u>సందర్భము</u> 2 :- బిందువు డైపోల్ మధ్య లంబరేఖ పై ఉన్న చో $\theta=90^0$ $\cos 90^0 = 0$

డైపోల్ మధ్య లంబ రేఖపై పొటెన్షియల్ $\therefore v_{eq} = 0$

అనగా డైపోల్ మధ్య లంబ తలము పై విద్యుత్ పొటెన్షియల్ శూన్యము.

<u>విద్యుత్ డైపోల్ వలన ఏదైన బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత</u> :-

P యొక్క ధ్రువ నిరూపకాలు (r,θ) అనుకుంటే OP వెంబడి క్షేత్ర తీవ్రత త్రిజ్యా అంశ E_r విలువ

$$E_r = -\frac{\partial v}{\partial r}$$

$$substituting \quad v = \frac{p\cos\theta}{4\Pi\in_0 r^2}$$

$$E_r = -\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{p\cos\theta}{4\Pi\in_0 r^2}\right)$$

$$= -\frac{p\cos\theta}{4\Pi\in_0}\left(\frac{-2}{r^3}\right)$$

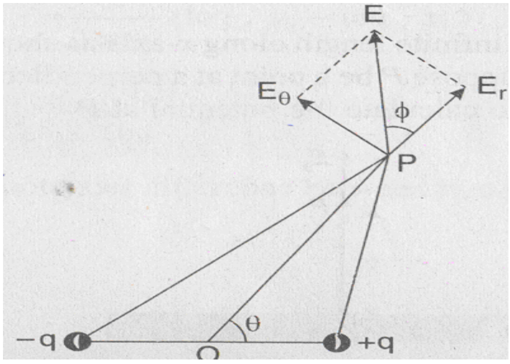
$$E_r = \frac{2p\cos\theta}{4\Pi\in_0 r^3}$$

విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత తిర్యక్ అంశ $E_\theta = -\frac{1}{r}\left(\frac{\partial v}{\partial\theta}\right)$

$$= -\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial\theta}\left(\frac{p\cos\theta}{4\Pi\in_0 r^2}\right)$$

$$= \frac{p\sin\theta}{4\Pi\in_0 r^3}$$

పటములో చూపిన విధంగా



పటం (6)

P వద్ద ఫలిత విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $E = \sqrt{E_R^2 + E_\theta^2}$

$$\therefore E = \sqrt{\left(\frac{2\,p\cos\theta}{4\Pi\in_0 r^3}\right)^2 + \left(\frac{p\sin\theta}{4\Pi\in_0 r^3}\right)^2}$$

$$= \frac{p}{4\Pi\in_0}\sqrt{4\cos^2\theta + \sin^2\theta}$$

$$E = \frac{p}{4\Pi\in_0 r^3}\sqrt{3\cos^2\theta + 1} \quad \cdots\cdots(2)$$

P బిందువు అక్షీయ రేఖపై ఉన్నచో $\theta = 0^0$

$$\therefore E_{axial} = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{2p}{r^3}$$

P బిందువు మధ్య లంబరేఖ పై ఉన్నచో $\theta = 90^0$

P బిందువు మధ్య లంబరేఖ పై ఉన్నచో $\theta = 90^0$

$$\therefore E_{eq} = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{p}{r^3}$$

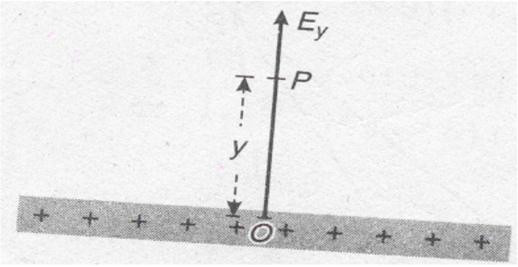
ఫలిత విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత OP తో చేయు కోణము ϕ అయితే

$$\tan\phi = \frac{E_\theta}{E_r} = \frac{1}{2}\tan\theta \quad \cdots\cdots\cdots(3)$$

2,3 సమీకరణములు డైపోల్ వల్ల విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత యొక్క పరిమాణము, దిశలను సూచించును.

2.6 అనంతమైన పొడవు కలిగిన రేఖా ఆవేశము వలన విద్యుత్ పొటెన్షియల్ :-

పటములో చూపిన విధముగా అనంతమైన పొడవు కల రేఖా ఆవేశము /// అక్షము వెంబడి ఉన్నది అనుకొనుము.



పటం (7)

ప్రమాణ పొడవుకు ఆవేశము λ అనుకొనుము.

రేఖా ఆవేశము నుండి y దూరములో ఉన్న P బిందువు వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్ కనుగొనవలెను అనుకొనుము.

గాస్ సిద్ధాంతము నుండి P వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $E = \frac{\lambda}{2\Pi \in_0 y}$

P వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్ $V_y = \int_{\infty}^{y} -E\ dy = -\int_{\infty}^{y} \frac{\lambda}{2\Pi \in_0 y}\ dy$

$$= \frac{\lambda}{2\Pi \in_0} \log_e\left(\frac{\infty}{y}\right) = \infty$$

అనగా అనంత పొడవుగల రేఖా ఆవేశము వల్ల అన్ని బిందువుల వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్ అనంతముగా ఉండును.

తీగ నుండి y_1, y_2 దూరములలోనున్న రెండు బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా

$$V_1 - V_2 = \frac{\lambda}{2\Pi \in_0}\left[\log_e \frac{y_2}{y_1}\right]$$

2.7 ఉదాహరణ లెక్కలు :-

1. బంగారు పరమాణువు ఉపరితలముపై విద్యుత్ పొటెన్షియల్ ఎంత. బంగారం పరమాణువు కేంద్రకం వ్యాసార్ధము 6.6×10^{-15} m పరమాణు సంఖ్య 79.

sol) బంగారం కేంద్రకంలోని విద్యుదావేశము $q = 79\, e$

$$= 79 \times 1.6 \times 10^{-19}\ c$$

కేంద్రక వ్యాసార్ధము $r = 6.6 \times 10^{-15}$ m

కేంద్రక ఉపరితలముపై పొటెన్షియల్

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$$

$$= 9\times10^{9}\times\frac{79\times1.6\times10^{-19}}{6.6\times10^{-15}}$$

$$= 17\times10^{6}\ volts$$

2. 560 volts ఉపరితల పొటెన్షియల్ కలిగిన ఒక గోళాకార నీటి బిందువు 3×10^{-6} C కులూంబులు విద్యుదావేశమును కలిగి ఉన్నది. నీటి బిందువు వ్యాసార్ధమును కనుగొనుము.

sol) పొటెన్షియల్ $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$

$\therefore$ వ్యాసార్ధము $r = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{v}$

$$\therefore r = 9\times10^{9}\times\frac{3\times10^{-6}}{560} = 54\ m$$

3. 1.5×10^{-8} c కులూంబుల బిందు ఆవేశము A అనే బిందువు వద్ద ఉంచబడినది. 30V పొటెన్షియల్ కలిగిన సమశక్మతలము వ్యాసార్ధమును కనుగొనుము.

ఆవేశము $q = 1.5\times10^{-8}$ c

పొటెన్షియల్ $v = 30V$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$$

వ్యాసార్ధము $r = 9\times10^{9}\times\frac{1.5\times10^{-8}}{30}$

$= 4.5$ m

4.. 10^{-4} cm వ్యాసార్ధము కల గోళాకారపు తైలబిందువుపై ఒకానొక సమయములో 20 ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్నవి. ఆ తైల బిందువుపై అదనపు ఆవేశమును ఉంచుటకు కావలసిన శక్తిని గణించుము.

sol) తైల బిందువుపై విద్యుదావేశము q = 20 ఎలక్ట్రాన్‌ల ఆవేశము

$$= 20 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$= 32 \times 10^{-19} \text{ C}$$

వ్యాసార్ధము $r = 10^{-4}$ cm $= 10^{-6}$ m

తైల బిందువు పై పొటెన్షియల్ $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$

$$= 9\times10^9\times\frac{32\times10^{-19}}{10^{-6}} = 9\times32\times10^{-4}\text{V}$$

తైల బిందువు పై అదనపు ఆవేశమును ఉంచుటకు కావలసిన శక్తి = ఎలక్ట్రాన్ ను అనంతదూరము నుండి V పొటెన్షియల్ గల బిందువు వరకు తీసుకు రావడానికి చేయవలసిన పని

$$= Vq$$

$$= 9\times32\times10^{-4}\times1.6\times10^{-19}$$

$$= 460.8\times10^{-23} \quad J$$

5. 4.5×10^{-10} c – m ద్విధ్రువ భ్రామకముకల డైపోల్ మధ్య బిందువు నుండి 1 m దూరంలో అక్షము పై గల బిందువు వద్ద మధ్య లంబరేఖ పై గల బిందువు వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్ కనుగొనుము.

sol) డైపోల్ వలన పొటెన్షియల్ $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{p\cos\theta}{r^2}\right)$

1) డైపోల్ అక్షము పై ఉన్న బిందువు వద్ద పొటెన్షియల్

$$V = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{p}{r^2}$$

$$= 9\times10^9\times\frac{4.5\times10^{-10}}{(1)^2}$$

$$= 4.05 \quad volts$$

2) డైపోల్ మధ్య లంబ రేఖ పై గల బిందువు వద్ద $\theta = 90^0$

$$\therefore V = \frac{1}{4\Pi\in_0}\left(\frac{p\cos 90}{r^2}\right) = 0$$

6) 1 cm దూరంలో వేరు చేయబడిన రెండు క్షితిజ సమాంతర పలకల మధ్య 1mg ద్రవ్యరాశి గల తైల బిందువు నిశ్చల స్థితిలో ఉన్నది. పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా 980 volts అయితే తైలబిందువు పై విద్యుత్ క్షేత్రంలో పని చేయుబలమును లెక్కించుము.

sol) పొటెన్షియల్ v = 980 volts

దూరము d = 1 cm = $10^{-2}\, m$

తైల బిందువు ద్రవ్యరాశి $m = 1\, mg = 10^{-6}\, kg$

గురుత్వ త్వరణము $g = 9.8\, m/s^2$

పలకల మధ్య విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $E = V/d$

$\therefore$ తైలబిందువు పై విద్యుత్ క్షేత్రంలో పని చేయు బలం

$$F = E\,q$$
$$F = \left(v/d\right)q$$

7) 1 cm వ్యాసార్ధము కలిగి 300 V పొటెన్షియల్ ను కలిగి ఉన్న గోళము పై ప్రమాణ వైశాల్యము మీద పని చేయు బలమును కనుగొనుము.

sol)

$$V = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{q}{r}$$

$$300 = 9\times 10^9 \times \left(\frac{q}{10^{-2}}\right)$$

$$\therefore q = \frac{1}{3}\times 10^{-9}$$

విద్యుదావేశ సాంద్రత $(\sigma) = \frac{q}{4\Pi r^2} = \frac{\frac{1}{3}\times 10^{-9}}{4\times 3.14\times (10^{-2})^2}$

$$= \frac{10^{-9}}{3\times 4\times 3.14\times 10^{-4}}$$

$$= \frac{10^{-5}}{37.68}$$

ప్రమాణ వైశాల్యము పై పని చేయు బలము $F = \frac{\sigma^2}{2\in_0}$

$$= \frac{\left(\frac{10^{-5}}{37.68}\right)^2}{2\times 8.85\times 10^{-12}}$$

$$= 3.97\times 10^{-3}\ N/m^2$$

8) ఒక డైపోల్ విద్యుదావేశాలు 5×10^{-6} c మరియి 5×10^{-6} c అవి 2 cm దూరంలో వే రు చేయబడి ఉన్నవి. డైపోల్ ఆక్షియ రేఖ పై మధ్య బిందువు నుండి 10 cm దూరంలో ఉన్న బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత కనుగొనుము.

sol) డైపోల్ భ్రామకము $p = 2a\,.\,q$

$$= 2\times 10^{-2}\times 5\times 10^{-6}$$

$$= 10^{-7}\ c-m$$

విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $E = \frac{1}{4\Pi\in_0}\frac{2pr}{(r^2-a^2)^2}$

$$= \frac{9\times 10^{9}\times 2\times 10^{-7}\times 0.1}{\left[(0.1)^2 - (0.01)^2\right]^2}$$

$$= \frac{18\times 10}{(0.11\times 0.09)^2} = \frac{180}{9.8\times 10^{-5}} = 18.37\times 10^{5}$$

$$= 1.837\times 10^{4}\ N/C$$

2.8 సారాంశము :-

1. అనంత దూరము నుండి ప్రమాణ ధనావేశమును విద్యుత్ క్షేత్రములోని ఏదైన బిందువు వద్దకు తీసుకురావడానికి క్షేత్రాన్ని ఎదిరిస్తూ చేసిన పనిని ఆ బిందువు వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్ అంటారు.
2. విద్యుత్ క్షేత్రములో రెండు బిందువుల మధ్య ప్రమాణ ధనావేశమును జరుపుటకు చేయవలసిన పనిని ఆ రెండు బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా అంటారు.
3. విద్యుత్ క్షేత్రములో ఒకే పొటెన్షియల్ కలిగిన బిందువుల బిందుపథమును సమశక్మతలము అంటారు.

2.9 ముఖ్యమైన పదములు :-

విద్యుత్ పోటన్షియల్ – పొటన్షియల్ తేడా – ద్విధ్రువ భ్రామకము.

2.10 స్వయం విశ్లేషణా ప్రశ్నలు :-

దీర్ఘ సమాధాన ప్రశ్నలు :-

1. విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌ను నిర్వచింపుము. ఆవేశపూరిత గోళాకారపు కర్పరము వల్ల విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌కు సమీకరణము రాబట్టుము.
2. విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌ను నిర్వచింపుము. అనంతమైన పొడవు కలిగిన రేఖీయ ఆవేశము వల్ల విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌కు సమీకరణము రాబట్టుము.
3. విద్యుత్ డైపోల్ వల్ల విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌కు సమీకరణము రాబట్టి దాని నుండి విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతకు సమీకరణము రాబట్టుము.

స్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు :-

1. బిందు ఆవేశము వలన విద్యత్ పొటెన్షియల్‌కు సమీకరణము రాబట్టుము.
2. విద్యుత్ డైపోల్ వల్ల పొటెన్షియల్‌కు సమీకరణము రాబట్టుము.
3. ఆవేశపూరితమైన గోళకార కర్పరము వలన ఉపరితలము లోపలి బిందువు వద్ద పొటన్షియల్‌ను కనుగొనుము.

2.11 లెక్కలు :-

1. ఒకొక్కటి 1mm వ్యాసార్థము, 10^{-19} కూలూంబుల విద్యుదావేశమును కలిగి ఉన్న 8 నీటి బిందువులు కలసి ఒక పెద్ద నీటి బిందువుగా ఏర్పడితే పెద్ద నీటి బిందువు పొటెన్షియల్ ఎంత? (Ans : 3600 volt)
2. అనంతమైన పొడవుకల ఒక తీగ ఏకరీతిగా ఆవేశపూరితము కాబడినది. తీగ రేఖీయ ఆవేశ సాంద్రత 10^{-6} C/m తీగకుపైన 1m దూరంలోను క్రింద 0.1m దూరంలోను ఉన్న బిందువుల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడాను

కనుగొనుము.

3. 1 cm మరియు 8 cm వ్యాసార్థముకల రెండు ఏక కేంద్ర గోళములపై వరుసగా 20×10^{-8} c మరియు -12×10^{-8} c ఆవేశము ఏకరీతిగా వితరణ చెంది ఉన్నది.

1) బాహ్య గోళ ఉపరితలము మీద

2) అంతర గోళ ఉపరితలం మీద

3) కేంద్రము వద్ద విద్యుత్ పొటెన్షియల్‌ను లెక్కించుము.

Ans : 1) 9000 volt 2) 31500 volt 3) 31500 volt

2.12 నిర్దేశిత గ్రంధాలు :-

1. Electricity - Magnetism Brijilaland Subrahmanyam
2. Electricity - Magnetism and Electronics - K.K. Tiwari
3. Telugu Acadamy - III Year Physics
4. Electricity and Magnetism - Thoyal
5. Electricity and Magnetism, Electronics - S.L. Gupta, Sanjeeva Gupta.

.. .. ..

UNIT-I
Lesson-3

3. రోధకములు

పాఠ్యాంశములో నేర్చుకొను విషయములు :-

1. విద్యుత్ క్షేత్రంలో డైపోల్ యొక్క స్థితి శక్తిని గూర్చి తెలుసుకొనుట.

2. రోధక ధ్రువణము మరియు ఆవేశ సాంద్రతలను గూర్చి తెలుసుకొనుట.

3. రోధకములను గూర్చి రోధకాలలో గాస్ సిద్ధాంతమును తెలుసుకొనుట

4. D, E, P ల మధ్య సంబంధమును తెలుసుకొనుట.

5. రోధక స్థిరాంకము మరియు ససెప్టిబిలిటీల వివరణ

6. రోధక సరిహద్దుతలాల వద్ద నిబంధనలను గూర్చి తెలుసుకొనుట.

పాఠ్య నిర్మాణము

3.1. రోధకాలు - పరమాణు భావన

3.2. డైపోల్ యొక్క స్థితి శక్తి

3.3. రోధక ధ్రువణము మరియు ఆవేశసాంద్రత

3.4. రోధకాలతో గాస్ సిద్ధాంతము.

3.5. D, E, P ల మధ్య సంబంధము

3.6. రోధక స్థిరాంకము మరియు ససెప్టిబిలిటీ

3.7. రోధక ఉపరితలముపై సరిహద్దునిబంధనలు

3.8. సాధించిన లెక్కలు

3.9. దీర్ఘ సమాధాన ప్రశ్నలు

3.10. లెక్కలు

3.11. పాఠ్యసారాంశము.

3.12. ముఖ్యమైన పదాలు

3.13. నిర్దేశిత గ్రంథాలు

3. రోధకములు

పరిచయం :-

ఏ పదార్ధములో స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉండవో లేదా విద్యుత్ ప్రవాహము కలిగించుటకు సరిపడునన్ని స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్‌లు లేని పదార్ధములను రోధకములు అంటారు. మైకా, గాజు, ప్లాస్టిక్‌లు ఉదాహరణలు. ఏదైనా కెపాసిటర్ పలకలమధ్యలో రోధకపు పలకను ఉంచినపుడు కెపాసిటర్ పలకలపై ఆవేశము పెరుగును అందువలన కెపాసిటర్ కెపాసిటీ పెరుగును. రోధకపలక సహాయంతో రెండు లోహపు పలకలను అత్యల్ప దూరముతో వేరు చేయవచ్చును. రోధకములలో ధ్రువ రోధకాలు, అధ్రువ రోధకాలు అని రెండు రకములు కలవు. అధికమైన విద్యుత్ బంధకములుగా క్వార్ట్జ్, మైకా, గాజు మరియు పారాఫిన్‌లను వాడుదురు. అధికమైన రోధక స్థిరాంకము గల పదార్ధములుగా గాజు, మైకాలను వాడుతారు. నిర్ధిష్టమైన విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత వద్ద రోధకములు తమ రోధక లక్షణములను కోల్పోవును. ఆ క్షేత్ర తీవ్రతను భంజన క్షేత్ర తీవ్రత అంటారు. గాలికి క్షేత్ర తీవ్రత విలువ 3×10^6 volt/meter. రెండు లోహపు పలకల మధ్యలో 300Volts/mm పొటెన్షియల్ తేడా ఉండునట్లు ఏర్పాటు చేస్తే ఆ పలకల మధ్యలో ఉన్న గాలి బంధక లక్షణాన్ని కోల్పోయి వాహకతను సంతరించుకొనును.

3.1 రోధకాలు – పరమాణు భావన :-

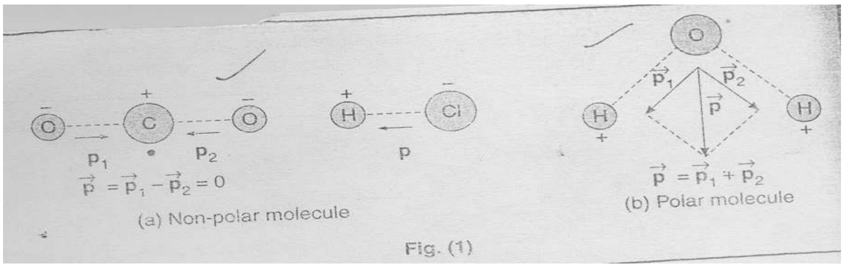
1. రోధకము లేదా బంధకాలు స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్‌లను కలిగి ఉండవు. ఈ పదార్ధములలోని పరమాణు కేంద్రకలచే ఎలక్ట్రాన్‌లు బలముగా బంధించబడి ఉంటాయి. వాహకములలో స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్‌లు బలముగా బంధించబడి ఉంటాయి. వాహకములలో స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్‌లు చాలా అధిక సంఖ్యలో ఉంటాయి. స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రాన్‌లు వాహకము గుండా ప్రయాణిస్తాయి.
2. రోధకాలగుండా విద్యుత్ ప్రవహించదు. రోధక పదార్ధములకు బాహ్య విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని వర్తింప చేస్తే వానిలోని ఎలక్ట్రాన్‌లు తమ మాధ్యమిక స్థానములకు ఇరువైపులా చలిస్తాయి. కాని తమ స్థానములను వదలి పోవు. వాస్తవానికి స్వచ్ఛమైన పదార్థాలలో స్వల్పమైన వాహకత ఉండును.
3. ఏదైనా రోధకము పై ఆవేశాన్ని ఉంచితే అది ఆ ప్రదేశంలోనే నిలకడగా ఉండును. కాని వాహకానికి ఇస్తే అది ఉపరితలము పై మాత్రమే చేరును.
4. ఒక నిర్ధిష్టమైన విద్యుత్ క్షేత్రము విలువకు రోధకము దాని బంధక లక్షణాన్ని కోల్పోవును. ఆక్షేత్ర సత్యమును భంజన క్షేత్ర సత్యము అంటారు.

3.2 డైపోల్ (ద్విధ్రువము) యొక్క స్థితి శక్తి :- పరమాణువు సమాన పరిమాణములలో ధన మరియు ఋణావేశమును కలిగి ఉండును. ఏదేని ఒక అణువునందలి ధనావేశము అంతా ఒక బిందువు వద్ద, ఋణావేశము అంతా వేరొక బిందువు వద్ద కేంద్రీకృతమైనట్లు భావిద్దాము. ధనావేశము కేంద్రీకృతమైన బిందువు ఋణావేశము కేంద్రీకృతమైన బిందువు రెండూ ఒక

దానితో ఒకటి ఏకీభవిస్తే ఆ అణువులను అధ్రువ అణువులు అంటారు. ఇటువంటి అణువులకు సౌష్టవ నిర్మాణము ఉంటుంది. వీటి ద్విధ్రువ భ్రామకము విలువ శూన్యము ఉదాహరణ H_2, N_2, O_2, CO_2, C_6H_6 మొదలైనవి.

అలాకాకుండ రెండు ఆవేశ కేంద్రీకృత బిందువులు ఒక దానితో ఒకటి ఏకీభవించకపోతే ఆ అణువులను ధ్రువాణువులు అంటారు. ధ్రువాణువులు అసౌష్టవ నిర్మాణమును కలిగి శాశ్వత ద్విధ్రువ భ్రామకమును కలిగి ఉండును.

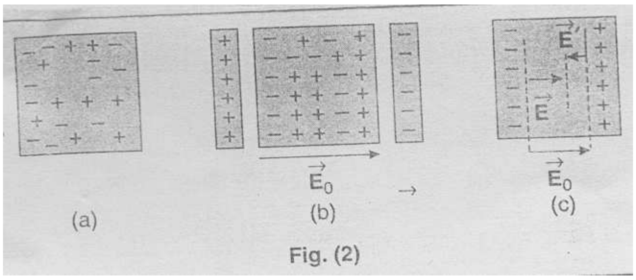
ఉదాః H_2O, HCl, CO, N_2O, NH_3



పటం (1)

విద్యుత్ క్షేత్రములో రోధకములను ఉంచినపుడు మాత్రమే ధ్రువణము చెందితే వానిని అధ్రువ రోధకాలు అంటారు. ఇటువంటి రోధక పలక విద్యుత్ క్షేత్రమునకు గురి అయినపుడు (సమాంతరపలకల కెపాసిటర్ పలకల మధ్యలో ఉంచినపుడు) పలక ఒకతలముపై ధనావేశము, రెండవ తలముపై ఋణావేశము ప్రేరితము అగును. దీనిని రెండవ పటములో చూడవచ్చును. 2వ పటములో చూపినట్లు E_o పరిమాణముగల బాహ్య విద్యుత్ క్షేత్రానికి గురి అయినపుడు ఉపరితలము పై ఏర్పడు ఆవేశముల వల్ల ఏర్పడు విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత E^1 బాహ్య విద్యుత్ క్షేత్రమును E_o వ్యతిరేకించు దిశలో ఏర్పడును. అందువల్ల ఫలిత విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $E = E_0 - E^1$ అగును.

పటం (2)

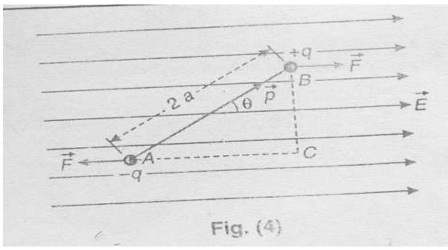


అనగా రోధక పలకను బాహ్య విద్యుత్ క్షేత్రములో ఉంచినపుడు రోధక పలకలపై ఏర్పడు ప్రేరిత ఆవేశముల వల్ల ఏర్పడు ప్రేరిత క్షేత్రము బాహ్య క్షేత్రాన్ని వ్యతిరేకించు దిశలో ఏర్పడును.అనియత దిగ్విన్యాసము వలన ధ్రువరోధకాలు శాశ్వత

ద్విధ్రువ భ్రామకాన్ని కలిగి ఉండును. అంతర్గత ఉష్ణ అలజడివలన ఈ అణువులు ఎల్లపుడు అనియతం గానే అమరి ఉంటాయి. బాహ్య విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని పెంచడం ద్వారా కాని, ఉష్ణోగ్రతను తగ్గించడం ద్వారా కాని అమరికను నియతం చేయవచ్చును. ధృవ అణువును విద్యుత్ క్షేత్రంలో ఉంచినపుడు దాని ద్విధ్రువ భ్రామకమును $P_p + P_i$ గా వ్రాయవచ్చును. ఇచట P_p అనేది శాశ్వత ద్విధ్రువ భ్రామకము, P_i అనేది ప్రేరిత ద్విధ్రువ భ్రామకమును సూచించును. అధ్రువ అణువులను బాహ్య క్షేత్రంలో ఉంచినపుడు అవి కేవలము ప్రేరిత ద్విధ్రువ భ్రామకమును మాత్రమే పొందును. కాని ధ్రువ అణువులు బాహ్య క్షేత్రంలో వాటి ద్విధ్రువ భ్రామకము పెరుగు దిశలో అమరును.

<u>విద్యుత్ క్షేత్రంలో ద్విధ్రువాణువు యొక్క స్థితి శక్తి</u> ః-

సమాన పరిమాణములుకల రెండు విరుద్ధ ఆవేశములు కొద్ది దూరములో వేరుచేయబడిఉంటే ఆ వ్యవస్థను విద్యుత్ ద్విధ్రువము అంటారు. ఒక్కొక్కట q పరిమాణము కలిగి 2a దూరంలో ఉన్న ద్విధ్రువము యొక్క భ్రామకము 2 a q అగును. ద్విధ్రువ భ్రామకము p దిశ ఋనావేశము నుండి ధనావేశము వెంబడి ఉండును. ద్విధ్రువమును విద్యుత్ క్షేత్రములో ఉంచినపుడు F, −F పరిమాణములు కల బలములు వరసగా +q, −q, ఆవేశములపై పటములో చూపిన విధముగా పనిచేయును. బలములు ద్విధ్రువముపై బలయుగ్మమును ఏర్పరచును. బలయుగ్మ భ్రామకము విలువ PE కు సమానము.



పటం (3)

ఈ బలయుగ్మ భ్రామకము విద్యుత్ ద్విధ్రువమును క్షేత్రమునకు సమాంతరంగా తీసుకురాడానికి ప్రయత్నించును.

సదిశా రూపంలో ద్విధ్రువ భ్రామకము $\tau = \bar{P} \times \bar{E}$

ఈ ద్విధ్రువ భ్రామకము వలన ద్విధ్రువము అక్షము క్షేత్రమునకు సమాంతరముగా తిరుగుటకు ప్రయత్నించును. తిరుగుటలో జరిగిన పని వ్యవస్థలో స్థితి శక్తి రూపంలో నిలువ ఉండును. ద్విధ్రువము $d\theta$ కోణంతో భ్రమణం చెందితే జరిగిన పని dw అయితే dw = ద్విధృవ భ్రామకము × కోణము

$$= \tau \times d\theta$$

θ_1, స్థానము నుండి θ_2 స్థానమునకు భ్రమణము చెందినపుడు జరిగినపని

$$W = \int dw = \int_{\theta_1}^{\theta_2} PE \sin\theta \; d\theta$$

ఈ జరిగిన పని తుది స్థితిలో డైపోల్ నందు స్థితి శక్తి రూపంలో నిలువ ఉండును.

స్థితి శక్తి $U = pE(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$

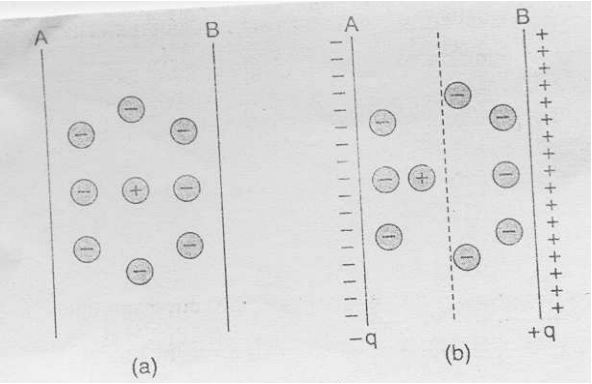
తుది స్థితిలో డైపోల్ అక్షము క్షేత్రదిశతో /// చేయునట్లు నిలిస్తే డైపోల్ నందు నిలువ ఉన్న స్థితి శక్తి

$$U = -pE\cos\theta 2 = pE\cos\theta$$

$$U = -p.E$$

3.3 విద్యుత్ ధ్రువణము మరియు ఆవేశ సాంద్రత :-

సమానమైన పరిమాణములో విరుద్ధ విద్యుదావేశములను కలిగి ఉన్న రెండు లోహపు పలకల మధ్య (కెపాసిటర్ పలకల మధ్య) ఒక రోధకపు దిమ్మను ఉంచినామనుకొనుము. పలకలపై ఆవేశము లేనపుడు రోధక పరమాణువులోని ఆవేశ అమరిక పటము (4a) లో చూపిన విధముగా ఉండును. పలకలపై విద్యుదావేశము ఉంచినపుడు పలకలమధ్యలో ఏర్పడు విద్యుత్ క్షేత్రము ఏర్పడి ఎలక్ట్రాన్‌లు స్వల్పముగా స్థానభ్రంశము చెందును. ఎలక్ట్రాన్‌లు ధనావేశ పూరిత పలక వైపు, ధనావేశము (కేంద్రకములు) ఋణావేశపూరిత పలకవైపు (4b) పటములో చూపిన విధముగా రోధక పలకవైపు ప్రోగుపడును.



పటము(4)

ప్రమాణ ఘన పరిమాణమునకు విద్యుత్ ద్విధ్రువ భ్రామకమును విద్యుత్ ధ్రువణము P అంటారు.

విద్యుత్ ద్విధ్రువ భ్రామకము P విలువ q l, రోధక దిమ్మ ఘనపరిమాణము Al అయితే ప్రమాణ ఘనపరిమాణమునకు విద్యుత్ ద్విధ్రువ భ్రామకము లేదా రోధక ధ్రువణము

$$P = q'l/A\,l = q'/A$$

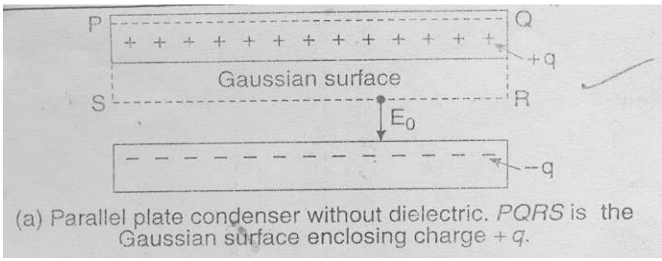
అందువల్ల రోధక ధ్రువణము పరిమాణాత్మకముగా ఉపరితల ప్రేరిత ఆవేశ సాంద్రతకు సమానము.

3.4 రోధకములలో గాస్ సిద్ధాంతము ః-

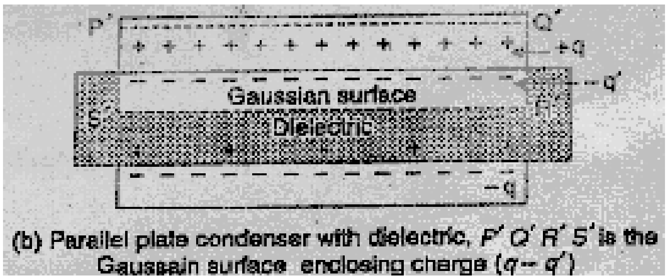
ఒక సంవృత తలము గుండా పోవు విద్యుదభివాహము విలువ ఆ తలములోపల ఉన్న విద్యుదావేశమునకు $1/\in_0$ రెట్లు ఉండునని గాస్ సిద్ధాంతము తెలుపుతోంది.

$$\phi_E = \oint E.ds = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

E అనేది విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతను, ds అనేది ఉపరితలవైశాల్యమును సూచించును.



పటము (5a) (a) Parallel plate condenser without dielectric. PQRS is the Gaussian surface enclosing charge +q.



పటము (5a) (b) Parallel plate condenser with dielectric, P' Q' R' S' is the Gaussain surface enclosing charge (q − q')

పటము (5a) కెపాసిటర్ పలకల మధ్య రోధకములేనప్పటి స్థితి, పటము (5b) పలకల మధ్య రోధకము ఉన్నప్పటి స్థితిని సూచించుచున్నది. రెండు సందర్భములలోను కెపాసిటర్ పలకల మీద ఉన్న ఆవేశము సమానము.

కెపాసిటర్ పలకల మధ్యలో రోధకములేనపుడు గాసియన్ తలమును ఉహించి గాస్ సూత్రమును వర్తింప చేస్తే

$$E_0 = (q/\in_0 \ A)...............(1)$$

A కెపాసిటర్ పలకవైశాల్యము.

పటము లో చూపిన విధముగా కెపాసిటర్ పలకల మధ్యలో రోధకపు పలక నుంచి గాసియన్ తలము P'Q'R'S' ను ఊహిస్తే గాసియన్ తలములోని ఆవేశము q-q' కు సమానము దీనిలో q' అనేది రోధకపు పలకపై ప్రేరిత ఆవేశమును

సూచించును. రోధకములోపల ఫలిత విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత P అయితే గాస్ సిద్ధాంతం నుండి

$E.dS = q - q'/\in_0$, or $EA = (q-q')/\in_0$

$E = (q-q')/\in_0 A$ .... (2)

కాని $E_o/k = (q-q')/\in_0 A$

$$\frac{q}{k\varepsilon_0 A} = \frac{q}{\varepsilon_0 A} - \frac{q^1}{\varepsilon_0 A} \quad \text{or}$$

$$\Rightarrow q^1 = q - \frac{q}{k} = q\left(1 - \frac{1}{k}\right)$$

ఈ విలువను (2) లో ప్రతిక్షేపించగా

$$\oint E.ds = \frac{q}{\varepsilon_0} - \frac{q}{\varepsilon_0}\left(1 - \frac{1}{k}\right)$$

$$\oint E.ds = \frac{q}{\varepsilon_0} - \frac{q}{\varepsilon_0} + \frac{q}{\varepsilon_0 k} = \frac{q}{\varepsilon_0 k}$$

$$k\oint E.ds = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

దీనినే రోధకములో గాస్ సూత్రము అంటారు.

<u>3.5 D, E మరియు P ల మధ్య సంబంధము</u> :-

1. విద్యుత్ తీవ్రత సదిశ E: విద్యుత్ క్షేత్రంలో ప్రమాణధనావేశంపై పనిచేయు బలము విలువ ఆ బిందువు వద్ద విద్యుత్ తీవ్రతా సదిశ E పరిమాణమునకు సమానము. విద్యుత్ తీవ్రత సదిశ దిశ ఆ బిందువు వద్ద విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతకు సమానము.

2. రోధక ధ్రువణము P **:-** రోధకమును విద్యుత్ క్షేత్రములో ఉంచినపుడు అది ధ్రువణము చెందును. ప్రమాణ ఘనపరిమాణమునకు విద్యుత్ ద్విధ్రువభ్రామకమును రోధక ధ్రువణము అంటారు.

3. విద్యుత్ స్థానభ్రంశసదిశ D **:-** రోధకమును విద్యుత్ క్షేత్రమునకు గురిచేసినపుడు దాని ఉపరితలముపై విద్యుదావేశములు ప్రేరితమవుతాయి. ప్రమాణ వైశాల్యము కలిగిన ఉపరితలమునుండి బహిర్గతమయ్యే బలరేఖల సంఖ్యను విద్యుత్ స్థాన భ్రంశము D అంటారు.

ఒక రోధక పలకను కెపాసిటర్ పలకల మధ్యలో ఉంచినామనుకొనుము. అపుడు రోధకపలకపై విద్యుదావేశములు ప్రేరితమగును. కెపాసిటర్ ధన పలకవైపు ఉన్న రోధకతలముపై ఋణావేశము, ఋణపలకవైపు ఉన్న తలముపై ధనావేశము ప్రేరితమగును. కెపాసిటర్ పలకలపై ఆవేశము q, రోధకపలకపై ప్రేరిత ఆవేశము q^1 అయితే వీటి మధ్య సంబంధంను క్రిందివిధముగా వ్రాయవచ్చును.

$$\frac{q}{k\varepsilon_0 A} = \frac{q}{\varepsilon_0 A} - \frac{q^1}{\varepsilon_0 A} \text{----------(1)}$$

from (1) we have $\frac{q}{\varepsilon_0 A} = \frac{q}{k\varepsilon_0 A} + \frac{q^1}{\varepsilon_0 A} \Rightarrow \frac{q}{A} = \varepsilon_0 \left(\frac{q}{k\varepsilon_0 A} \right) + \frac{q^1}{A}$

we know that $\frac{q}{k\varepsilon_0 A} = E$ and $\frac{q^1}{A} = P$

$\frac{q}{A} = \varepsilon_0 E + P$ we put $\frac{q}{A} = D$

3.6 రోధక స్థిరాంకము మరియు ససెప్టిబిలిటీ :-

సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ పలక మధ్య భాగము రోధకముతో నింపబడిఉన్నపుడు దాని కెపాసిటికి అదే కెపాసిటర్ పలకలమధ్య శూన్యం ఉన్నప్పటి కెపాసిటీకి గల నిష్పత్తిని రోధక స్థిరాంకము అంటారు.

కెపాసిటర్ పలకల మధ్య రోధకము ఉన్నపుడు పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా V_d విలువ, పలకల మధ్య శూన్యం ఉన్నప్పటి పొటెన్షియల్ V_0 కన్న తక్కువగా ఉన్నట్లు కనుగొన్నారు. V_0 కు, V_d కు మధ్య నిష్పత్తిని రోధక స్థిరాంకము అంటారు. అదే విధంగా యానకము పెర్మిటివిటీ ε_r కు, శూన్యయానకము పెర్మిటివిటీ ε_0 కు గల నిష్పత్తిని రోధక స్థిరాంకము అంటారు. అదే విధంగా శూన్యంలో రెండు విరుద్దావేశాల మధ్య బలానికి గల నిష్పత్తిని యానకం రోధక స్థిరాంకము అంటారు. రోధక స్థిరాంకము అనేది ఒక నిష్పత్తి మాత్రమే. దీని విలువ శూన్యమునకు ఒకటి. లోహాలకు ఒకటి కన్న ఎక్కువ.

విద్యుత్ ససెప్టిబిలిటీ χ :- రోధకాన్ని విద్యుత్ క్షేత్రములో ఉంచిననూ అది ధృవణం చెందును. విద్యుత్ ధ్రువణ సదిశ P, విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత E కు అనులోమానుపాతంలో ఉండును.

$$\therefore P \propto E \quad \text{or} \quad P = \chi E$$

అనుపాత స్థిరాంకము χ ను విద్యుత్ ససెప్టిబిలిటీ అంటారు. విద్యుత్ ధ్రువణ సదిశ P కు, విద్యుత్ క్షేత్రతీవ్రత E కు గల నిష్పత్తిని విద్యుత్ ససెప్టిబిలిటీ అంటారు.

3.7 రోధక సరిహద్దు తలము వద్ద సరిహద్దు నిబంధనలు :-

రెండు రోధక తలముల సరిహద్దు వద్ద E మరియు D లు మారు విధానమును తెలుపు నియమములను సరిహద్దు నిబంధనలు అంటారు. ఈ క్రింద తెలిపిన రెంటిని సరిహద్దు నిబంధనలు అంటారు.

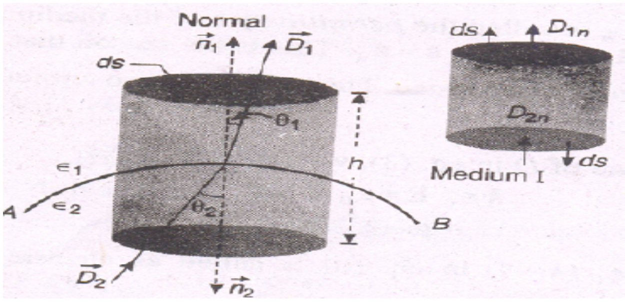
1. రెండు వేరు వేరు రోధకముల ఉమ్మడి సరిహద్దుకు ఇరువైపులా లంబదిశలో విద్యుత్ స్థానభ్రంశముల విలువలు సమానము (లేదా) విద్యుత్ స్థానభ్రంశలంబాంశ రోధక సరిహద్దుకు ఇరువైపులా అవిచ్ఛిన్నంగా ఉంటుంది.

2. రోధక సరిహద్దుకు ఇరువైపులా ఉన్న విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతల స్పర్శాంశలు సమానము.

పటములో చూపిన విధముగా AB అనేది $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ పెర్మిటివిటీలు గల రెండు రోధకము సరిహద్దులో చిన్న ప్రదేశమును సూచించుచున్నది. రోధకములు సజాతీయము, వియుక్తము అయిన యానకములుగా పరిగణించవచ్చును. యానకములోని అన్ని బిందువుల వద్ద యానక ధర్మములు సమానంగా ఉంటే ఆయానకాన్ని సజాతీయ యానకము అంటారు. అన్ని దిశలలోను యానక ధర్మములు ఒకేలా ఉంటే ఆ పదార్థములను ఏకరీతి లేదా సమదైశిక పదార్థములు అంటారు.

సరిహద్దు ఉపరితలముపై ds స్వల్పవైశాల్యము గల తలమును పరిశీలిద్దాము. వక్రతలము పై ఉపరితలము చిన్నదిగా ఉండుటచేత ds ను సమతలముగా భావించవచ్చును. D_1 మరియు D_2 లు రెండు యానకములలోను ఇరువైపులా విద్యుత్ స్థానభ్రంశ సదిశలు అనుకొనుము. θ_1 మరియు θ_2 లు ds కు గల లంబముతో చేయు కోణములు అనుకొనుము. D కు సరిహద్దు నిబంధనను తెలుసుకొనుటకు ds చుట్టూ చిన్నగాసియన్ ఉపరితలంను ఊహిద్దాము. ఈ ఉపరితలము చిన్న స్థూపాకార డబ్బా మాదిరి ఉన్నది అనుకొనుము. స్థూపము ఎత్తు h అనుకొనుము. గాస్ సిద్ధాంతమును వర్తింప చేస్తే

$$D.dS=q$$



పటము (6)

D_{1n} అనేది మొదటియానకములో D_1 కు లంబాంశగాను, D_{2n} అనేది రెండవ యానకములో D_2 కు లంబాంశంగాను భావిద్దాము. D_{2n} దిశ సరిహద్దుకు లోపలి దిశలో ఉండును. స్థూపము ఎత్తు చాల స్వల్పము అగుట చేత విద్యుధబివాహము కేవలము అంత్య సమతలములవల్ల మాత్రమే లభించును.

గాస్ సిద్ధాంతము నుండి $D_{1n}ds - D_{2n}ds = q$ ..... (2)

q అనేది గాసియన్ తలములోపల ఆవేశము D_{1n}, D_{2n} దిశలు వ్యతిరేకముగా ఉండుటచేత D_{2n} కు ఋణ గుర్తు తీసుకొనబడినది.

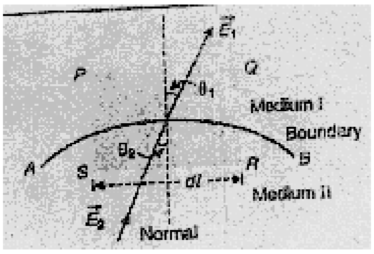
$$D_{1n} - D_{2n} = \frac{q}{ds} = \sigma$$

(3)వ సమీకరణము నుండి ఆవేశపూరిత సరిహద్దు వద్ద విద్యుత్ స్థాన భ్రంశసదిశ D విలువ మార్పుచెందునని, ఈ మార్పు ఉపరితల ఆవేశ సాంద్రతకు సమానమని తెలియుచున్నది.

సరిహద్దు వద్ద విద్యుదావేశము శూన్యమైతే $D_{1n} = D_{2n}$

రెండు రోధకముల సరిహద్దువద్ద విద్యుదావేశములేకుంటే సరిహద్దు వద్ద విద్యుత్ స్థాన భ్రంశ సదిశ సరిహద్దు వెంబడి అవిచ్ఛిన్నముగా ఉండును.

2) విద్యుక్షేత్రతీవ్రతకు సరిహద్దుని బంధనను తెలుసుకొనుటకు స్వల్పమైన వెడల్పు కలిగి పొడవు సరిహద్దుకు సమాంతరము ఉండునట్లుగా PQRS అనే దీర్ఘ చతురస్రాకారపు పెట్టెనొకదానిని పటములో చూపిన విధముగా ఊహించుము.



పటము (7)

E_1 మరియు E_2 లు రెండు రోధకములలోను విద్యుత్ తీవ్రతంశలు అనుకొనుము. విద్యుత్ తీవ్రతాసదిశలు సరిహద్దులంబముతో చేయు కోణములు వరుసగా θ_1 మరియు θ_2 అనుకొనుము. PQRS దీర్ఘ చతురస్రమార్గము వెంబడి ప్రమాణ ధనావేశమును జరుపుటలో జరిపిన పని శూన్యము.

$$\oint E.dl = 0 \quad \Rightarrow \quad E_1 \sin\theta_1 dl - E_2 \sin\theta_2 dl = 0$$

QR, SP భుజములవెంబడి జరిగిన పని శూన్యముగా భావించబడును.

$$E_{1t} = E_{2t}$$

రోధకముల సరిహద్దు వెంబడి విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత స్పర్శాంశలు సమానము.

3.8 ఉదాహరణ లెక్కలు ః-

1. $q=2.0x10^{-6}$ కులూంబుల పరిమాణము గల రెండు వ్యతిరేక విద్యుదావేశములు గల ఒక డైపోల్ ఉన్నది. ఆవేశములు 0.2 m దూరములో వేరుచేయబడిఉన్నవి. డైపోల్‌ను 2×10^5 N / C. కులూంబు పరిమాణముకల బాహ్య విద్యుత్ క్షేత్రంలో ఉంచినపుడు డైపోల్ పైపని చేయు 1)గరిష్ట టార్క్ 2) డైపోల్‌ను 180^0 కోణంతో తిరుగుటలో జరిగిన పనిని లెక్కించుము.

Sol) 1) టార్క్ $\vec{\tau} = \vec{p}\times\vec{E} = pE\sin\theta$

$$\tau_{\max} = pE = (q\times 2a)E = 2\times10^{-6}\times0.2\times2\times10^5$$

$$= 8\times10^{-3} N-m$$

2) 0^0 నుండి 180^0 కోణంతో త్రిప్పుటలో చేసినపని

$$U_{180} = -pE\cos180^0 = pE$$

the P.E at $\theta=0$ is given by $U_0 = -pE\cos\theta = -pE$

చేసినపని = $2pE = 2\times q\times q\times 2a\times E = 2\times2\times10^{-6}\times0.02\times2\times10^5 = 16\times10^{-3} J$

2) ఒక కెపాసిటర్ పలక వైశాల్యము $100cm^2$. రెండు పలకల మధ్య దూరము 1 cm పలకల మధ్య 100 v పొటెన్షియల్ తేడాను వర్తింపచేసి పలకల మధ్యలో 0.05 m మందము, రోధక స్థిరాంకము 7 గల రోధకమును ఉంచినపుడు గాలి మరియు రోధకములకు D, E, P లను కనుగొనుము.

Sol) విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $= \frac{100}{10^{-2}} = 10^4 \, v/m$

విద్యుత్ స్థానభ్రంశము $D = \varepsilon_0 E = 8.9\times10^{-12}\times10^4 = 8.9\times10^{-8} col/m^2$

విద్యుత్ ధృవణము p=0

రోధకములో పెర్మిటివిటీ $\varepsilon = k\varepsilon_0 = 7\times8.9\times10^{-12} = 62.3\times10^{-12}$

రోధకలములో విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $\frac{D}{\varepsilon} = \frac{8.9\times10^{-8}}{62.3\times10^{-12}} = 1429 volts/m$

విద్యుత్ ధ్రువణము $p = D - \varepsilon_0 E = 8.9\times10^{-8} - (8.9\times10^{-12})1429$

$$= 7.628\times10^{-8} col/m^2$$

3.9 దీర్ఘ సమాధాన ప్రశ్నలు ః-

1. రోధకము అనగానేమి? పరమాణు సిద్ధాంతము దృష్ట్యా బాహ్యవిద్యుత్ క్షేత్రంలో రోధకము ప్రవర్తనను వివరించుము.
2. రోధక ధ్రువణము అనగానేమి? రోధక ధ్రువణము విలువ ఉపరితల ప్రేరిత విద్యుదావేశమునకు సమానము అని నిరూపించుము.
3. ఒక యానకము యొక్క రోధక స్థిరాంకమును నిర్వచించుము. రోధక ధ్రువణమును గూర్చి నీవు ఏమి తెలుసుకున్నావు. రోధకముపై విద్యుత్ క్షేత్రము ప్రభావమును గూర్చి చర్చింపుము.
4. D , E మరియు P సదిశల మధ్య సంబంధమును రాబట్టుము.
5. D , E మరియు P లను నిర్వచించి వాటి మధ్య సంబంధమును రాబట్టుము. దాని నుండి రోధక స్థిరాంకము మరియు ససెప్టిబిలిటీల మధ్య సంబంధము రాబట్టుము.
6. గాస్ సిద్ధాంతము వ్రాసి నిరూపించుము. రోధకములలో గాస్ సిద్ధాంతము వ్రాసి నిరూపించుము.

3.10. లెక్కలు .

1. ఒక యానకము యొక్క రోదక స్థిరాంకము 3.5. దాని పెర్మిటివిటి మరియు ససెప్టిబిలిటీలను కనుగొనుము.
2. 0^0 వద్ద హీలియం రోదక స్థిరాంకము 1.000074. దాని విద్యుత్ ససెప్టిబిలిటీలను ఆ ఉష్ణోగ్రత వద్ద కనగొనుము.
3. ఒక మీటరు ^{2} అడ్డుకోత వైశాల్యం గల రెండు సమాంతర పలకల కండెనసర్ పలకలను + 60 మరియు – 60 మైక్రో కులూంబుల ఆవేశముతో ఆవేశపరిచినారు. 15×10^{-12} కులూంబు ^{2}/ న్యూటన్ –మీటరు ^{2} పెర్మిటివిటి గల రోధక యానకమును పలకల మధ్య చేర్చినారు అయిన ఈ క్రింది విలువలను కనుగొనుము.

   ఎ) పలకల మధ్య ఫలిత విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత.

   బి) విద్యుత్ ధృవణము మరియు సి) రోధకము యొక్క ససెప్టిబిలిటీ.
4. ఒక యానకము యొక్క రోధక స్థిరంకాము 4. రోధకములో విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత 10^6 వోల్టు / మీటరు. రోధకము యొక్క విద్యుత్ స్థానభ్రంశమును ధృవణమును కనుగొనుము. ($\varepsilon_0 = 9 \times 10^{-12}$ F/m).

3.11. పాఠ్యసారాంశము.

1. రోధకాలు - పరమాణు భావన.
2. డైపోల్ (ద్విధ్రువము) యొక్క స్థితి శక్తి
3. విద్యుత్ ధ్రువణము మరియు ఆవేశ సాంద్రత
4. విద్యుత్ తీవ్రతల సదిశ
5. రోధక ధ్రువణము
6. విద్యుత్ స్థానభ్రంశసదిశ
7. రోధక సరిహద్దు తలము వద్ద సరిహద్దు నిబంధనలు

3.12. ముఖ్యమైన పదాలు

రోధకము - విద్యుత్ ధృవణము - విద్యుత్ ద్విధృవము (డై పోల్) - పెర్మిటివిటి - ససెప్టిబిలిటి .

3.13. ఉపయుక్త గ్రంధాలు (Reference Books)

1. Electricity and Magnetism by Brijlal and Subrahmanyam
2. Electricity and Magnetism by K.N. Sharma
3. Electricity and Magnetism by A.K. Agarwal.

UNIT-I
Lesson-4

పాఠము - 4
కెపాసిటర్స్

పాఠ్యాంశములో నేర్చుకొను విషయములు :-

1. ఏక కేంద్ర గోళాకార మరియు స్థూపాకార కెపాసిటర్‌ల కెపాసిటీని గూర్చి తెలుసుకొనుట.
2. సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ పలకలమధ్యలో రోధకము ఉన్నపుడు, రోధకము లేనపుడు కెపాసిటీని గూర్చి తెలుసుకొనుట.
3. ఆవేశపూరిత కెపాసిటర్‌లో నిలువ ఉన్న శక్తిని గూర్చి తెలుసుకొనుట.
4. కెపాసిటర్ పలకల మధ్య బలమును గూర్చి తెలుసుకొనుట.
5. ఆకర్షిత పలకల విద్యున్మాపకము నిర్మాణమును, పని తీరును గూర్చి తెలుసుకొనుట.

నిర్మాణము :-

4.1 పరిచయము

4.2 గోళాకార మరియు స్థూపాకార కెపాసిటర్‌లు

4.3 సమాంతర పలకల కెపాసిటర్

4.4 కెపాసిటర్ లో నిలువ ఉన్న శక్తి

4.5 కెపాసిటర్ పలకల మధ్య బలము

4.6 ఆకర్షిత పలకల విద్యున్మాపకము

4.7 కెపాసిటర్‌లో నిలవ ఉన్న శక్తికి సమీకరణము

4.8 పాఠ్య సారాంశము

4.9 ముఖ్యమైన పదాలు

4.10 దీర్ఘ సమాధాన ప్రశ్నలు

4.11 సాధించిన లెక్కలు

4.12 నిర్దేశిత గ్రంధాలు

4.1 పరిచయము ః-

తక్కువ పొటెన్షియల్ వద్ద ఎక్కువ ఆవేశమును నిలువ చేయు సాధనమును కెపాసిటర్ లేదా కండెన్సరు అంటారు. ఆవేశ పూరిత వస్తువు వద్దకు తటస్థముగాఉన్న లోహపుపలకను తీసుకొనివస్తే ఆవేశపూరిత వస్తువు పొటెన్షియల్ తగ్గను.

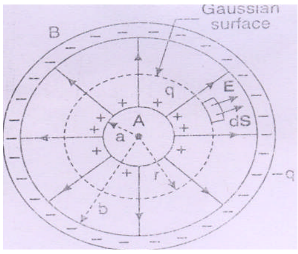
ఫలితంగా వస్తువు కెపాసిటీ పెరిగి దానిపై మరింత ఆవేశమును పరిమిత ప్రదేశంలో ఉంచవచ్చును. ఫలితంగా కెపాసిటీ పెరిగి దానిపై మరింత ఆవేశమును పరిమిత ప్రదేశంలో ఉంచవచ్చును. ఫలితంగా స్వల్పప్రదేశంలో శక్తివంతమైన విద్యుత్ క్షేత్రములను పొందవచ్చును. రేడియోలలో, ట్యూనింగ్ వలయములలో కెపాసిటర్‌లను విరివిగా వాడతారు. కెపాసిటర్‌లను శ్రేణిలోకాని, సమాంతరముగా కానీ సందానిస్తారు. శ్రేణిసంధానంలో ఫలిత కెపాసిటి విడి కెపాసిటీలకన్నా తక్కువగాను,సమాంతర సంధానంలో ఫలిత కెపాసిటీ విలువ సంధానమునందలి కెపాసిటర్‌ల కెపాసిటి కన్నా ఎక్కువగాను ఉండును.

శ్రేణీ సంధానంలో ఫలితకెపాసిటి $C_s = \dfrac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2}$

సమాంతర సంధానంలో ఫలిత కెపాసిటీ $C_p = C_1 + C_2$

కెపాసిటర్ పలకల మధ్యలో రోధకమును ఉంచితే దాని కెపాసిటీ పెరుగును. కెపాసిటీని ఫారడ్‌లలో కొలుస్తారు. ఫారడ్ పెద్ద ప్రమాణం కావడం చేత మైక్రో ఫారడ్‌లను కెపాసిటీకి ప్రమాణంగా వాడతారు.

4.2 ఏక కేంద్ర గోళము కెపాసిటీ ః-



పటము(1)

గోళాకారపు కెపాసిటర్ నందు a వ్యాసార్ధము కల లోహపు అంతర గోళము A చుట్టూ b వ్యాసార్ధముగల బాహ్య గోళము b పటంలో చూపిన విధముగా ఉండును. లోపలి గోళం పై +q ఆవేశము, వెలుపలి గోళం పై -q ఆవేశము ఉండును. ఈ ఆవేశముల వలన రెండు గోళములకు మధ్యన ఉన్న ఖాళీ ప్రదేశంలో విద్యుత్ క్షేత్రము ఏర్పడుతుంది. విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత E దిశ పటములో చూపిన విధముగా రేడియల్ బయటకు ఉండును. A,B ల మధ్య గల ఖాళీ ప్రదేశంలో r వ్యాసార్ధము గల గాసియన్ గోళాకార తలమును ఊహించుము. ఈ తలము కేంద్రము గోళకేంద్రము అగును.

గాసియన్ తలము గుండా పోవు విద్యుదభివాహము $\phi_E = \oint E . dS = Eds\cos\theta \rightarrow$ (1)

మరియు $E = -\frac{dV}{dr} \rightarrow (2)$

రెండు గోళముల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా $V = V_A - V_B = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right]$

\ గోళాకార కెపాసిటర్ కెపాసిటీ $c = \frac{q}{v} = 4\pi\varepsilon_0\left(\frac{ab}{b-a}\right)$----------(3)

<u>వాహక గోళము కెపాసిటీ</u> :-

బాహ్యగోళ వ్యాసార్ధము b అనంతము అయితే అనగా b =∞ అయిన దానిని వియుక్త గోళము అంటారు.

వియుక్త వాహక గోళము కెపాసిటీ $C = 4\pi\varepsilon_0\left(\frac{ab}{b-a}\right)$

$$= \frac{4\pi\varepsilon_0}{\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right)} = \frac{4\pi\varepsilon_0}{\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{\infty}\right)}$$

$$\therefore c = 4\pi\varepsilon_0 a \quad \text{----------(4)}$$

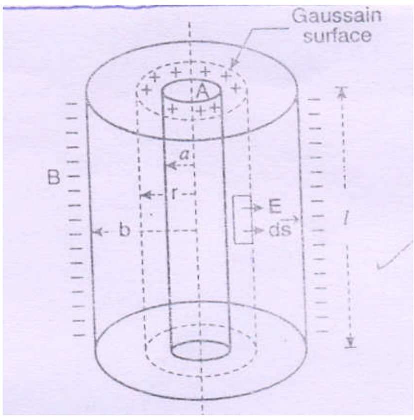
ప్రత్యేక సందర్భము :- a మరియు b లు చాలా అధికము అయితే b-1 అనుకున్న (4)వ సమీకరణమును క్రింది విధముగా వ్రాయవచ్చును.

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

పై సమీకరణము సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ కెపాసిటీకి సమానము. అనగా గోళముల మధ్య దూరము వాటి వ్యాసార్ధము తో పోల్చిన స్వల్పంగా ఉన్నచో అది సమాంతర పలకల కెపాసిటర్‌కు తుల్యము.

<u>4.3 స్థూపాకార కెపాసిటర్ కెపాసిటీ</u> :-

స్థూపాకార కెపాసిటర్ నందు పటములో చూపిన విధముగా 1,b వ్యాసార్ధములు గల రెండు సహాక్ష స్థూపములు ఉండును. లోపలి స్థూపముపై +q ఆవేశము, వెలుపలి గోళముపై -q ఆవేశము ఉన్నది అనుకొనుము. r వ్యాసార్ధము గల సహాక్ష స్థూపమును రెండు స్థూపముల మధ్య ప్రదేశంలో ఊహించుకొనుము.



పటము(5)

గాసియన్ తలమునకు గాస్ సిద్ధాంతము వర్తింపచేస్తే

$$\oint E.ds = \frac{q}{\varepsilon_0} \Rightarrow E(2\pi rl) = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$\therefore E = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0 rl} \quad \text{-----------------(1)}$$

బాహ్య స్థూపము తలము నుండి అంతర స్థూప తలము మీదకి ప్రమాణ ధనావేశమును కదల్చుటలో జరిగిన పని విలువ రెండు స్థూప తలముల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడాకు సమానము.

పొటెన్షియల్ తేడా $V = -\int_a^b E.dr$ --------(2)

E విలువను ప్రతిక్షేపించగా

$$V = \frac{-q}{2\pi\varepsilon_0 l}\int_a^b \frac{dr}{r} = \frac{-q}{2\pi\varepsilon_{0l}}\left[\log_e r\right]_b^a$$

$$= \frac{-q}{2\pi\varepsilon_0 l}(\log_e a - \log_e b)$$

$$= \frac{-q}{2\pi\varepsilon_0 l}\log_e \frac{b}{a}$$

స్థూపాకార కెపాసిటర్ కెపాసిటీ$=\dfrac{2\pi\varepsilon_0 l}{\log_e\left(\dfrac{b}{a}\right)} \quad (\because c=(q/v))$

4.4 సమాంతరపలకల కెపాసిటర్ :-

దీనిలో ఒక్కొక్కటి A వైశాల్యము కలిగి d దూరములో వేరు చేయబడ్డ రెండు లోహపుపలకలు సమాంతరముగా అమర్చబడి ఉంటాయి. ఈ సమాంతర పలకలను బ్యాటరీ యొక్క ధ్రువములకు కలిపినపుడు ఒక పలకపై +q ఆవేశము, రెండవ పలకపై -q ఆవేశము ఏర్పడతాయి. పలకకొలతలతో పోలిస్తే పలకలమధ్య దూరము d చాలా తక్కువగా ఉంటే పలకలమధ్య బలమైన ఏకరీతి విద్యుత్ క్షేత్రము ఏర్పడును.

4.5 కెపాసిటర్ పలకల మధ్య పని చేయుబలము :-

ఒక్కొక్క పలక వైశాల్యము A కలిగిన ఒక సరళమైన సమాంతర పలకల కెపాసిటర్‌ను ఒక దానిని తీసుకొనుము. ఒక పలకకు +q వేరొక పలకకు -q ఆవేశమును ఇచ్చినాము అనుకొనుము. ధన పలక నుండి బలరేఖలు బయలు దేరి ఋణ పలక వద్ద అంతమగును. పలకల పరిమాణం ఎక్కువగా ఉంటే అంత్యప్రభావమును నిర్లక్ష్యము చేయవచ్చును. పలకల మధ్య విద్యుత్ క్షేత్రము ఏకరీతిగా ఉన్నట్లు భావిద్దాము. అందువల్ల పలకల మధ్యవిద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత అనంతమైన పరిమాణము గల ఆవేశపూరిత పలక వల్ల విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతకు సమానము.

1. ఆవేశము స్థిరముగా ఉన్నపుడు :-

పలకల మధ్య ప్రమాణ వైశాల్యము మీద పని చేయు బలము విలువ పలకపై ప్రమాణ వైశాల్యము మీద బయటకు పని చేయు విద్యుత్ బలమునకు సమానము.

దీని విలువ $F=\dfrac{\sigma^2}{2\varepsilon_0}$

పలక మొత్తము మీద పని చేయు బలము $\dfrac{\sigma_0{}^2 A}{2\varepsilon_0}$

ఇక్కడ A పలక వైశాల్యమును సూచించును $\dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}=E$,

బలము = $\dfrac{1}{2}\dfrac{\varepsilon_0{}^2\varepsilon^2 A}{\varepsilon_0}$

= $\dfrac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 A$

2. <u>పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా స్థిరముగా ఉన్నపుడు</u>

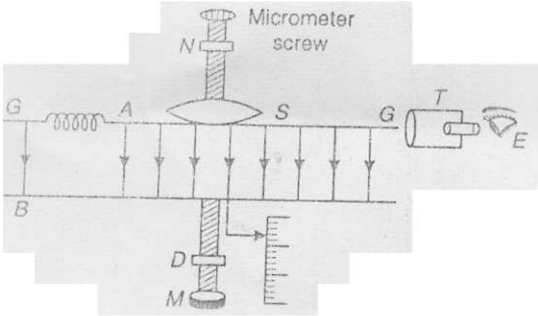
పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా ఆ స్థిరము అయినపుడు విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $E = \frac{V}{d}$

$$F = \frac{1}{2}\varepsilon_0 A \frac{V^2}{d^2}$$

ఈ సూత్రమును ఆకర్షిత పలకల విద్యున్మాపకములో ఉపయోగిస్తారు.

<u>4.6 ఆకర్షిత పలకల విద్యున్మాపకము</u> :-

సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ పలకల మధ్య కొలవవలసిన విద్యుత్ పొటెన్షియల్ తేడాను కనుగొనే మూల సూత్రం ఆధారంగా ఈ కెల్విన్ విద్యున్మాపకంపని చేయును. ఇక్కడ పొటెన్షియల్ తేడాను ఆకర్షణ బలపరిమాణంలో కొలుస్తాము. బలం ప్రాథమిక రాశులపై ఆధారపడును కావున దీనిని పరమ విద్యున్మాపకం అని కూడా అంటారు.



పటము(6)

నిర్మాణము : పటములో చూపిన విధముగా ఆకర్షిత పలకల విద్యున్మాపకములో A,B అనే రెండు సమాంతర „ ¬H• ° L O ì~ò . A పలక చుట్టూ ఒక రక్షిత రింగు (గార్డ్ రింగు) G ఉంటుంది. A పలకను G ను ఒక వైరుతో కలిపి ఉంచుతారు. ఈ విధంగా కలుపుట చేత A,B ల మధ్య ఏకరీతి విద్యుత్ క్షేత్రము ఏర్పడును. A పలకను G పరంగా పైకి క్రిందికి కదల్చ వచ్చును. A పలక ఆకర్షిత పలక వలె పని చేయును. S అనే స్ప్రింగు సహాయంతో A పలకను కావలసిన స్థానంలో ఉంచవచ్చును. S స్ప్రింగును ఒక కడ్డీ సహాయంతో N అనే మైక్రోమీటరు స్క్రూకు కలుపుతారు. అదేవిధంగా B పలకను కదల్చుటకు డిస్క్ D గుండా M అనే మైక్రోమీటరు స్క్రూతో కదల్చవచ్చు. GG పరంగా A తలము యొక్క మట్టమును కొద్ది దూరంలో అమర్చిన టెలిస్కోపులో చూడ వచ్చును. A,G లు ఎల్లపుడు ఒకే పొటెన్షియల్ వద్ద ఉంచుతారు. B ను ఎర్త్ చేయవచ్చు లేదా నిర్దిష్ట పొటెన్షియల్ వద్ద ఉంచవచ్చు.

<u>పొటెన్షియల్ తేడాను కనుగొనుట</u> :- మొదట A,B మరియు GG పలకలను భూమికి సంధిస్తారు. ఈ విధంగా చేయడంవలన పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా శూన్యము అగును. గార్డ్ రింగు GG తలములో A పలక ఉండునట్లు

టెలిస్కోపులో పరిశీలిస్తూ S స్క్రూను సర్దుబాటు చేస్తారు. A పలక పై స్వల్పమైన ద్రవ్యరాశి m ను ఉంచుతారు. భారము mg వల్ల A పలక స్వల్పంగా క్రిందికి కదులుతుంది. మైక్రో మీటరు స్క్రూను సర్దుబాటు చేయడం ద్వారా A పలకను తిరిగి GG తలములోనికి తీసుకొనివస్తారు. ఇపుడు ద్రవ్యరాశి m ను తొలగిస్తారు. అందువల్ల A పలక GG తలమునకు పైకి జరుగును. A పలక తిరిగి GG తలములోనికి రావాలంటే దానిపై mg బలాన్ని ప్రయోగించాలి. ఇపుడు A, GG లను భూసంధానము నుండి తొలగిస్తారు.

B ను మాత్రము భూమికి సంధించి, పొటెన్షియల్ తేడాను కనుగొనవలసిన బిందువులలో మొదటి బిందువుకు A, G లకు కలుపుతారు. ఇపుడు పలక మధ్య ఏర్పడే విద్యుత్ క్షేత్రము వల్ల A,B లు ఆకర్షించ బడతాయి. B కు అమర్చిన M మైక్రోమీటరు స్క్రూ ను సర్దుబాటు చేయడంద్వారా A పలక తిరిగి GG తలమునకు తీసుకురావలెను. A పలక పై

ప్రయోగించిన బలము $$F = \frac{1}{2}\frac{\sigma^2}{\varepsilon_0}.A \quad \text{---(1)}$$

A అనేది A పలక యొక్క ప్రభావక వైశాల్యము. దీని విలువ A పలకవైశాల్యము మరియుA, G ల మధ్య ఉన్న గాలి రంధ్రం సగటు వైశాల్యముల మొత్తమునకు సమానం. పలకపై ఆవేశ సాంద్రతం అయితే దీని వల్ల ఏర్పడు విద్యుత్ బలము ముందు ఉంచిన భారము mg కు సమానము.A పలక G తలములోనికి వచ్చినది కావున

$$\frac{1}{2}\frac{\sigma^2}{\varepsilon_0}.A = mg$$

పలకల మధ్య విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రత $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ లేదా $\sigma = \frac{\varepsilon_0}{E} = \varepsilon_0 \frac{v_1}{d_1}$ ---(2)

1,2 సమీకరణములనుండి

$$\frac{1}{2\varepsilon_0}\left(\varepsilon_0 \frac{v_1}{d_1}\right)^2 A = mg$$

$$\frac{1}{2}\varepsilon_0 \frac{{v_1}^2}{{d_1}^2} A = mg \quad \text{---(3)}$$

A పలకను మొదటి బిందువునుంచి తొలగించి ఎర్త్ చేసి ఎర్తునుంచి వేరు చేసి V_2 పొటెన్షియల్ తో ఉన్న రెండవ బిందువుకు కలపి పై విధంగానే ప్రయోగం చేయవలెను. అపుడు A,B ల మధ్య దూరము d_2 అనుకొంటే

$$v_2 = d_2\sqrt{\frac{2mg}{\varepsilon_0 A}} \quad \text{---(4)}$$

3,4 సమీకరణముల నుండి రెండు బిందువులమధ్య పొటెన్షియల్ తేడా

$$v_1 - v_2 = \left(d_1 - d_2\right)\sqrt{\frac{2mg}{\varepsilon_0 A}}$$

$d_2 - d_1$ మైక్రో మీటరు రీడింగుల తేడా.

<u>రోధక స్థిరాంకమును కనుగొనుట</u> :- కెల్విన్ పరమ విద్యున్మాపకమును ఉపయోగించి ఇచ్చిన రోధక పలక యొక్క రోధక స్థిరాంకమును కనుగొనవచ్చును. రోధక స్థిరాంకము కనుగొనవలసిన పదార్థమును ఒక పలుచటి దిమ్మె రూపంలో తీసుకొనాలి దీని వైశాల్యము విద్యున్మాపకములోని పలకల వైశాల్యమునకు సమానంగా ఉండాలి.

మొదట B పలకను ఎర్త్ చేసి A,G పలకలు ఒక పొటెన్షియల్ వద్ద ఉండునట్లు చేయాలి. A,G లు ఒకే తలములో ఉండునట్లు సర్దుబాటు చేయాలి. A,G ల మధ్యలో రోధకపు పలకను ఉంచాలి. రోధకపు పలక మందము t, రోధకస్థిరాంకము K అనుకొనుము. ఇపుడు A పలక పై పని చేయు బలము పెరుగుట చేత A,G లమధ్య బలము పెరిగి A పలక B పలకవైపు జరుగును.A పలక తిరిగి G తలములోనికి వచ్చువరకు B పలకను మైక్రోమీటరు స్క్రూ సహాయంతో క్రిందకు జరపాలి అంటే రోధకము ఉన్నపుడు, రోధకము లేనపుడు గార్డ్ రింగ్ కెపాసిటర్ కెపాసిటీ సమానము అయినవి.

t మందము గల రోధకాన్ని కెపాసిటర్ పలకల మధ్య ఉంచినపుడు దాని కెపాసిటీ

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d - t + \frac{t}{k}}$$

అంటే రోధకమును ఉంచినపుడు కెపాసిటి పెరుగును. కెపాసిటీ తిరిగి పూర్వపు విలువను పొందాలంటే A,G లమధ్య దూరమును x పెంచినాము అనుకొనుము.

J „ ộ È $x = t\left(1 - \frac{1}{k}\right)$ or $t - \frac{t}{k} = x \Rightarrow \frac{t}{k} = t - x$

రోధక స్థిరాంకము $\therefore k = \frac{t}{t - x}$

4.7 కెపాసిటర్‌లో నిలవ ఉన్న శక్తికి సమీకరణము ః-

ఒక కెపాసిటర్‌ను ఆవేశపూరితం చేయుటలో జరిగిన పని ఆ కెపాసిటర్ లో నిలువ ఉన్న శక్తికి సమానము. ఆవేశపూరితమైన కెపాసిటర్‌లో విద్యుత్ స్థితిజ శక్తి నిలువ ఉంటుంది. కెపాసిటర్‌ను ఉత్సర్గపరచినపుడు శక్తిని తిరిగి పొందవచ్చును.

c కెపాసిటీ గల కెపాసిటర్ లో ఏదైనా సమయం వద్ద q విద్యుదావేశమును కలిగి ఉన్నది అనుకొనుము. కెపాసిటర్ పలకల మధ్య V పొటెన్షియల్ తేడా ఉన్నది అనుకొనుము. v=q/c

కెపాసిటర్ పలకలపై dq అదనపు ఆవేశాన్ని చేర్చుటకు పొటెన్షియల్ తేడాకు వ్యతిరేకంగా పని చేయాలి.

ఆవేశాన్ని dq పెంచుటకు చేయవలసిన పని dw = Vdq = (q/c)dq

కెపాసిటర్ పై q_0 ఆవేశమునకు ఆవేశపూరితం చేయుటకు చేయవలసిన పని

$$W = \int dW = \int_0^{q^0} \frac{q}{c} dq = \frac{q_0^2}{2c}$$

ఆవేశపూరిత కెపాసిటర్‌లో నిలువ ఉన్న శక్తి

$$U = \frac{q^2}{2c} = \frac{1}{2} CV^2 (\because q = CV)$$

సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ పలకల కెపాసిటీ $c=(e_0A)/d$ and v= Ed

నిలువ ఉన్న శక్తి $U = \frac{1}{2} \frac{\varepsilon_0 A}{d} E^2 d^2$

$$= \frac{1}{2} e_0 E^2 Ad \text{ Joule}$$

ప్రమాణ ఘన.పకు నిలువ ఉన్న శక్తి $= \frac{1}{2} e_0^2 E^2$ Joule/m^2

4.8 పాఠ్య సారాంశము

1)తక్కువ పోటెన్షల్ వద్ద ఎక్కవ ఆవేశాన్ని నిల్వఉంచే సాధనాన్ని కెపాసిటర్ లేదా కండెన్సర్ అంటారు.

2)కెపాసిటర్ పలకల మధ్య రోధకాన్ని ఉంచిన కెపాసిటర్ కెపాసిటి పెరుగును.

3)సమాంతర కెపాసిటర్ పలకల మధ్య రోధకము లేనపుడు కెపాసిటి =

4)గోళాకార కండెన్సర్ కెపాసిటి

5)స్థూపాకార కండెన్సర్ కెపాసిటి

6)సమాంతర కెపాసిటర్ పలకల మధ్య రోధకము ఉన్నప్పుడు కెపాసిటి

4.9 ముఖ్యమైన పదాలు.

కెపాసిటి-సమాంతర పలకల కెపాసిటర్-రోధకము-గోళాకార కన్‌డెన్సర్-స్థూపాకార కండెన్సర్-విద్యున్మాపకం.

4.10 దీర్ఘ సమాధాన ప్రశ్నలు

1. ãHÛ^Î` è a# H# « @~Ÿ H# « ? ® H#°Q#°=ò .(a) సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ (b) గోళాకార కెపాసిటర్

2. సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ కెపాసిటీని గణించుము. పలకల మధ్యలో t మందము, K రోధక స్థిరాంకము గల రోధకముతో పాక్షికంగా నింపిన దాని కెపాసిటీ ఏమగును?

3. ఏక కేంద్ర గోళాకార కర్పరముల వ్యాసార్ధములు a,b (b>a) కలిగి ఉన్న గోళాకార కెపాసిటర్ కెపాసిటీ $C = \frac{4\pi\varepsilon_0 ab}{b - a}$ అని చూపుము.

4. XH‹ ¶¢eHê~¡H# « @~Ÿ.Õa,b వ్యాసార్ధములు గల సహాక్ష స్థూపములున్నవి. వాటి పొడవు ౹ కు సమానము అయితే ఆ కెపాసిటర్ కెపాసిటి $C = \frac{2\pi\varepsilon_0 l}{\log_e\left(\frac{b}{a}\right)}$ అని చూపుము.

5. ఆకర్షిత పలకల విద్యున్మాపకమును వర్ణించుము. దీనిని ఉపయోగించి ఇచ్చిన రోధక పదార్ధము రోధక స్థిరాంకమును కనుగొను విధమును వివరించుము.

6. t మందము K రోధక స్థిరాంకము గల రోధకపు పలకను సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ పలక మధ్య ఉంచినారు. H# « @~Ÿ„ ¬H =°^ Î¼^¶~=ò d అయితే కెపాసిటర్ కెపాసిటీ $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d - t + \frac{t}{k}}$ అని చూపుము. A కెపాసిటర్పలక వైశాల్యము.

4.11 లెక్కలు

1) స్థూపాకార కెపాసిటర్ లో రెండు వాహక పలకల వ్యాసార్ధం 5 సెం॥మీ॥ మరియు 10సెం॥మీ॥ పలకల మధ్య రోదక యానక స్థిరాంకము 3 అవ్యవస్థకు 200 వోల్టుల పొటెన్షియల్ బేదము కలిగించినపుడు 2 వాహక పలకలపై కలిగే బలాన్ని ప్రమాన వైశాల్యానికి లెక్కించండి. (జవాబు: 4.4245×10^{-6} N/m^2, 1.106×10^{-4} N/m^2).

2)ఆవేశపూరిత పలకల మధ్య సాపేక్ష పెర్మిటివిటి 3గల యానకం 3/4 వంతు ఖాళీతో నింప బడింది. రోదకంలో నిల్వ యుండే శక్తి శాతాన్ని లెక్కించండి.

3)భూమి వ్యాసార్ధం 6400 కి॥మి॥ దాని కెపాసిటి ఎంత. (Ans : 711 μf)

4)గోళాకార కెపాసిటర్‌లో లోపలి మరియి బయటి వ్యాసార్ధములు వరుసగా 4.8 సెం॥మి॥ మరియి 5 సెం॥మి॥ గోళం మధ్య ద్రవం నింపినపుడు దాని కెపాసిటి 400pF. ఆద్రవం రోదక స్థిరాంకం ఎంత. (Ans : 3)

4.12 నిర్దేశిత గ్రంధాలు

1. Electricity and Magnetism by Brijilal and Subrahmanyam.
2. Electricity and Magnetism by K.N. Sharma.
3. Electricity and Magnetism by A.K. Agarwal.

యూనిట్ -2

పాఠము 5

స్థిర అయస్కాంతత్వం

ఉద్దేశ్యము.

1) అయస్కాంత కర్పరం గూర్చి తెలుసుకొనుట.

2) అయస్కాంత కర్పరం వలన పొటెన్షియల్, క్షేత్ర తీవ్రతలను కనుగోనుట.

3) విధ్యుత్‌వలయానికి, అయస్కాంత కర్పరనకు మధ్య సంబందం తెలుసుకొనుట.

4) అయస్కాంత ప్రేరణ, క్షేత్ర తీవ్రతలమధ్య సంబందం తెలుసుకొనుట.

5) శైథిల్య వక్రము గూర్చి తెలుసుకొనుట.

విషయసూచిక.

5.1. పరిచయం

5.2. అయస్కాంత కర్పరం

5.3. అయస్కాంత కర్పరం ప్రాముఖ్యత.

5.4. అయస్కాంత కర్పరం ధృఢత్వం

5.5. అయస్కాంత కర్పరం వలన పొటెన్షియల్

5.6. అయస్కాంత కర్పరం వలన క్షేత్రం

5.7. అయస్కాంత కర్పరం తుల్య వలయం

5.8. వృత్తాకార అయస్కాంత కర్పరం వలన అక్షం మీద పొటెన్షియల్

5.9. అయస్కాంత కర్పరం అక్షం మీద క్షేత్రం

5.10. అయస్కాంత ప్రేరణ మరియు తీవ్రత

5.11. అయస్కాంతీకరణ తీవ్రత

5.12. అయస్కాంత పెర్మిటివిటీ

5.13. అయస్కాంత ససెప్టిబిలిటీ

5.14. B , H మరియు I ల మధ్య సంబంధము

5.15. హిస్టరిసిన్ వక్రం

5.16. సాధించిన లెక్కలు

5.17. సంగ్రహవిషయములు

5.18. కీలక పదాలు

5.19. ప్రశ్నలు

5.20. విషయగ్రంథాలు

5.1.పరిచయం :

గత కొన్ని శతాబ్దాలుగా అయస్కాంత ప్రభావాన్ని విద్యుత్ ప్రభావంతో కలిపి అధ్యయనం చేశారు. అయస్కాంతపు రాళ్ళు (Lode stones) గూర్చి మరియు పూర్వకాలంలో నౌకాయానంలో వాడే మారినర్ దిక్సూచిలు పాతకాలంలో విస్తృతంగా వాడే పరికరాలు. స్థిరవిద్యుత్ శాస్త్రానికి, స్థిర అయస్కాంతత్వమునకు ఒక ప్రధానమైన తేడావుండి. ప్రకృతిలో స్వేచ్ఛగావున్న అయస్కాంత ధృవములను కనుగొనలేదు. కొన్ని సిద్ధాంతాలు ఏక అయస్కాంత ధృవాలు ఉన్నట్లుగా పూహిస్తున్నప్పటికీ వాటి ఉనికి ఇంతవరకు స్థిర పరచబడలెదు. నిజానికి కదిలే విధ్యుతావేశాలు విద్యుత్ ప్రవాహం వలన అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది. కాని చలనంలో ఉన్న ఆవేశం మాత్రమే అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని కలుగ చేస్తుంది. విద్యుత్ అయస్కాంత ప్రభావాలు వేరు వేరుగా వున్నట్లు కనిపిస్తాయి. విద్యుత్ ప్రవహించే వాహకం దగ్గర వున్న అయస్కాంత సూచిక అపవర్తనం చెందుతుంది. ఈ ప్రయోగం సహాయంతో ఆయుర్‌స్టడ్ విద్యుత్‌కు అయస్కాంత తత్వమునకు మధ్యగల సంబంధన్ని మొదటి సారిగా కనుగొన్నాడు. విద్యుత్, అయస్కాంత తత్వములను గురించి నేర్చుకోవడానికి విద్యుత్ అయస్కాంత సిద్ధాంతం ప్రాతిపదికగా ఉపయోగపడుతుంది. ఈ అధ్యయనంలో స్థిర అయస్కాంత తత్వమును గూర్చి కొంచెం విపులంగా చర్చిద్దాం.

5.2.అయస్కాంత కర్పరము :

ఏకరీతి మందము కలిగి, ప్రతి బిందువు వద్ద మందమునకు లంబదిశలో అయస్కాంతీకరించబడి. రెండు తలాలలో ఒకటి ఉత్తర ధృవము గాను, రెండవది సమానమైన దక్షిణ ధృవము గాను పనిచేసే రేకు రూపములోని పలుచని అయస్కాంత పదార్ధముని అయస్కాంత కర్పరము అని అందురు. అయస్కాంత కర్పరము సమతలము గాను, వక్రతలంలోను, గోళాకారము గాను లేదా ఏ ఇతర ఆకారములోనైనా ఉండవచ్చును.

5.3. అయస్కాంత కర్పరము ప్రాముఖ్యిత :

పరిధి కలిగిన తీగచుట్టలో కర్పర తీవ్రతకు సమానమైన విద్యుత్ ప్రవాహము ప్రవహించేటప్పడు ఏర్పడే క్షేత్రమునకు సమానము.

5.4. అయస్కాంత కర్పరము యొక్క తీవ్రత :

ప్రమాణ ఉపరితల వైశాల్యమునకు గల కర్పర అయస్కాంత భ్రామకముని అయస్కాంత కర్పర తీవ్రత అని అందురు.
A ఉపరితల వైశాల్యము గల ఒక అయస్కాంత కర్పరము యొక్క అయస్కాంత భ్రామకము M అనుకొనుము కర్పరమందము t అనుకొనుము

$$\text{అయస్కాంత కర్పర తీవ్రత } \phi = \frac{M}{A} = \frac{M \times t}{A \times t} = \frac{M}{V} \times t = I \times t$$

ఇక్కడ $= I = \frac{M}{V} =$ ప్రమాణ ఘనపరిమాణమునకు గల అయస్కాంత భ్రామకము
అయస్కాంతీకరణ తీవ్రత

$$\phi = I \times t$$

కర్పరము యొక్క అయస్కాంతీకరణ తీవ్రత మరియు కర్పర మందముల లబ్ధముని అయస్కాంత కర్పర తీవ్రత అని అందురు.

5.5. అయస్కాంత కర్పరము వలన పొటెన్షియల్ :

φ అయస్కాంత కర్పర తీవ్రత కలిగిన ఒక అయస్కాంత కర్పరము ఊహించుము. దీని యందు A వైశాల్యము గల ఒక అల్పాంశమును ఊహించుము ఈ అల్పాంశము యొుక్క అయస్కాంత భ్రామకము M అనుకుంటే,

అయస్కాంత కర్పర తీవ్రత $\phi = \dfrac{M}{A} \Rightarrow M = \phi.A \rightarrow (5.1)$

ఈ అల్పాంశము ఉపరి తలమునకు గీచిన లంబముతో కోణము చేయుచున్న OP రేఖ P , O నుంచి d దూరములో గల బిందువు P ని ఊహించుము.

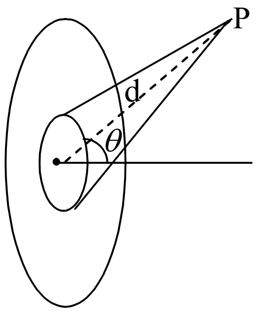


Fig 5.1

అల్పాంశము వలన P బిందువు వద్ద పొటెన్షియల్

$$dV = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{M\cos\theta}{d^2}$$
$$= \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{\phi\, A\cos\theta}{d^2} \rightarrow (5.2)$$

కాని $\dfrac{A\cos\theta}{d^2} = d\omega = P$ వద్ద అల్పాంశము చేయు ఘనకోణము (5.2) సమీకరణము నుంచి

$$dV = \frac{\mu o}{4\pi}\,\phi\, d\omega \rightarrow (5.3)$$

మొత్తము అయస్కాంత కర్పరము వలన ‘ P ’ బిందువు వద్ద ఏర్పడు పొటెన్షియల్

$$V = \frac{\mu_o}{4\pi}.\phi.\int d\omega \rightarrow (5.4)$$

$V = \dfrac{\mu_o}{4\pi}$ (ఇక్కడ ω = మొత్తము కర్పరము ‘ P ’ వద్ద చేయు ఘనకోణము)

$V = \dfrac{\mu_o}{4\pi}$ (అయస్కాంత కర్పర తీవ్రత) × (మొత్తము కర్పరము బిందువు వద్ద చేయు ఘనకోణము)

5.6. అయస్కాంత కర్పరము వలన క్షేత్ర తీవ్రత:

అయస్కాంత కర్పరము వలన ఏదైనా ఒక బిందువు వద్ద ఏర్పడు అయస్కాంత పొటెన్షియల్ యొక్క ఋణనతిక్రమము ఆ బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రతకు సమానము.

$$B = -\nabla V$$

5.7. అయస్కాంత కర్పరము, విద్యుత్ వలయముల తుల్యత :

విద్యుత్ ప్రవహించే తీగచుట్ట ఒక అయస్కాంత కర్పరము వలె ప్రవర్తిస్తుంది. ఒక అయస్కాంత కర్పరమునకు తుల్యమైన విద్యుత్ ప్రవహించే తీగచుట్టలను నిర్మించుటకు ఆంపియర్ ఒక సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను.

" విద్యుత్ ప్రవహించే ప్రతి ఒక్క రేఖీయ వాహకము ఒక సామాన్య అయస్కాంత కర్పరానికి తుల్యము. కర్పర పరిధి తీగలతో ఏకీభవించాలి మరియు ప్రమాణ వైశాల్యానికి గల అయస్కాంత భ్రామకము విద్యుత్ ప్రవాహమునకు అనులోమాను పాతములో ఉంటుంది " .

' r' వ్యాసార్థము కలిగి ' i ' విద్యుత్ ప్రవహించే తీగచుట్ట అక్షం మీద కేంద్రం నుంచి x దూరములో ఉన్న బిందువు వద్ద అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రేరణ.

$$B = \frac{\mu_0}{2} \frac{i\, r^2}{(r^2 + x^2)^{3/2}} \quad \rightarrow (5.5)$$

ఇది అయస్కాంత కర్పరము వలన ఏర్పడే క్షేత్ర ప్రేరణను పోలి ఉంటుంది.

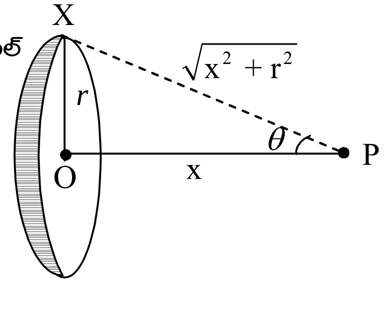
$$B = \frac{\mu_0}{2} \frac{\phi\, r^2}{(r^2 + x^2)^{3/2}} \quad \rightarrow (5.6)$$

5.8. వృత్తాకార కర్పరము అక్షేయరేఖపై బిందువు వ్రా వద్ద అయస్కాంత పొటెన్షియల్‌నకు సమానము :

' O ' కేంద్రముగా కలిగి ' r ' వ్యాసార్థము గల ఒక అయస్కాంత కర్పరము ను ఊహించుము. కర్పర తీవ్రత ϕ. అనుకొనుము. కర్పర తలమునకు లంబముగా ఉంటూ, కేంద్రము గూడా పోయే రేఖను అక్షయరేఖ అని అందురు. ఈ అక్షయరేఖపై ' O ' నుంచి X దూరములో గల ఒక బిందువు ' P ' ను ఊహించుము.

$\angle XPO = \theta$ అనుకొనుము. కాని

' P ' బిందువు వద్ద కర్పరము వలన కలుగు అయస్కాంత పొటెన్షియల్



ω = మొత్తము కర్పరము వద్ద చేయు ఘనకోణము.

వృత్తాకార కర్పరము P వద్ద చేయు ఘనకోణము

$$\omega = 2\pi(1 - \cos\theta)$$

$$\therefore\ V = \frac{\mu_0}{4\pi} . \phi . 2\pi (1 - \cos\theta)$$

$$V = \frac{\mu_o . \phi}{2} \left[1 - \frac{x}{\sqrt{x^2 + r^2}} \right] \rightarrow (5.7)$$

5.9. వృత్తాకార కర్పరము యొక్క అక్షము మీద ఉన్నబిందువు P వద్ద అయస్కాంత క్షేత్రము .

వృత్తాకార కర్పరము యొక్క అక్షము పై గల ఒక బిందవు వద్ద అయస్కాంత పొటెన్షియల్.

$$V = \frac{\mu_o . \phi}{2} \left[1 - \frac{x}{\sqrt{x^2 + r^2}} \right] \rightarrow (5.8)$$

కాని P వద్ద గల అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రేరణ $B = - \frac{dV}{dx}$

$$\therefore\ B = - \frac{d}{dx} \left[\frac{\mu_o . \phi}{2} \left\{ 1 - \frac{x}{\sqrt{x^2 + r^2}} \right\} \right]$$

$$= - \left(\frac{\mu_o . \phi}{2} \right) \frac{d}{dx} \left[1 - \frac{x}{\sqrt{x^2 + r^2}} \right]$$

$$= - \left(\frac{\mu_o . \phi}{2} \right) \frac{d}{dx} \left[- \frac{x}{\sqrt{x^2 + r^2}} \right]$$

$$= \left(\frac{\mu_o . \phi}{2} \right) \frac{d}{dx} \left[\frac{x}{\sqrt{x^2 + r^2}} \right]$$

$$= \left(\frac{\mu_o . \phi}{2} \right) \left[\frac{\sqrt{x^2 + r^2} . 1 - x . \left(\frac{1}{\cancel{2}\sqrt{x^2 + r^2}} . \cancel{2} . x \right)}{\left(r^2 + x^2 \right)} \right]$$

$$= \left(\frac{\mu_o . \phi}{2} \right) \left[\frac{\left(x^2 + r^2 \right) - x^2}{\left(r^2 + x^2 \right)^{3/2}} \right]$$

$$= \left(\frac{\mu_o . \phi}{2} \right) \left[\frac{r^2}{\left(r^2 + x^2 \right)^{3/2}} \right]$$

వృత్తాకార అయస్కాంత కర్పరము యొక్క అక్షము పై గల ఏదైనా ఒక బిందువు వద్ద అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రేరణ..

$$B = \left(\frac{\mu_o \cdot \phi}{2}\right) \left[\frac{r^2}{\left(r^2 + x^2\right)^{3/2}}\right] \rightarrow (5.9)$$

<u>ప్రత్యేక సందర్భము :-</u>

కర్పరము కేంద్రము వద్ద X= O కావున $B = \frac{\mu_0}{2}\frac{\phi}{r}$

<u>5.10. అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత :</u>

B బాహ్య అయస్కాంత క్షేత్రం వలన మరియు వస్తువు అయస్కాంతతత్వం పొందడం వలన, అయస్కాంత క్షేత్ర దశకు నిర్మించిన ప్రమాణ వైశాల్యం ద్వారా పోయే మొత్తం బల రేఖల సంఖ్యను అయస్కాంత ప్రేరణ B అంటారు.

<u>5.11. అయస్కాంత క్షేత్ర తీవ్రత (లేదా) అయస్కాంతీకరణతీవ్రత :</u>

అయస్కాంతీ కరణ తీవ్రత అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఒక బిందువు వద్ద వుంచిన ప్రమాణ ఉత్తర ధృవంపై పనిచేసే బలాన్ని అయస్కాంత క్షేత్ర తీవ్రత అంటారు.

<u>5.12. అయస్కాంత పెర్మియబిలిటీ :</u> ప్రమాణ వైశాల్యం వున్న పదార్థంలో నుంచి పోయే బలరేఖలకు, పదార్థానికి బదులుగా ప్రమాణ వైశాల్యంవున్న శూన్య ప్రవేశంలో నుంచి పోయే బలరేఖలకు వున్న నిష్పత్తిని అయస్కాంత ప్రవేశ్యశీలత అంటారు.

అందువలన μ = (B/H) (5.10)

ప్రమాణాలు హెన్రీ / మీటరు.

XÕq«j Õq¿£ýË $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ హెన్రీ / మీటరు.

ఒక యానకం యొక్క పెర్మిమబిలిటీకు ,శూన్య యానకం యొక్క పెర్మిమబిలిటీకు గల నిష్పత్తిని ఆ యానకం యొక్క సాపేక్ష ప్రవేశ్యశీలత μ_r అంటారు.

$\mu_r = (\mu/\mu_0)$ or $\mu = \mu_0 \times \mu_r$. (5.11)

<u>5.13. అయస్కాంత ససెప్టిబిలిటీ :</u> అయస్కాంత క్షేత్ర బలం వలన వస్తువు పొందిన అయస్కాంతీకరణ తీవ్రతకు, అయస్కాంత క్షేత్ర బలానికి వున్న నిష్పత్తిని వస్తువు యొక్క అయస్కాంత ససెప్టిబిలిటి అంటారు. H అయస్కాంత క్షేత్ర బలం వలన కలిగిన అయస్కాంతీకరణ తీవ్రత I అయిన... అయస్కాంత ససెప్టిబిలిటీ χ =I/ H

<u>5.14. B , H, I ల మధ్య సంబంధము :</u>

ఒక పదార్దంను అయస్కాంతీకరించినపుడు అది పొందే అభివాహ సాంద్రత B ఆ పదార్థాన్ని

శూన్యంలో వుంచి అయస్కాంతీకరించినప్పుడు అది పొందే అభివాహ సాంద్రత
B_0, మరియు ఆ పదార్థం లోపల అయస్కాతీకరణ వలన కలిగే అభివాహ సాంద్రత B_m ల
మొత్తాన్నికి సమానం. కావున $B = B_0 + B_m$.

$B_0 = H =$ బాహ్య అయస్కాంత క్షేత్రం వలన పదార్థం ప్రమాణ వైశాల్యానికి లంబంగా ప్రవహించే బలరేఖలు.

$B_m = \mu_o I =$ అయస్కాంతీకరణ తీవ్రత వలన పదార్థం ప్రమాణ వైశాల్యానికి లంబంగా ప్రవహించే బలరేఖలు.

$$\therefore B = B_0 + B_m = \mu_0 H + \mu_0 I$$
$$B = \mu_0 (H + I) \rightarrow (13)$$
$$\mu H = \mu_0 (H + I) \quad [\text{Since } B = \mu H]$$
$$\mu = \mu_0 [1 + (I/H)]$$
$$\mu = \mu_0 [1 + \chi] \quad [\text{since } \chi = (I/H)]$$
$$\mu_0 \mu_r = \mu_0 (1 + \chi)$$
$$\therefore \mu_r = (1 + \chi) \rightarrow (5.14)$$

5.15. హిస్టరి సెస్ వక్రం :

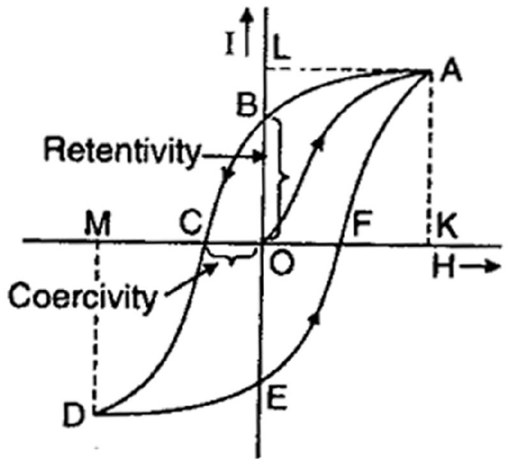
ఒక అయస్కాంతీకరింపబడిన ఫెర్రో అయస్కాంత పదార్థాన్ని ఒక అయస్కాంత క్షేత్రంలో వుంచాము అనుకోండి. దానిని మెల్లగా అయస్కాంతీకరిస్తూ వుంటే, అయస్కాంత క్షేత్రం విలువ H పెరుగుతూ వుండి, అయస్కాంతీకరణ తీవ్రత I కూడా పెరుగుతుంది. పటం 5.3 లోని **OA** భాగం దీనిని సూచిస్తుంది. పటం లోని A బిందువు వద్ద I విలువ స్థిరం అంటే ఆ వస్తువు అయస్కాంతీకరణ పరంగా సంతృప్తం చెందింది అన్నమాట.

తరువాత **A** నుంచి H క్షేత్రాన్ని తగ్గించడం ప్రారంభించాలి. అనుగుణంగా I విలువ కూడా తగ్గుతుంది కాని **AO** మార్గం గుండా కాకుండా **AB** మార్గాన్ని అనుసరిస్తుంది. **B** వద్ద H విలువ సున్న . అందుచేత భాహ్య అయస్కాంతక్షేత్రం లేకున్నా కూడా పదార్దంలో అయస్కాంతీకరణం వుంటుంది. H = 0 పదార్థం కలిగి వున్న అయస్కాంతత్వమును " శేష అయస్కాంతత్వము (రిటింటివిటి) అంటారు.

B వద్ద ప్రయోగించిన అయస్కాంత క్షేత్రం దిశను మార్చాలి. ఈ సందర్భంలో BCD వక్రం వస్తుంది. B.C. వక్రానికి, H విలువ వ్యతిరేక దిశలో పెంచినప్పడు I విలువ C వరకు పెరిగి C వద్ద I విలువ సున్న అవుతుంది. అనగా పదార్థం నిర అయస్కాంతీకరణ చెందింది. ఈ విలువును " కొయెర్సివిటీ " అంటారు. పదార్థం ఒక దశలో సంతృప్తి విలువకు అయస్కాంతీకరణం చెందిన తరువాత వ్యతిరేక దిశలో క్షేత్ర ప్రేరణ శూన్యం కావడానికి అవసరమయిన అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని కోయెర్సివిటీ అంటారు. మరల అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని వ్యతిరేక దశలో D వరకు పెంచాలి. D నుంచి అయస్కాంత క్షేత్రం H ని తగ్గించడం ప్రారంభించాలి. I బిందువు వద్ద మళ్లీ H = 0 అవుతుంది. కాని పదార్థంలో అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రేరణ విలువ OE మిగిలివుంటుంది.

E వద్ద అయస్కాంత క్షేత్రం దిశను మార్చాలి. దిశలో అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని F గుండా A బిందువును చేరేటట్లు క్రమేపీ ఎక్కువ చేయాలి పరిమాణంలో OF = OC = HC.

B - H తలంలోని సంవృత వక్రాన్ని పదార్థం యొక్క హిస్టిరిసెస్ (శైథిల్య) వక్రము అంటారు. ఫెర్రో అయస్కాంత పదార్థంలో అయస్కాంతీకరణం ప్రయోగించిన అయస్కాంత క్షేత్రానికి వెనుకబడి ఉండటం గమనించవచ్చు .ఈ విధాంగా వెనుకబడి వుండటాన్ని హస్టిరిసిస్ (శైథిల్యము) అంటారు. దీనిని పటం 5.3 లో చుడవచ్చు.



పటం 5.3 హిస్టిరిసెస్(శైథిల్య) వక్రము

<u>5.16. సాధించిన లెక్కలు :</u>

1. ఒక అయస్కాంతము (10సెం॥మీ × 2 సెం॥మీ ×1సెం॥మీ) యొక్క అయస్కాంత భ్రామకం 1 ఆంపియర్. మీ^{2} దాని అయస్కాంతీకరణ తీవ్రత ఎంత ?

జ). ఘన పరిమాణము,V=10x2x1=20cc =$2x10^{-5}$ మీటరు^{3}

అయస్కాంత భ్రామకము M= 1 ఆంపియర్- మీటర్^{2}

$$I = \frac{M}{V} = 5x10^4$$ ఆంపియర్- మీటర్

2).500 ఆంపియర్- మీటర్ పరిమాణం గల ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఇనుమును అయస్కాంతీకరణ చేసారు. పదార్థంలో అయస్కాంత ప్రేరణ 0.2 వెబర్/ మీటరు^{2} అయితే సాపేక్షప్రవేశ్య శీలతను, ససప్టబిలిటీను కనుగోనుము.

జ).

$$B = \mu H = \mu_0 \mu_r H$$

సాపేక్షప్రవేశ్య శీలత $\mu_r = \dfrac{B}{\mu_0 H} = \dfrac{0.2}{4\pi \times 10^{-7} \times 500}$

μ_r =318.5

ససప్టబిలిటి $\chi = \mu_r - 1$=318.5-1=317.5

3).ఒక యానకం యొక్క ససప్టబిలిటి 948x10^{-1} అయితే యానకం ప్రవేశ్యశీలతను సాపేక్ష ప్రవేశ్య శీలతను కనుగోనుము.

జ). సాపేక్ష ప్రవేశ్య శీలతను $\mu_r = 1 + \chi_m$; χ_m = అయస్కాంత ససప్టబిలిటి

$\therefore \quad \mu_r = 1 + 948 \times 10^{-11}$

పవేశ్యశీలత $\mu = \mu_r \times \mu_0$

$= (1+948 \times 10^{-11})(4\pi \times 10^{-7})$

4) 4 సెం॥మీ॥^{2} మధ్యచేద వైశాల్యం కలిగిన ఒక ఇనుప కడ్డిని దాని పోడవు అయస్కాంత క్షేత్రానికి సమాంతరంగా ఉండు నట్టు అమర్చారు. అయస్కాంత క్షేత్రతీవ్రత 1600 ఆంపియర్- మీటర్. కడ్డి గుండా 4x10 $^{-4}$ వెబర్ అభివాహం పోతూ ఉంటే కడ్డి పదార్ధ ప్రవేశ్యశీలత ఎంత.

జ). $B = \dfrac{\Phi}{A} = \dfrac{4 \times 10^{-4}\, weber}{4 \times 10^{-4}\, m^2}$

=1 tesla

Now, $\mu = \dfrac{B}{H} = \dfrac{1}{1600} \dfrac{weber \times m^{-2}}{amp \times m^{-1}}$

$= 0.625 \times 10^{-3} \dfrac{weber}{amp - m}$

ఉదాహరణ లెక్కలు.

1). ఘన పరిమాణము, 1000 సాపేక్ష ప్రవేశ్యశీలత కలిగిన ఒక ఇనపకడ్డీని, 1 సెం.మీ, పోడవుకు 5 చుట్లు గల ఒక పోడవైన సోలెనాయిడ్ నందు ఉంచబడినది. సోలెనాయిడ్ గుండా 0.5 విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినప్పడు ఆ కడ్డీ అయస్కాంత భ్రామకమును కనుగొనుము.

2. 2 సెం।మీ వెడల్పు 1 మందము కలిగిన ఒక రాగిబద్దీని అయస్కాంత క్షేత్రములో మందమునకు సమాంతరముగా ఉండునట్లు అమర్చబడినది. బద్దీ ద్వారా 200 A విద్యుత్ ప్రవాహము పంపినప్పడు బద్దీ చివరల మధ్య ఏర్పడు హోల్ పొటెన్షియల్ భేదము కనుగొనుము.

3. ఒక సైక్లోట్రాన్ డీ ల మశ్య సంధానము చేసిన A.C. డోలక పౌన: పున్యము 9 MHZ కణములను త్వరణము చెందించే అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రత దీ ను కనుగొనుము.
(కణము ద్రవ్యరాశి (m) R 6.643I 10^{-27} kg)

4. 1 సెం।మీ పొడవు గల ఒక తీగ ద్వారా 10 విద్యుత్ ప్రవహించుచున్నది. ఈ తీగ $1.5wb^2 / m^2$ అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత గల ఒక అయస్కాంత క్షేత్రముతో 30^0 కోణము చేయుచున్నది. ప్రమాణ పొడవు గల తీగ పై పని చేయు బలము కనుగొనము.

5. 0.254 సెం.మి వ్యాసము గల రాగి తీగ ద్వారా 50 A విద్యుత్ ప్రవహించుచున్నది. దాని ఉపరితలము పై గల అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత కనుగొనుము.

6. అనంతమైన పొడవు గల ఒక తీగ ద్వారా 100 ma విద్యుత్ ప్రవహించు చున్నది. 10 cm దూరములో గల బిందువు వద్ద ఈ తీగ వలన ఏర్పడు అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత కనుగొనుము.

7. 100 సెం.మి పొడవు గల ఒక సోలెనాయిడ్ 1000 చుట్లు కలిగియున్నది. దాని గుండా 2 A విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినప్పడు దాని అక్షము పై మధ్య బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రతను గణించుము.

5.17. ముఖ్య విషయాలు :

1) వలచని ఏకరీతి మందము కలిగిన అయస్కాంత పదార్ధపు రేకకు ప్రతీ బిందువు వద్ద లంబదిశలోఅయస్కాంతీకరింపబడిన రెండు తలాలలో ఒకటి ఉత్తర ధృవంగాను రెండవది సమానమైన దక్షిణ ధృవంగాను పని చేసే దానిని అయస్కాంత కర్పరం అంటారు.

2) ప్రమాణ ఉపరితల వైశాల్యానికి గల అయస్కాంత భ్రామకాన్ని అయస్కాంత కర్పర తీవ్రత అంటారు.

3) కర్పరము యొక్క అయస్కాంతీ కరణ తీవ్రత, మరియు మందముల లబ్ధమును కర్పర అయస్కాంత తీవ్రత అంటారు.

4) అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రేరణ B ను పొటెన్షల్ V యొక్క ఋణ నతిక్రమంగా వ్రాయవచ్చు.

5) విద్యుత్ ప్రవహించే ప్రతీ ఒక్క రేఖీయ వాహకం ఒక సామన్య అయస్కాంత కర్పరానికి సమానము తలము కర్పర పరిధి తీగలతో ఏకీభవించాలి. మరియు ప్రమాణ వైశాల్యానికి గల అయస్కాంత భ్రామకం (కర్పర తీవ్రత) విద్యుత్ ప్రవాహానికి అనులోమాను పాతంలో వుంటుంది.

6) అయస్కాంత క్షేత్ర బలం వలన వస్తువు పొందిన అయస్కాంతీకరణ తీవ్రతకు, అయస్కాంత క్షేత్ర బలానికి వున్న నిష్పత్తిని వస్తువు యొక్క అయస్కాంత ససెప్టిబిలిటి అంటారు.

7) B, H మరియు I ల మధ్య సంబంధం $B = \mu_0 (H + I)$.

5.18. కీ పదాలు :

అయస్కాంత కర్పరం , అయస్కాతీకరణ తీవ్రత అయస్కాంత క్షేత్ర తీవ్రత, అయస్కాంత ససెప్టిబిటిలీ, హిస్టిరిసిస్ (శైథిల్య) వక్రము , శేష అయస్కాంతత్వము మరియు కెయొర్సివిటీ.

5.19. ప్రశ్నలు :

1) అయస్కాంత కర్పరం అంటే ఏమిటి ? అయస్కాంత కర్పరం యొక్క ' సత్వం ' అంటే ఏమిటో నిర్వచించి ఒక అయస్కాంత కర్పరం వల్ల ఏదయినా ఒక బిందువు వద్ద ఏర్పడే పొటన్సల్‌కు సమీకరణం ఉత్పాదించుము ?

2) సమతల వృత్తకా అయస్కాంత కర్పరం యొక్క అక్షం మీద ఏదయినా ఒక బిందువు వద్ద.

ఎ) అయస్కాంతపు పొటన్షనల్‌కు.

బి) అయస్కాంత క్షేత్ర తీవ్రతకి సమీకరణాలు ఉత్పాదించండి ?

3) శేష అయస్కాంతతత్వము , కోర్సివ్ బలము, హిస్టిరిసిన్ (శైథిల్యము) అంటే ఏమిటి , హిస్టిరిసిస్ వక్రం యొక్క ప్రాముఖ్యతను వ్రాయుము.

4) అయస్కాంత ప్రేరణ. B అయస్కాంత తీవ్రత I మరియు అయస్కాంతీకరణ తీవ్రత H లను నిర్వచించి, వాటి మధ్య సంబంధమును రాబట్టండి ?

5.20. సంక్షిప్త ప్రశ్నలు :

1) హిస్టిరిసిస్ (శైథిల్యము) వక్రం పై లఘటిక వ్రాయండి.

2) స్థిర అయస్కాంతములో ఆంపియార్ సిద్దాంతాన్ని వ్రాసి వివరించండి ?

3) అయస్కాంత కర్పరం వలన అయస్కాంత పొటెన్సల్‌కి సమీకరణ ఉత్పాదించండి.

4) సమతల వీత్తాకారంలోనున్న అయస్కాంత కర్పరం అక్షం మీద ఏదైనా బిందువు వద్ద అయస్కాంత పొటల్స్‌కి సమీకరణం ఉత్పాందించండి ?

5) అయస్కాంత ప్రవేశ్యశీలత మరియు అయస్కాంత ససెప్టిబిలిటీల మధ్య సంబంధాన్ని రాబట్టండి?

5.21. అతి సంక్షిప్త ప్రశ్నలు :

1) హిస్టిరిసిస్ (శైథిల్యము) వక్రాన్ని గీయండి.

2) అయస్కాంత కర్పరం అంటే ఏమిటి ?

3) అయస్కాంతీకరణ తీవ్రత మియు అయస్కాంత పెర్మియబిలిటీ లను వివరించండి ?

4) హిస్టెరిసిస్ అంటే ఏమిటి ?

5.22.విషయగ్రంధాలు

1. Electricity – Magnetism – Brijlal and Subramanyam.
2. Electricity – Magnetism and Electrics – K.K.Tiwari
3. Telugu Acadamy – III year Physics
4. Electricity and Magnetism – Thayal
5. Electricity and Magnetism , Electronics – S.L.Gupta and Sanjeev Gupta

యూనిట్ 2

పాఠం 6

విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత క్షేత్రాలలో కదిలే విద్యుదావేశం

విషయ సూచిక: ఈ పాఠ్యాంశము చదివిన తరువాత మీరు ఈక్రింది విషయాలు నేర్చుకుంటారు.

హాల్ ప్రభావం- సైక్లోట్రాన్-సింక్రోసైక్లోట్రాన్-సింక్రోట్రాన్-ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రంలో విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న వాహకంపై పనిచేసే బలం.-తీగచుట్టపై పనిచేసే టార్క్-బయాట్ - సావర్టు సూత్రం-విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న తిన్నని వాహకం వల్ల ఏదైనా బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత (B)-విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న తీగచుట్ట అక్షంపై ఏదైనా బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత (B)-విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న సాలినాయిడ్ అక్షం పై ఏదైనా బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత (B)

పాఠ్యాంశాలు :

6.1. పరిచయం

6.2. హాల్ ప్రభావం

6.3. సైక్లోట్రాన్

6.4. సింక్రోసైక్లోట్రాన్

6.5. సింక్రోట్రాన్

6.6. ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రంలో విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న వాహకంపై పనిచేసే బలం.

6.7. తీగచుట్టపై పనిచేసే టార్క్

6.8. బయాట్ - సావర్టు సూత్రం

6.9. విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న తిన్నని వాహకం వల్ల ఏదైనా బిందువు వద్ద అయస్కాంతప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత(B)

6.10. విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న తీగచుట్ట అక్షంపై ఏదైనా బిందువు వద్ద అయస్కాంత పేరణ క్షేత్ర తీవ్రత (B)

6.11. విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న సాలినాయిడ్ అక్షం పై ఏదైనా బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత (B)

6.12. మాదిరి లెక్కలు

6.13. విషయ సంగ్రణం

6.14. కీలక పదాలు

6.15. లెక్కలు

6.16. విషయగ్రంధాలు

6.1. పరిచయం :

క్రీసు పూర్వము 6 వ శతాబ్దంలో గ్రీకు తత్వవేత్త థేల్స్ చెప్పిన వివరాల ప్రకారం ఆంబర్‌ను రుద్దినపుడు అది చిన్న చిన్న కాగితం ముక్కలను ఆకర్షించే ధర్మాన్ని అనుసరించి విద్యుత్‌శాస్త్రం ఆవిర్భవించింది. అదేవిధంగా సాధారణంగా లభించే రాయి , ఇనుమును ఆకర్షించే ధర్మం ప్రకారం అయస్కాంత శాస్త్రం ఆవిర్భవించింది. ఈ రెండు శాస్త్రాలు 1820 వరకూ విడివిడిగా అభివృద్ధి చెందాయి. 1820 లో హరిన్స్ క్రిష్టియన్ ఆయిర్‌స్టడ్ రెండింటి మధ్యగల సంబంధాన్ని ఆవిష్కరించాడు. అతని సిద్ధాంతం ప్రకారం తీగలో ప్రవహించే విద్యుత్ వల్ల అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడి కంపాసు సూచిక అపవర్తనం చెందాదని కనుగొన్నాడు. దీనినుండి కొత్త శాస్త్రం , విద్యుత్‌యస్కాంతత్వం ఆవిర్భవించింది. దీనిని అనేక మంది శాస్త్రవేత్తలు వృద్ధి చేశారు. వారిలో ముఖ్యంగా మైఖేల్‌ఫారడే (1791 -1867), జేమ్స్ క్లర్క్ మేక్స్‌వెల్ (1831 - 1879) ప్రధానమైన వారు. ఆయిర్ స్టడ్ ప్రయోగాల నుండి విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న తీగ వల్ల కంపాసు సూచిక వంటి అయస్కాంత పై బలం పనిచేస్తుంది. ఫారడే సిద్ధాంతాన్ని అనుసరించి, న్యూటన్ మూడవ గమన నియమా ప్రకారం దీని

వ్యతిరేక ప్రభావం కూడా జరుగుతుంది, అంటే అయస్కాంత సూచి కూడా తీగపై బలాన్ని ప్రయోగిస్తుంది. కాబట్టి మాక్సువెల్, విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత క్షేత్రాల ధర్మాలను వివరించడానికి, విద్యుదయస్కాంతత్వానికి మాక్సువెల్ సమీకరణాలను రూపొందించాడు.

6.2. హాల్ ఫలితం :

హాల్ ఫలితం ప్రకారం " విద్యుత్ ప్రవహించే వాహకానికి లంబదిశలో అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ప్రయోగిస్తే , వాహకం వ్యతిరేక తలాల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా ఏర్పడుతుంది.

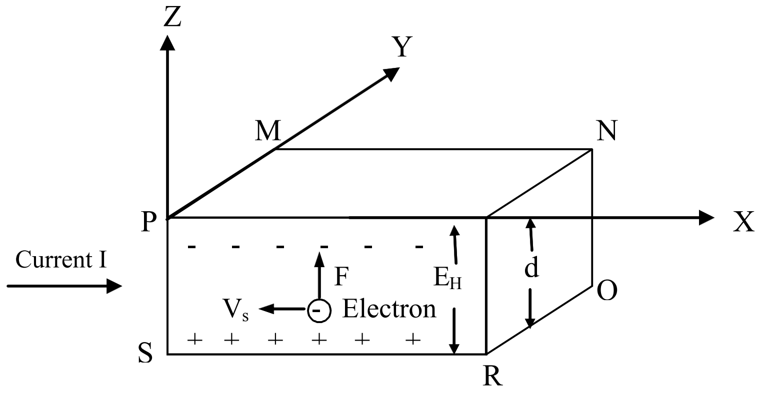


Fig 6.1

పటం 6.1 : ఏకరీతి మందం కలిగి ఉన్న లోహపు పలకము దాని పొడవు X అక్షానికి సమాంతరంగా ఉండేటట్లు తీసుకోవాలి. X అక్షం దిశలో ఈ వాహకం గుండా i విద్యుత్‌ను ప్రవహింప జేసి, Y - అక్షం దిశలో B అయస్కాంత క్షేత్రం ప్రయోగించాలి. ఈ అయస్కాంత క్షేత్రం వల్ల , విద్యుదావేశ వాహకాలపై X-Y- తలానికి లంబదిశలో (అంటే Z - అక్షం దిశలో) F బలం పనిచేస్తుంది. ఈ బలం యొక్క దిశను ఫ్లెమింగ్ ఎడమచేతి నిబంధన తెలియజేస్తుంది. విద్యుదావేశ వాహకాలు ఎలక్ట్రాన్లు అయితే వాటి పై ఈ బలం ధన Z - అక్షం దిశలో పనిచేస్తుంది. కాబట్టి ఎలక్ట్రాన్లన్నీ పై ఉపరితల PQNM పై చేరుతాయి. కాబట్టి పటం 6.1 లో చూపిన విధంగా పై ఉపరితలం ఋణాత్మకంగాను క్రింది తలం ధనాత్మకంగాను మారుతుంది. ఇపుడు తిర్యక్ పొటెన్షియల్ భేదం ఏర్పడుతుంది. దీనిని హాల్ వి.ఛా.బ. అంటారు. విద్యుదావేశ వాహకాలు ధనవేశ కణాలైన ప్రోటాన్లగాని, రంధ్రాలు కాని ఉపరితలాల పై ఆవేశాలు తారుమారు అవుతాయి. కాబట్టి విద్యుచ్ఛాలక బలం వ్యతిరేక గుర్తును కలిగి ఉంటుంది. కాబట్టి వి.ఛా.బ. గుర్తును బట్టి విద్యుత్ వాహకాలు ఏ రకమైన ఆవేశాలో తెలుస్తుంది. హాల్ వి.చా.బలాన్ని పొటన్షియోమీటరు ఉపయోగించి కొలవవచ్చు. ప్రయోగాల నుండి వచ్చిన ఫలితాల ప్రకారం లోహాలలో విద్యుదావేశ వాహకాలు ఎలాక్ట్రాన్‌లు, P - రకం అర్థ వాహకాలలో విద్యుదావేశ వాహకాలు ధనవేశ రంధ్రాలు అవుతాయి.

కాబట్టి పై వివరణ ప్రకారం, విద్యుదావేశ వాహకాలు స్థానభ్రంశ చెందుతాయి. దీని వల్ల ఒక తిర్యక్ విద్యుత్ క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది. దీనిని హాల్ విద్యుత్‌క్షేత్రం E_H అంటాము. E_H పటం 6.1 లో చూపబడింది ఈ క్షేత్రం వాహకం లోపల పనిచేసి ఆవేశ వాహకాలు డ్రిఫ్ట్ గమనాన్ని వ్యతిరేకిస్తుంది. ఈ విధంగా సమతాస్థితిలో విద్యుదావేశ వాహకాలపై అయస్కాంత క్షేత్రం వల్ల అపవర్తన బలం, విద్యుత్‌క్షేత్రం వల్ల అపవర్తన బలం తుల్యం అవుతాయి.

అయస్కాంత అపవర్తన బలం = $q.v_d.B$

హాల్ విద్యుత్ అపవర్తన బలం = $q.\ E_H$ ఏర్పడుతుంది" .

సమతా స్థితిలో సమీకరణం $q.v_d.B = q.\ E_H.\quad \Rightarrow E_H = v_d.B \ \rightarrow (6.1)$

కాని విద్యుత్ ప్రవాహ సాంద్రతకు మరియు డ్రిఫ్ట్ వేగానికి మధ్య సంబంధం $v_d = \frac{j}{nq} \quad \rightarrow (6.2)$

ఇక్కడ n విద్యుదావేశ వాహకాల గాఢత (ప్రమాణ ఘ॥పు॥గల గల వాహకాల సంఖ్య).

సమీ ....(6.1) మరియు (6.2) ల నుండి.. $E_H = \frac{j}{nq}.B \ \rightarrow (6.3)$

సమతా స్థితిలో హాల్ ఓల్టేజి V_H అయితే. $E_H = \left(\frac{V_H}{d}\right) \rightarrow (6.4)$

ఇక్కడ d దండము మందం.

కాబట్టి V_H విలువను కొలిచి, (సమీ...(6.4) నుండి) E_H విలువను కనుగొనవచ్చు. దండంలో ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహం విలువ తెలిస్తే విద్యుత్ ప్రవాహ సాంద్రత $\frac{j}{A}$ విలువ కనుగొనవచ్చు ఇక్కడ A పలక యొక్క మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం. గౌస్ మీటరును ఉపయోగించి అయస్కాంత క్షేత్రం B విలువ కొలవవచ్చు కాబట్టి E_H , J మరియు B విలువలను సమీ..6.3 లో ప్రతిక్షేపిస్తే $\frac{1}{nq}$ విలువను కనుగొనవచ్చు..

హాల్ విద్యుత్ క్షేత్రం E_H విలువను విద్యుత్ ప్రవాహ సాంద్రత J మరియు అయస్కాంత క్షేత్రం B ల లబ్ధంచే భాగిస్తే హాల్ గుణకం వస్తుంది. దీనిని R_H తో సూచిస్తాయి.

కాబట్టి $$R_H = \left(\frac{E_H}{jB}\right)$$

సమ 5.3 నుండి $$\frac{E_H}{jB} = \frac{1}{nq}$$

$$\therefore\ R_H = \frac{1}{nq} \ \rightarrow (6.5)$$

విద్యుదావేశ వాహకాలు ఎలక్ట్రాన్లు అయితే హాల్ గుణకం ఋణత్మకం గాను, వాహకాలు రంధ్రాలయితే హాల్ గుణకంగాను ఉంటుంది.

6.3.సైక్లోట్రాన్ :

సైక్రోట్రాన్ అనేది అత్యధిక వేగంతో కణాలను త్వరణీకరించడానికి ఉపయోగించే పరికరం. దీనిని మొదటి E.O లారెన్స్ అనే శాస్త్రవేత్త కనుగొన్నాడు. సైక్లోట్రాన్ పై అతని పరిశోధనకు 1939 లో నోబెల్ బహుమతి లారెన్స్‌కు లభించింది.

సైక్రోట్రాన్ ఒకే పొటెన్షియల్‌ను ఉపయోగిస్తూ అయాన్‌ను అంచెలంచెలుగా వేగం పెరిగేటట్లు చేస్తారు. ప్రతీ అంచెలోనూ పొటెన్షియల్ విలువ తారుమారు అవుతు అయాన్ యొక్క వేగాన్ని పెంచడంలో దోహదపడుతుంది. ఒక అయాన్ అయస్కాంత క్షేత్రంలో 200 సార్లు వృత్తాకార కక్ష్యలలో పరిభ్రమిస్తే ప్రతీ కక్షకూ 100 Kev వంతున మొత్తం 200 సార్లు పరిభ్రమించే సరికి దాని గతిజ శక్తి 200 x 100 Kev = 20Mev అవుతుంది. ఈ శక్తికి సంబంధించి పొటెన్షియల్ భేదం అనేక మిలియన్ వోల్టులలో ఉంటుంది.

వర్ణన: పటం 6.2 లో చూపిన విధంగా సైక్లోట్రాన్‌ను పై నుండి చూస్తే దానిలో స్థూపాకారంగా గల రాగి పేటిక దాని వ్యాసం వెంబడి D1 మరియు D2 అనే రెండు భాగాలుగా విభజించబడి ఉంటుంది. వాటి ఆకారాన్ని బట్టి ఈ బాగాలను " డీ "లు అంటారు. తిన్నగా ఉన్న అంచుల వద్ద రెండు డీలు తెరువబడి ఉంటాయి. ఈ రెండు డీలూ 35 అంగుళాల వ్యాసం మరియు 6 అంగుళాల ఎత్తు కలిగిన శూన్య పేటికను క్షితిజ సమాంతరంగా ఉండేటట్లు ఒక అయస్కాంత క్షేత్రంలో అమరుస్తారు. ఈ అయస్కాంత క్షేత్రం అనేది రెండు అయస్కాంత ధృవాలు N మరియు S ల వల్ల క్షితిజ లంబంగా ఏర్పాటు చేస్తారు. ఈ పరికరాన్నంతటనీ చల్లటి నీటి ప్రవాహం గల నీటి తొట్టెలో ఉంచుతారు. ఈ క్షేత్రం యొక్క అయస్కాంత ప్రేరణ పేపరు తలానికి లంబంగా ఉంటూ 1.6 Wb/m^2 విలువను కలిగి ఉంటుంది. దీనిని పటంలో చుక్కలతో సూచించారు.

అధిక పౌన:పున్య డోలకం ఉపయోగించి ఒక అధిక పొటెన్షియల్ 10,000volts మరియు పౌన:పున్యం 10,000KHz ఉండేటట్లు ప్రయోగిస్తారు. రెండు డీల మధ్య భాగంలో గల S అనే బిందువు నుండి అయాన్లు ఉత్పన్నమవుతాయి. లక్ష్యం మీదకు అయాన్లను పంపడానికి ఒక అపవర్తన పలక పేటిక లోపల అమర్చి ఉంటుంది.

పనిచేసే విధానం :- q విద్యుదావేశం, m ద్రవ్యరాశి కలిగిన కణం V వేగంతో , వేగానికి లంబంగా ప్రయోగించిన అయస్కాంత క్షేత్రంలో B లో ప్రయాణిస్తే అది వృత్తాకార మార్గంలో తిరుగుతుంది. ఇదియే సైక్లోట్రాన్‌లో పనిచేసే ముఖ్యమైన నియమం.

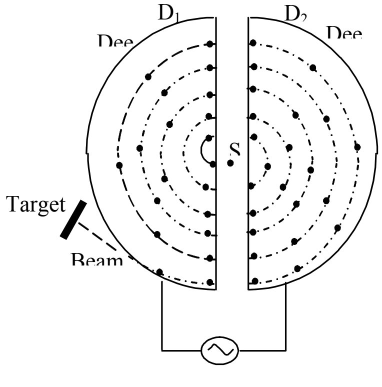


Fig 6.2

ఇక్కడ వృత్తాకార మార్గం వ్యాసార్థం $$r = \frac{m.v}{q.B} \rightarrow (6.6)$$

భ్రమణ పౌన:పున్యం విలువ $$\omega_c = \frac{qB}{m} \Rightarrow f_c = \frac{qB}{2\pi m} \rightarrow (6.7)$$

దీనిని సైక్రోట్రాన్ పౌన:పున్యం అంటారు. దీని విలువ కణం వేగం పై ఆధార పడదు.

మొదటి ధనావేశ అయాన్ డీ , D1 వైపు కదులుతుంది. ఈ సమయంలో , ఋణాత్మక పొటెన్షియల్ కలిగి ఉంటుంది. కాబట్టి ధనాత్మక అయాన్ వేగం పెరిగి అది డీ లోపలకు ప్రవేశిస్తుంది. డీ లను రాగితో తయారు చేయడం వల్ల అవి విద్యుత్ వాహకాలు మరియు అయస్కాంత ధర్మాలను ప్రదర్శించవు కాబట్టి డీ లోపల అయాన్ ఉన్నంత సేపు దాని పై విద్యుత్ క్షేత్ర ప్రభావం ఏమీ ఉండదు.

ఇపుడు అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని అయాన్ ప్రయాణించే మార్గానికి లంబంగా ప్రయోగించడం వల్ల అయాన్ వృత్తాకార మార్గంలో వంగి ప్రయాణిస్తుంది.

వృత్తాకార మార్గం వ్యాసార్థం $r = \frac{m.v}{q.B}$ మరియు అయాన్ పౌన:పున్యం $f_c = \frac{qB}{2\pi m}$ అవుతాయి.

ఇపుడు ధనాత్మక అయాన్ మొదటి D_1 నుండి బయటకు వచ్చే సరికి D_2 ఋణ పొటెన్షియల్‌ను పొందుతుంది. ఇపుడు అయాన్ వేగం పెరిగి అది తిరిగే వృత్తాకార కక్ష్య యొక్క వ్యాసార్థం కూడా పెరుగుతుంది. కాబట్టి అయాన్ అదే పౌన:పున్యంతో పెద్ద వృత్తంలో తిరుగుతుంది.

ఈ విధంగా ప్రతీ అంచెలోనూ అయాన్ రెండవ డీ వైపు ఆకర్షించ బడుతూ వేగం పెరుగుతూ వృత్తాకార కక్ష్య వ్యాసార్థం పెరుగుతూ తిరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ సందర్భంలో డోలకం యొక్క పౌన:పున్యం f_0 మరియు అయాన్ పౌన:పున్యం f_c విలువలు సమానం అవుతాయి. అయి తే $f_0 = f_c$. దీనిని సైక్లోట్రాన్ యొక్క అనునాద నియమం అంటారు.

$$f_c = \frac{qB}{2\pi m}$$ కాబట్టి అనునాద నియమం ప్రకారం.

$$f_0 = \frac{qB}{2\pi m} \Rightarrow qB = 2\pi m f_0 \rightarrow (6.8)$$

ఒక విద్యుదావేశ కణానికి q మరియు m లు స్థిరాంకాలు. డోలకాన్ని f_0 పౌన్‌పున్యం వద్ద స్థిరంగా ఉంటూ పనిచేసేటట్లు తయారు చేస్తాము. కాబట్టి అనునాద నియమం రాబట్టుటకు అయస్కాంత క్షేత్రం B ను మార్పు చేస్తాము.

<u>విద్యుదావేశకణం యొక్క గరిష్ఠ శక్తి :</u>

సైక్లోట్రాన్‌లో విద్యుదావేశకణం క్రమేపీ వ్యాసార్థం పెరిగే వృత్తాకార మార్గాలలో సర్పిలాకరంగా తిరుగుతూ ఉంటుంది. డీ యొక్క బయిట అంచు వ్యాసార్థము R అనుకుంటే చివరి కక్ష్యలో అయాను తిరిగే కక్ష్య వ్యాసార్థము కూడా R అవుతుంది. ఈ సందర్భంలో అయాన్‌కు గరిష్ఠ గతిజశక్తి ఉంటుంది.

$$\omega_{max} = \frac{v_{max}}{R} = \frac{qB}{m}$$

కాబట్టి $v_{max} = \frac{qB}{m} R \rightarrow (6.9)$

గరిష్ఠ గతిజశక్తి $\frac{1}{2} m v_{max}^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{q}{m}\right)^2 B^2 R^2 \rightarrow (6.10)$

సైక్లోట్రాన్ పరిమితులు :

సైక్లోట్రాన్‌లో కణానికి వచ్చే గరిష్ఠ గతిజశక్తికి పరిమితి ఉండాలి. ఈ క్రింది కారణాలు దీనికి దోహదం చేస్తాయి.

1. డోలకం యొక్క పౌనఃపున్యం మరియు సామర్ధ్యాలు అవధిలో ఉండాలి.
2. గరిష్ఠ అయస్కాంత ప్రేరణ B విలువకు కూడా అవధి ఉండాలి.
3. సైక్లోట్రాన్‌లో ఎక్కువ ద్రవ్యరాశి గల ప్రోటాన్లు, డ్యూట్రాన్లు మరియు ఆల్ఫాకణాల వంటి వాటిని కూడా త్వరణీకరించవచ్చు. కాని సైక్లోట్రాన్‌లో ఎలక్ట్రాన్‌లను త్వరితం చేయలేము. ఇచ్చిన శక్తికి , ఎలక్ట్రాన్‌లో కలిగే వేగం, హెచ్చు ద్రవ్యరాశి గల ప్రోటాను, డ్యూటరాను,ఆల్ఫా కణము వంటి వాటిలో కలిగే వేగం కన్నా చాలా ఎక్కువ. ఎలక్ట్రాన్‌లో కలిగే ఈ అధిక వేగం వల్ల , దాని సాపేక్ష ద్రవ్యరాశి కూడా ఎక్కువగా ఉంటుంది.

   ఈ ద్రవ్యరాశి (m) ను ఐన్‌స్టీన్ సమీకరణం $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ ఉపయోగించి కనుగొనవచ్చు.

   , ¿Œ& *f* m_0 ఎలక్ట్రాన్ విరామ ద్రవ్యరాశి. ఈ కారణంగా సైక్లోట్రాన్ పౌనఃపున్యం $\omega_c = \frac{qB}{m}$ వేగంలో మారుతుంది. కాని సైక్లోట్రాన్ ముఖ్య నిబంధనను అనుసరించి సైక్లోట్రాన్ పౌనఃపున్యం వేగం మీద ఆధారపడరాదు. అప్పుడు మాత్రమే కణం ఏకాంతర వోల్టేజి ఒకే దశలో ఉంటాయి. ఎలక్ట్రాన్‌కు ω_c వేగంతో పాటు మారితే ,ఎలక్ట్రాన్‌లు ఏకాంతర వోల్టేజి ఒకే దశలో ఉండవు. అందువల్ల అవి తగిన సమయంలో డీ ల మధ్య ఉండే ఖాళీ ప్రదేశంలోనికి చేరవు. అనునాద నిబంధన వర్తించదు. కొంతకాలమయిన తరువాత, ఎలక్ట్రాన్ త్వరితం చెందదు.
4. అధిక ద్రవ్యరాశి గల ప్రోటాను, డ్యూటరాను వంటి అయానులలో కూడా, చాలా ఎక్కువ వేగాల వద్ద (కాంతి వేగంలో పోల్చదగినవి) ద్రవ్యరాశి వేగంతో మారుతుందని గమనించారు. ప్రోటాను విషయంలో 50 Mev కంటే అధిక శక్తి అవసరమయితే, సైక్లోట్రాన్ పనిచేయదు.

6.4.సింక్రో సైక్లోట్రాన్ :

కణం యొక్క వేగం పెరిగితే , దాని సాపేక్ష ద్రవ్యరాశి కూడ క్రింది సమీకణాన్ని అనుసరించి మారుతుందని మనకు తెలుసు. $m = \dfrac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

ఇక్కడ m_0 కణం విరామ ద్రవ్యరాశి, c కాంతివేగం , దీని వలన సైక్లోట్రాన్ పౌనఃపున్యం $f_c = \dfrac{qB}{2\pi m}$

కూడా వేగంతో మారుతుంది. అనునాద నిబంధన $f_0 = f_c$ అనువర్తించదు.

చాలా తక్కువ సమయంలోనే ఉపయోగించిన ఏకాంతర ఓల్టేజి కణపైనఃపున్యాలలో దశాభేదం కలుగుతుంది. సరైన సమయంలో కణం రెండు డీల మధ్య ఖరెళి ప్రదేశంలోకి చేరదు. కొంత కాలం తరువాత కణం మరి ఇంక త్వరితం చెందదు. $f_0 = \dfrac{qB}{2\pi m}$ నిబంధనను అనుసరించి అనునాదం వేగం మారకుండా ఉండటానికి కణం వేగం పెరిగే కొద్దీ , డోలకం పౌనఃపున్యాన్ని తగ్గించవలసి ఉంటుంది. ద్రవ్యరాశి వేగంతో పెరిగినపుడు, ఎల్లప్పుడూ స్థిరంగా ఉండేటట్లుగా f_0 ను తగ్గించ వలసి ఉంటుంది. ఏకాంతర ఓల్టేజి పౌనఃపున్యాన్ని మార్చడం వలన ఈ ఫలితాన్ని పొందవచ్చు. దీనిని సింక్రో సైక్లోట్రాన్ అంటారు. ఇందులో అయస్కాంత క్షేత్రప్రేరణ B స్థిరంగా ఉంటుంది.

ఏకాంతర ఓల్టేజి యొక్క అధిక పౌనఃపున్యంలో చాలా వేగంగా జరిగే మార్పులతో పోలిస్తే, పౌనఃపున్యంలో జరిగే మార్పులు నెమ్మదిగా, నిరంతరంగా జరిగేటట్లు చూడాలి. లేనిచో దశలో స్థిరత్వం మారుతుంది. పౌనఃపున్యంలో నిరంతర మార్పులు పొందటానికి, మార్పుచెందే పౌనఃపున్యం గల పరికరమును వాడాలి. ఈ మార్పు 50Hz, 60Hz ల వద్ద జరుగుతుంది. సైక్లోట్రాన్‌తో త్వరణం చెందిన కణాల నిరంతర ప్రవాహాన్ని పొందవచ్చు. కాని సింక్రోసైక్లోట్రాన్‌లో త్వరితం చెందిన కణాలు కొంత విరామంతో స్పందనాలుగా వెలువడతాయి. (ఒక సెకనుకు కొన్నివందల కణాలను పొందవచ్చు)

(6.5) సింక్రోట్రాన్ : సైక్లోట్రాన్ నిర్మాణములో ఇమిడి ఉన్న ముఖ్య సూత్రము ననుసరించి సైక్లోట్రాన్ పౌన్‌పున్యం f_0, అనగా అయస్కాంత క్షేత్రములో భ్రమణం చేసే ఆవేశిత కణము యొక్క భ్రమణ పౌనఃపున్యం ఆకణం వేగం మీద ఆధారపడదు.

$f_c = \dfrac{qB}{2\pi m}$ విలువ అన్ని వేగాలకు స్థిరంగా ఉంటుంది. కానీ కణం వేగం పెరిగే కొద్దీ దాని ద్రవ్వరాశి $m = \dfrac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ ను అనుసరించి పెరుగుతుంది. ఫలితంగా అనునదా నిబంధన

$f_0 = f_c = \frac{qB}{2\pi m}$ అవేశిత కణం అధిక వేగాలను కలిగి ఉన్నప్పుడు అనువర్తించదు.

సైక్లోట్రాన్‌కు సంబంధించి రెండవ ప్రతికూల విషయం ఏమిటంటే మనకు లభ్యమయ్యే 1.5 wb/m ^{2} అయస్కాంత క్షేత్రప్రేరణకు ఆవేశిత కణాలు చాలా ఎక్కువ శక్తిని పొందాలంటే వృత్తాకార మార్గం చిట్ట చివర అంచువద్ద వ్యాసార్ధం కొన్ని కిలోమీటర్లు ఉండాలి. ఆ సందర్భంలో ఉపయోగించే అయస్కాంత ధృవతలాల వైశాల్యం కొన్ని వేల హెక్టార్లు ఉండాలి. ఈ రెండు ఇబ్బందులు అధికమించడానికి సింక్రోట్రాన్ నిర్మించబడినది.

సింక్రోట్రాన్ అయస్కాంతక్షేత్రం B , డోలకము పౌనఃపున్యం F_o లు చక్రీయ ప్రకియలో మారుతూ ఉంటాయి అన్ని సమయాలలో అనునాద నిబంధన $f_0 = \frac{qB}{2\pi m}$ అనుసరించబడుతుంది. అయస్కాంత పరిమాణం తగ్గించడానికి, చిట్ట చివర వృత్తాకార మార్గం వ్యాసార్ధం R ను కూడా తగ్గించాలి. నిజానికి సింక్రోట్రాన్‌లో వ్యాస్థాం స్థిరంగా ఉంటుంది. అయాన్‌లు R స్థిర వ్యాసార్ధం గల వృత్తాకార మార్గంలో తిరిగేటట్లు చేయాలి. అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని కూడా f_0 తో బాటు మార్చడం వలన దీనిని సాధించవచ్చు. సింక్రోట్రాన్‌లో ఆవేశిత కణాలను త్వరణీకరించడానికి , ఈ క్రింది రెండు సమీకరణాలు ఏక కాలంలో అనువర్తించేటట్లు $f_{0,}B$ లను మార్చాలి.

$f_0 = \frac{qB}{2\pi m}$ మరియు $v = R\omega_0 = (2\pi f_0)\,R$ రెండు ఏకకాలంలో పాటించబడతాయి.

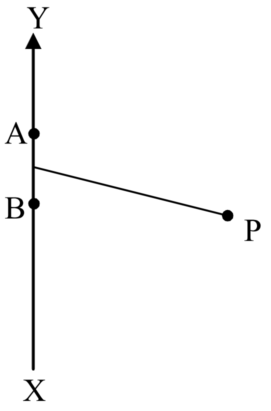
<u>(6.6) ఏకరీతి క్షేత్ర తీవ్రత గల అయస్కాంత క్షేత్రంలో విద్యుత్ ప్రవహించె వాహకం పై పనిచేసే బలం :</u>

'i' విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న XY అనే తిన్నని బాగాపొడవైన వాహకాన్ని తీసుకొందాము. ఈ వాహకంపై AB అనే అత్యల్ప పొడవు dl ను తీసుకొందాము. ఈ అల్ప పొడవుగల భాగం నుండి 'r' దూరంలో P అనే బిందువును తీసుకోందాము. ఇవుడు వాహకం చుట్టూ అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది. అత్యల్ప పొడవు dl వల్ల P బిందువు వద్ద అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రేరణ $dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i.\,dl.\,\sin\theta}{r^2} \rightarrow (1)$

P వద్ద m ధృవసత్వం కల్గిన అయస్కాంత ధృవాన్ని తీసుకొంటే విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న అల్పాంశం AB వల్ల పనిచేసే బలం.

$$dF = m\,.\,dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i.\,dl.\,\sin\theta}{r^2} .\, m$$

$$\therefore\ dF = \left(\frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{m}{r^2}\right) i.\,dl.\,\sin\theta \rightarrow (2)$$



కాని అయస్కాంత ధృవం వల్ల అల్పాంశం వద్ద అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రేరణ

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \left(\frac{m}{r^2}\right)$$

$$\therefore\ dF = B.\,i.\,dl.\,\sin\theta \rightarrow (3)$$

కాబట్టి న్యూటన్ మూడవ నియమం ప్రకారం అయస్కాంత క్షేత్రంపై విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న వాహకం కూడా అంతే బలాన్ని ప్రయోగిస్తుంది.
కాబట్టి అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉంచిన విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న అల్పాంశం పై పనిచేసే బలం $dF = B \cdot i \cdot dl \cdot \sin\theta$

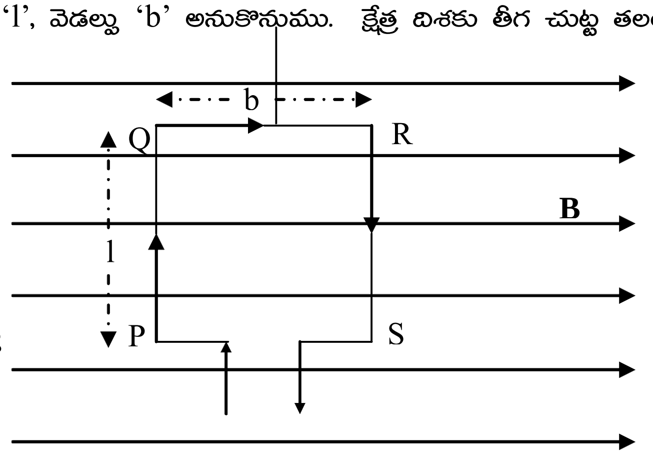
ఈ బలం వల్ల క్షేత్రంలో వాహకం కదులుతుంది. వాహకం కదిలేదిశను ఫ్లెమింగ్ ఎడమచేతి నిబంధన తెలియజేస్తుంది.

ఫ్లెమింగ్ ఎడమచేతి నిబంధన :

ఎడమచేతి బొటనవేలు, మధ్యవేలం, చూపుడు వేలు పరస్పరం ఒకదానికొకటి లంబంగా ఉంచినపుడు, చూపుడు వేలు అయస్కాంత బలరేఖల దిశను, మధ్యవేలు విద్యుత్ ప్రవాహ దిశనూ సూచిస్తే , బొటనవేలు చూపించే దిశలో వాహకం కదులుతుంది.

6.7 విద్యుత్ ప్రవహించే తీగచుట్ట పై పనిచేసే టార్క్ :

PQ RS అనే దీర్ఘచతురస్రాకారపు తీగచుట్టను ఒక ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రం B లో వ్రాలాడదీశాము. తీగచుట్ట దీర్ఘచతురస్రము పొడవు 'l', వెడల్పు 'b' అనుకొనుము. క్షేత్ర దిశకు తీగ చుట్ట తలం సమాంతరంగా ఉంది అనుకొనుము.



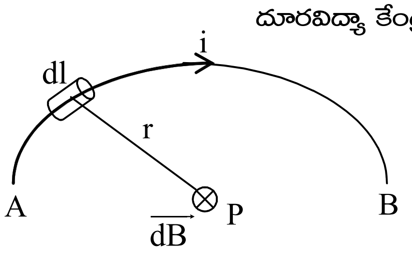
ఇపుడు తీగచుట్టలో సవ్యదిశలో 'i' విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పంపితే PQ మరియు RS భుజాలపై పనిచేసే బలం $F = Bil$.
QR మరియు PS తలాలపై ఏ బలం పనిచేయదు. వీటి గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహం దిశ అయస్కాంత క్షేత్ర దిశకు సమాంతరంగా ఉండటం వల్ల వీటిపై బలం పని చేయదు. ఫ్లెమింగ్ ఎడమ చేతి నిబంధన ప్రకారం PQ భుజం పై బలం పేపరు తలానికి లోపలకు మరియు RS భుజంపై బలం పేపరు తలానికి బయటకు పనిచేస్తాయి.

ఈ రెండు బలాలు F మరియు F` ఒక దానికొకటి సమానంగా సమాంతరంగా వ్యతిరేకదిశలో పనిచేస్తాయి. కాబట్టి సమానంగా సమాంతరంగా వ్యతిరేక దిశలో పనిచేస్తాయి. కాబట్టి బలయుగ్మం పనిచేస్తుంది. కాబట్టి తీగచుట్ట పై పనిచేసే బల యుగ్మ భ్రామకం (లేదా) టార్క్ $\tau = B\, i\, l \times b = B\, i\, A$ ఇక్కడ $l \times b = A$ తీగచుట్ట ముఖ తల వైశాల్యం. ఈ టార్క్ విలువ తీగ చుట్టలో ఒక చుట్టు పై పనిచేస్తుంది. తీగచుట్టలో మొత్తం 'N' చుట్లు ఉంటే మొత్తం టార్క్ $\tau = B \cdot i \cdot A \cdot N$ అవుతుంది.

6.8.బయట్ - సావర్ట్ నియమము :-

విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న ఒక వాహకపు తీగ చుట్టూ అయస్కాంత క్షేత్రము ఏర్పడుతుంది. ఈ అయస్కాంత క్షేత్రములో ఒక బిందువు వద్ద వాహకము యొక్క ఒక అల్పాంశము వలన ఏర్పడు అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రతను బయట్ - సావర్ట్ నియమము ద్వారా కనుగొనవచ్చును.

ఏదైనా ఆకారము కలిగిన AB అను వాహకమును ఊహించుము. దీని గుండా A నుంచి B కి 'i' విద్యుత్ ప్రవాహము ప్రవహించుచున్నదని అనుకొనుము. ఈ వాహకముపై గల ఏదైనా ఒక అల్పాంశము dl వలన ఒక బిందువు వద్ద ఏర్పడు అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రత (dB).



1) ný²îXøTT>T+&†¢ëV¾# ã$<$ôY¢ÿ V¥eTT (i) నకు అనులోమాను పాతములోను dB α i

2) అల్పాంశము పొడవు (dl) నకు అనులోమాను పాతములోను dB α dl

3) అల్పాంశము మధ్య బిందువు నుంచి బిందువును కలుపుతూ గీమచడిన రేఖ అల్పాంశముతో చేయకోణము (θ) యొక్క sine విలువకు అనులోమాను పాతంలోను dB α sin θ

4) అల్పాంశము మధ్య బిందువు నుంచి 'P బిందువు వరకు గల దూరము r యొక్క వర్గమునకు విలోమాను పాతములోను ఉంటుంది. అనగా $dB \ \alpha \ \frac{1}{r^2}$

పైవాటిని సంపుటీకరించగా

$$\therefore \quad dB \ \alpha \ \frac{i \, . \, dl \, . \, \sin\theta}{r^2}$$

$$\therefore \quad dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \ \frac{i \, . \, dl \, . \, \sin\theta}{r^2}$$

ఇక్కడ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ వెబర్ / ఆంపియర్ - మీటరు అనునుది శూన్య యానకం యొక్క ప్రవేశ్యశీలత.

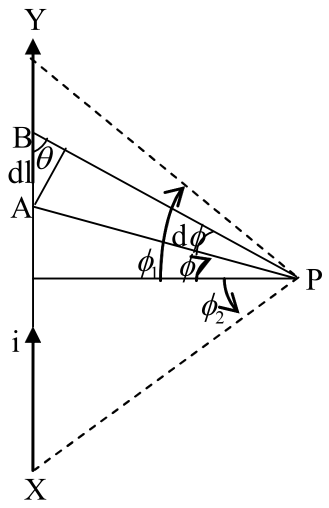
$\bar{dl}$ దిశ $\bar{r}$ మరియు $\bar{dB}$ లు ఉండే తలమునకు లంబంగా ఉంటుంది.

6.9. విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న పొడవైన తిన్నని వాహకము వలన ఏర్పడిన అయస్కాంత క్షేత్రములో ఒక బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత కనుగొనుట.

X నుంచి Y కి 'i' విద్యుత్ ప్రవాహము పవహించుచున్న ఒక తిన్నని విద్యుత్ వాహకమును ఊహించుము. దీని వలన ఏర్పడిన అయస్కాంత క్షేతములో వాహకము నుంచి ' 'a' ' లంబదూరములో గల ఒక బిందువు ' 'P ' ని ఊహించుము. 'P బిందువు వద్ద ఈ తిన్నని వాహకము వలన ఏర్పడు అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రతను కనుగొనుటకు, ఈ వాహకము పై 'dl' పొడవు గల AB అను ఒక అల్పాంశము ను ఊహించుము. అల్పాంశము వలన ' 'P ' బిందువు వద్ద ఏర్పడు అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రత. $dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \, . \, \frac{i. \, dl. \, \sin\theta}{r^2} \rightarrow (1)$

కాని $\triangle ABC$ నుంచి $\sin\theta = \frac{BC}{AB} = \frac{BC}{dl} \Rightarrow BC = dl. \sin\theta$

కాని $BC = r. \, d\phi$ 1 సమీకరణము నుంచి $r.d\phi = dl. \sin\theta \rightarrow (2)$



1, 2, సమీకరణముల నుంచి $dB = \frac{\mu_0}{4\pi} . \frac{i. \not{r}.d\phi}{r^{\not{2}}} = \frac{\mu_0}{4\pi} . \frac{i.\, d\phi}{r} \rightarrow (3$

కని $\triangle$OBP నుంచి $\cos\phi = \frac{a}{r} \Rightarrow r = \frac{a}{\cos\phi} \rightarrow (4)$

3,4 సమీకరణముల నుంచి

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} . \frac{i.\, d\phi}{\left(\frac{a}{\cos\phi}\right)} = \frac{\mu_0}{4\pi} . \frac{i. \cos\phi\, d\phi}{a} \rightarrow (5)$$

మొత్తము తిన్నని వాహకము వలన P బిందువు వద్ద ఏర్పడు అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రతను కనుగొనుటకు 5 వ సమీకణమును నుంచి $\phi = -\phi_2$ మరియు $\phi = \phi_1$. అవధుల మధ్య సమాకలనము చేయవలెను.

తిన్నని వాహకము వలన P వద్ద ఏర్పడు అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రత $B = \int_{-\phi_2}^{\phi_1} dB$

పరిమిత పొడవు కలిగిన విద్యుత్ పవహించుచున్న ఒక తిన్నని వాహకము వలన ఒక బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రత $B = \frac{\mu_0\, i}{4\pi a} \left(\sin\phi_1 + \sin\phi_2\right)$

అనంతమైన పొడవు కలిగిన వాహకము సందర్భములో $\phi_1 = \frac{\pi}{2}$ మరియు $\phi_2 = -\frac{\pi}{2}$

అనంతమైన పొడవు కలిగిన విద్యుత్ ప్రవహించుచున్న ఒక తిన్నని వాహకము వలన అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రత.

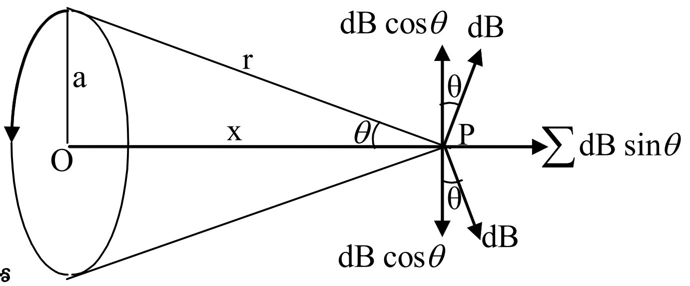
$$B = \frac{\mu_0\, i}{4\pi a} \left(\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) + \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right)$$

$$= \frac{\mu_0\, i}{4\pi a} (2)$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(\frac{2.i}{a}\right)}$$

6.10.<u>విద్యుత్ ప్రవహించుచున్న ఒక వృత్తాకారపు లూప్ యొక్క అక్షముపై ఏదైనా ఒక బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత :-</u>

'O' కేంద్రముగా గల 'a' వ్యాసార్థము గల ఒక వృత్తాకారపు లూప్‌ను ఊహించుము. దాని గుండా 'i' విద్యుత్ ప్రవహము అపసవ్యదిశలో ప్రవహించుచున్నదని అనుకొనము. దీని అక్షము పై 'O' బిందువు నుంచి 'x' దూరములో గల ఒక బిందువు'P' ను ఊహించుము. మనమిప్పడు ఈ వృత్తాకారపు లూప్ వలన 'P' బిందువు వద్ద ఏర్పడు అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రతను గణించెదము.



దీని కొరకు'dl' పొడవు కలిగి ఎదురెదురుగా గల రెండు అల్పాంశములు AB మరియు CD లను ఊహించుము.
AB అల్పాంశము వలన 'P' బిందువు వద్ద ఏర్పడు అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత.. $dB_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\text{i. dl.}}{r^2} \rightarrow (1)$ PA దిశలో

CD అల్పాంశము వలన 'P' బిందువు వద్ద ఏర్పడు అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత. $dB_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\text{i. dl.}}{r^2} \rightarrow (2)$ PB దిశలో

కాని $|dB_1| = |dB_2| = dB$

dB_1 మరియు dB_2 లను PX మరియు PY దిశలోని అంశలుగా వ్రాయవచ్చు.

PX దిశలో dB_1 అంశ $dB_1\sin\theta$

PY దిశలో dB_1 అంశ $dB_1\cos\theta$

PX దిశలో dB_2 అంశ $dB_2\sin\theta$

PY దిశలో dB_2 అంశ $dB_2\cos\theta$

$dB_1\cos\theta$ మరియు $dB_2\cos\theta$ లు పరిమాణములో సమానము మరియు దిశలో వ్యతిరేకము. అందువలన అవి పరస్పరము రద్దు అవుతాయి. అందువలన AB మరియు CD అల్పాంశముల వలన 'P' బిందువు వద్ద ఏర్పడు ఫలిత అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత PX దిశలో ఉండును. మరియు ఇది PX దిశలో dB_1 మరియు dB_2 యొక్క అంశల మొత్తమునకు సమానము.

PX దిశలో అల్పాంశముల వలన ఏర్పడు ఫలిత అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రత.

$$dB^1 = dB_1\sin\theta + dB_2\sin\theta = 2\ dB\ \sin\theta$$

$$= 2.\ \frac{\mu_0}{4\pi}\ \frac{i.\ dl.}{r^2}\ \sin\theta = 2.\frac{\mu_0}{4\pi}\ \frac{i.\ dl.}{r^2}\ \frac{a}{r}$$

$$= 2.\ \frac{\mu_0}{4\pi}\ \frac{i.\ a.dl.}{r^3}$$

మొత్తము వృత్తాకారపు లూప్ వలన ఒక బిందువు 'P' వద్ద ఫలిత అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రత.

$$B = \sum dB^1 = \sum 2.\ \frac{\mu_0}{4\pi}\ \frac{i.\ a.dl.}{r^3}$$

$$= 2.\ \frac{\mu_0.a.i}{4\pi r^3} \sum dl = \not{2}.\ \frac{\mu_0.a.i}{{}_2\not{4}\not{\pi}r^3}\left(\not{\pi}a\right)$$

$$= \frac{\mu_0\ .\ i.a^2}{2.\ r^3}$$

$$= \frac{\mu_0.\ i.\ a^2}{2\left(\sqrt{a^2+x^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

ప్రత్యేక సందర్భము :-

1. వృత్తాకారపు లూప్ 'n' చుట్లును కలిగి ఉంటే. $B = \dfrac{\mu_0.\ i.\ n.a^2}{2\left(\sqrt{a^2+x^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$

2. 'n' చుట్లు కలిగిన ఒక వృత్తాకారపు తీగచుట్ట కేంద్రము వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత.. $B = \dfrac{\mu_0\ .\ n.\ i}{2.a}$

6.11 విద్యుత్ ప్రవహించుచున్న ఒక సోలినాయిడ్ యొక్క అక్షముపై గల ఒక బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత :-

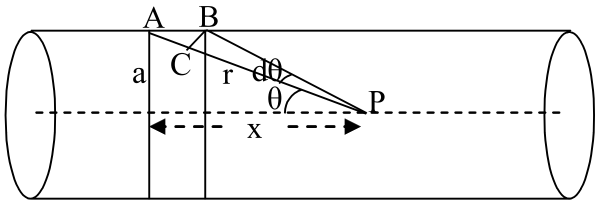
'l' పొడవు 'a' వ్యాసార్థము 'N'చుట్లు కలిగిన ఒక సోలినాయిడ్‌ను ఊహించుము. దీని గుండా 'i' విద్యుత్ ప్రవాహము ప్రవహించుచున్నదని అనుకొనుము. సోలినాయిడ్ యొక్క అక్షము XY అనుకొనుము. సోలినాయిడ్ యొక్క అక్షము పై ఏదైనా ఒక బిందువు 'P' ను ఊహించుము. ఈ సోలినాయిడ్ వలన 'P' బిందువు వద్ద ఏర్పడు అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రతను మనమిప్పడు గణించెదము. దీని కొరకు సోలినాయిడ్ పై 'dl' పొడవు కలిగిన ఒక AB అల్పాంశమును ఊహించుము. వృత్తాకారపు తీగచుట్ట కేంద్రము నుంచి 'P' యొక్క దూరము 'x' అనుకొనుము

ప్రమాణ పొడవునకు సోలినాయిడ్ చుట్ల సంఖ్య $n=\dfrac{N}{l}$

dl పొడవునకు తీగచుట్ట కలిగి యుండు చుట్ల సంఖ్య $n^1 = n.dl.$

వృత్తాకారపు తీగ చుట్ట వలన 'P' బిందువు వద్ద లఅయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత.

$$dB = \frac{\mu_0 \; n.dl.\; i.\; a^2}{2\left(a^2 + x^2\right)^{\frac{3}{2}}} \rightarrow (1)$$



పటము నుంచి $\sin\theta = \dfrac{BC}{AB} = \dfrac{BC}{dl} \Rightarrow BC = dl \sin\theta \rightarrow (2)$

మరియు పటము నుంచి $BC = r.\, d\theta \rightarrow (3)$

(2) మరియు (3) వ సమీకరణముల నుంచి, $dl \sin\theta = r.d\theta \Rightarrow dl = \dfrac{r\, .\, d\theta}{\sin\theta} \rightarrow (4)$

(4) వ సమీకరణమును (1) సమీకరణములో ప్రతిక్షేపించగా.

$$\therefore \quad dB = \frac{\mu_0 .\, n.\, i.\, a^2}{2r^3} \,.\, \frac{r\, .\, d\theta}{\sin\theta} \quad \left[\because r = \sqrt{\left(a^2 + x^2\right)}\right]$$

$$\therefore \quad dB = \frac{\mu_0 .\, n.\, i}{2} \,.\frac{a^2}{r^2}.\, \frac{1}{\sin\theta}.\, d\theta$$

కాని $\triangle AOP$ నుంచి $\sin\theta = \dfrac{a}{r}$

$$\therefore \quad dB = \frac{\mu_0 .\, n.\, i}{2} \,.\sin^2\theta.\, \frac{1}{\sin\theta}.\, d\theta$$

$$dB = \frac{\mu_0 .\, n.\, i.\, \sin\theta.\, d\theta}{2} \rightarrow (5)$$

'P' బిందువు వద్ద ఫలిత అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రతను కనుగొనుటకు (5) సమీకరణమును $\theta = \phi_1$ నుంచి $\theta = \phi_2$. అవధుల మధ్య సమాకలనము చేయవలెను.

$$\therefore\ B = \int_{\phi_1}^{\phi_2} dB$$

$$= \int_{\phi_1}^{\phi_2} \frac{\mu_0 .\ n.\ i.\ \sin\theta.\ d\theta}{2}$$

$$= \frac{\mu_0 .\ n.\ i}{2} \left(-\cos\theta\right)_{\phi_1}^{\phi_2}$$

$$\boxed{\therefore\ B = \frac{\mu_0 .\ n.\ i}{2} \left(\cos\phi_1 - \cos\phi_2\right)}$$

ప్రత్యేక సందర్భములు :-

1) సోలానాయిడ్ అనంతమైన పొడవున కలిగి ఉంటే $\phi_1 = 0$ మరియు $\phi_2 = \pi$

$$\therefore\ B = \frac{\mu_0 .\ n.\ i}{2} (2) = \mu_0 .\ n.\ i$$

$$\boxed{\therefore\ B = \frac{\mu_0 .\ N.\ i}{l}}$$

2) అనంతమైన పొడవు గల సోలెనాయిడ్ యొక్క ఒక చివర 'P' బిందువు ఉంటే,

$\phi_1 = \frac{\pi}{2}$ మరియు. $\phi_2 = \pi$.

అందువలన $B = \frac{\mu_0 .\ n.\ i}{2}$

6.12. సాధించిన సమస్యలు.

1. Â+&Ŧ Ü+ööMTöö y&ӼTÎÿ¿£$TööMTööeT+<ŏTT >\ ÿ¿£s Ð |Ÿ¿ɋT 15 yîsӼMT³ s²అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రేరణ తీవ్రత గల క్షేత్రంలో క్షేత్రానికి సమాంతరంగా మందం ఉండేట్లు అమర్చారు. ఆ పలక గుండా 200 ఆంపియర్‌ల విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పంపితే ఆ పలకకు కలిగే హాల్ ప్రొటెన్షియల్ ఎంత పలకలో వాహక ఎలక్ట్రాన్ ల సంఖ్య 8.4 x 10^{28}/మీ॥ ^{3}

$$E_H = \frac{1}{nq}.\,j.B = \frac{1}{nq}\,.\,\frac{i}{A}\,.B \qquad E_H = \frac{1}{nq}\,.\,\frac{i}{(d\,x\,t)}\,.\,B$$

$$\frac{V_H}{d} = \frac{1}{nq}\,.\,\frac{i}{(d\,x\,t)}\,.\,B \;\therefore\; V_H = \frac{i\,.B}{nqt}$$

$$V_H = \frac{200\ x\ 1.5}{(8.4\ x\ 10^{28}).(1.6\ x\ 10^{-19})\ .\ 10^{-3}} = 22.32\ x\ 10^{-6}V = 22.32\ \mu V$$

2. సైక్లో ట్రాన్ డీ లకు 8.6 మెగా సైకిల్స్/ సె॥ పౌనపుణ్యాన్ని అనువర్తింప చేసినారు. ప్రోటాన్ లను త్వరణీకరించడానికి కావలసిన అయస్కాంత క్షేత్రప్రేరణను గణించండి. ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశి 1.79 x 10 $^{-27}$ కేజి

$$f_0 = \frac{q.B}{2\pi m} \quad or \quad B = \frac{2\pi m f_0}{q} \;\therefore\; B = \frac{2\ x\ 3.14\ x\ (1.79\ x\ 10^{-27}).(8.6\ x\ 10^{6})}{1.6\ x\ 10^{-19}} = 0.6043\ Wb/m^2$$

3. రెండు తిన్నని సమాంతర తీగల పోడవు 100 సెం॥ మీ॥ వాటిని ఒకదాని పై ఒకటి 5 సెం॥ మీ॥ దూరం లో ఉంచినారు వాటిలో ఒకే పరిమాణము గల విద్యుత్ ప్రవాహం వ్యతిరేక దిశలలో ప్రవహిస్తున్నాయి. తీగ ద్రవ్యరాశి 5 గ్రాములు పై తీగ ఏసపోర్టు లేకుండా క్రింది తీగపై అమర్చారు ఆ తీగలగుండా విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని గణించండి.

$$\frac{\mu_0.i_1.i_2.l}{2\pi d} = \frac{4\pi\ x\ 10^{-7}\ i^2}{2\pi\left(\frac{5}{100}\right)}\ x\left(\frac{10}{100}\right) \quad mg = 2\ x\ 10^{-7} x\ i^2\ x\ 2 \quad \frac{5}{1000}\ x\ 9.8 = 2\ x\ 10^{-7} x\ i^2\ x\ 2$$

$$\therefore\ i^2 = \frac{5\ x\ 9.8\ x\ 10^7}{4\ x\ 1000} \quad i=350amp.$$

4. అనంతమైన పోడవు గల తిన్నని పోడవు గల తిన్నని వాహకం ద్వారా 100 మిల్లి ఆంపియర్‌లు విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంది. దాని నుండి 10 సెం॥ మీ॥ దూరంలో అయస్కాంత క్షేత్రతీవ్రతను గణించండి.

$$B=\frac{\mu_0 i}{2\pi R} \quad \mu_0 = 4\pi \text{ x } 10^{-7}, i = 10x10^{-3} amp \quad R=10cm=0.1m \quad B=\frac{\left(4\pi \text{ x } 10^{-7}\right)\left(10x10^{-3}\right)}{2\pi x 0.1}$$

$$=2x10^{-8} tesla \quad H=\frac{B}{\mu_0}=\frac{2x10^{-8}}{\left(4\pi \text{ x } 10^{-7}\right)}=\frac{1}{2\pi}=0.01591 amp/m$$

<u>సాధించని సమస్యలు.</u>

1. 10 సెం॥ మీ॥ వ్యాసార్ధం కలిగి 20 చుట్లు కలిగిన వృత్తకారపు తీగచుట్ట ద్వారా 20 ఆంపియర్‌లు విద్యుత్ ప్రవహిస్తుంది. ఆ తీగ చుట్ట యెక్క అక్షంపై తీగచుట్ట మధ్య బిందువు నుండి 10 సె॥మీ॥ దురంలొ అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్రతీవ్రతను గణించుము.
2. లో పలి వ్యాసార్ధం ఒక సెం॥మీ॥ మరియు బయటి వ్యాసార్ధం 2 సెం॥ మీ॥ ఒక రాగి గొట్టం ద్వారా 200 ఆంపియర్‌లు విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంది. దాని అక్షం నుండి 0.5 సెం॥ మీ॥ మరియు 4సెం॥ మీ॥ దూరంలో అయస్కాంత క్షేత్రతీవ్రతను గణించిండి.
3. అనంతమైన పోడవు గల తిన్నని పోడవు గల తిన్నని వాహకం ద్వారా 100 మిల్లి ఆంపియర్‌లు విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంది. దాని నుండి 10 సెం॥ మీ॥ దూరంలో అయస్కాంత క్షేత్రతీవ్రతను గణించండి.
4. 10 సెం॥ మీ॥ **వ్యాసము** మరియు 100 చుట్లు కలిగిన వృత్తాకార తీగ చుట్ట గుండా 1 ఆంపియర్ విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంది. దానిని 0.5 టెస్లా అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రేరణ గల సమలీతి క్షేత్రంలో 0.5 టెస్లా అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రేరణ గల సమలీతి క్షేత్రంలో వుంచితే తీగ చుట్ట పై గరిష్ట టార్క్ ఎంత.

<u>6.13.విషయసంగ్రహము</u>

1. హాల్ ఫలితం ప్రకారం " విద్యుత్ ప్రవహించే వాహకానికి లంబదిశలో అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ప్రయోగిస్తే , వాహకం వ్యతిరేక తలాల మధ్య పొటెన్షియల్ తేడా ఏర్పడుతుంది.
2. హాల్ ప్రభావం ఉపయోగించి ఒక వాహకం మెక్క హాల్ వి.చా.బ. గుర్తును బట్టి విద్యుత్ వాహకాలు ఏ రకమైన ఆవేశాలను కలిగి ఉన్నాయెతెలుస్తుంది.
3. ఆవేశపూరిత కణాలు అయస్కాంత క్షేత్రంలో ప్రవేశించినపుడు క్షేత్రదిశకు లంబంగా కదులుతూ వృత్తాకార మార్గంలో చలిస్తాయి. ఇదియే సైక్లోట్రాన్ నియమము.
4. పౌనపుణ్య పరివర్తన కలిగిన సైక్లోట్రాన్‌ను సింక్రోసైక్లోట్రాన్ అంటారు.
5. ఒక వాహకంలో విద్యుత్ ప్రవాహ విస్తరణ వలన ఏదైనా ఒక భిందువు వద్ద ఏర్పడే అయస్కాంత ప్రేరణ ను బయట్ సావర్ట్ నియమం అని అంటారు.
6. విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న పొడవైన తిన్నని వాహకము వలన ఏర్పడిన యస్కాంత క్షేత్రములో ఒక బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత $dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{\text{i. dl. sin}\theta}{r^2}$

7. 'n' చుట్లు కలిగిన ఒక వృత్తాకారపు తీగచుట్ట కేంద్రము వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత.. $B = \frac{\mu_0 \cdot n. i}{2.a}$

8. విద్యుత్ ప్రవహించుచున్న ఒక వృత్తాకారపు లూప్ యొక్క అక్షముపై ఏదైనా ఒక బిందువు వద్ద

అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత :- $$B = \frac{\mu_0 . \text{ i. n.a}^2}{2\left(\sqrt{a^2 + x^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

9. విద్యుత్ ప్రవహించుచున్న ఒక సోలినాయిడ్ యొక్క అక్షముపై గల ఒక బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత $dB = \frac{\mu_0 . \text{ n. i. } \sin\theta . \, d\theta}{2}$

6.14.ముఖ్యమైన పదాలు.

హాల్ పోటెన్షియల్ విద్యుత్ ప్రవాహా సాంద్రత, హాల్ గుణకం సింక్రోట్రాన్, సింక్రోసైక్లోట్రాన్ అయస్కాంతప్రేరణ క్షేత్రతీవ్రత, టార్క్.

6.15.పెద్ద ప్రశ్నలు.

1. సైక్లోట్రాన్ నిర్మాణమును పని చేయు విధానమును వివరించండి.
2. హాల్ ప్రభావాన్ని వివరించండి.? హాల్ గుణకానికి సమాసాన్ని రాబట్టండి.?
3. బయట్ సావర్ట్ సూత్రాన్ని వివరించండి.? విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న తిన్నని పొడవైన విద్యుద్వాహకము వలన అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రతకు సమాసాన్ని రాబట్టండి.?
4. బయట్ సావర్ట్ సూత్రాన్ని వివరించండి.? విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్న వృత్తాకారపు లూప్ వలన ఏదైనా బిందువు వద్ద అయస్కాంత క్షేత్ర తీవ్రతకు సమాసాన్ని రాబట్టండి.?
5. అనంత మైన పొడవు గల సొలనాయిడ్ ద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహిస్తుంటే ఏదైనా బిందువు వద్ద అయస్కాంతప్రేరణ క్షేత్రతీవ్రతకు సమాసాన్ని రాబట్టండి.

స్వల్ప సవ ాధాన ప్రశ్నలు.

1. సింక్రోసైక్లోట్రాన్ గూర్చి క్లుప్తంగా వ్రాయుము.
2. బయట్ సావర్ట్ నియమాన్ని వివరించండి.
3. హాల్ ప్రభావం పై క్లుప్తంగా వ్రాయండి.
4. హాల్ ప్రభావం అనగానేమి.? దాని అను వర్తనములు వ్రాయండి.?
5. విద్యుత్ప్రవహిస్తున్న దీర్ఘచతురస్రాకారపు తీగను అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉంచినపుడు దాని పై పని చేసే టార్క్ సమాసాన్ని రాబట్టండి.?

అతి స్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు.

1. హాల్ ప్రభావం అనగా నేమి.?
2. హాల్ ప్రభావము అను వర్తనములు ఏమిటి.?
3. సైకోట్రాన్ నియమాన్ని వ్రాయండి.?
4. ప్లెమింగ్ ఎడమ చేతి నిబంధనను వ్రాయండి.

6.16.విషయగ్రంధాలు.

1. Electricity – Magnetism – Brijlal and Subramanyam.

2. Electricity – Magnetism and Electrics – K.K.Tiwari

3. Telugu Acadamy – III year Physics

4. Electricity and Magnetism – Thoyal

5. Electricity and Magnetism , Electronics – S.L.Gupta and Sanjeev Gupta

యూనిట్ -2

పాఠము 7

విద్యుదయస్కాంతత్వము

పాఠ్య ప్రణాళిక :

7.1.పరిచయం
7.2.ఫారడే నియమాలు
7.3.లెంజ్ నియమం
7.4.ప్రేరణకు సమాసం
7.5.కాలంతో మారే అయస్కాంతక్షేత్రాలు
7.6.బీటా ట్రాన్
7.7.చలద్వేష్టన గాల్వనీమాపకం
7.8.అవరోధసవరణ
7.9.స్వయం ప్రేరణ
7.10. గబాట్టస్వమం ప్రేరకత్యానికి సమీకరణం
7.11. అన్యొన్య ప్రేరణ
7.12. అన్యోన్య ప్రేరకత్యానికి సమీకరణం
7.13. పొడవైన సాలినాయిడ్ యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వానికి సమాసం
7.14. టొరాయిడ్ యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వం
7.15. అయస్కాంత క్షేత్రంలో నిల్వయున్న శక్తి సమీకరణం
7.16. యుగ్మిత గుణకము
7.17. ట్రాన్స్ ఫార్మర్
7.18. సాధించిన లెక్కలు
7.19. సంగ్రహవిషయాలు
7.20. కీ పదాలు
7.21. స్వయం పరీక్షా ప్రశ్నలు6.1.
7.22. విషయగ్రంధాలు.

7.1 పరిచయం :

విద్యుత్ ప్రవాహం కారణంగా అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది అనే ఆయిర్‌స్టడ్ ప్రయోగం తరువాత అనేక రకాల ప్రయోగాలు జరిగాయి. అయస్కాంత క్షేత్రం కాలంతో పాటు మారుతూవున్నపుడు, దానివలన విద్యుదావేశాల మీద అదనంగా వీటి యొక్క బలం పనిచేస్తుంది. ఈ ఫలితాన్ని ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము అంటారు. కాలంతో పాటు మారె అయస్కాంత అభివాహం కారణంగా విద్యుత్‌ప్రవహం ఏర్పడుతుంది అనే విషయన్ని ఫారడే అనే శాస్త్రజ్ఞుడు గుర్తించాడు. ఒక అయస్కాంతానికి, తీగచుట్టకు మధ్య సాపేక్ష చలనం వున్నంత సేపూ తీగచుట్ట గుండా పోయే అయస్కాంత అభివాహం కాలంతో పాటు మారుతువుంటుంది. పర్యవసానంగా , ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము మరియు ప్రేరిత విద్యుత్ ప్రవాహం జనించడం జరుగుతుంది.

ఈ విద్యదయస్కాంత ఫలితాలను నిత్యజీవితంలో అనేక ఫలితాలను ఇస్తాయి. విద్యుత్ జనరేటర్, డైనమో, ట్రాన్స్ ఫార్మర్ మొదలైనవి అన్ని ఈ విధ్యుదయస్కాంత ఫలితాల మీదనే ఆధారపడి పనిచేస్తాయి. మోటర్‌ను వుపయోగించి విధ్యుత్‌శక్తిని యాంత్రిక శక్తి గాను , డైనమోవుపయోగించి యాంత్రిక శక్తిని విద్యుత్‌శక్తి గాను మార్చవచ్చు.

7.2 ఫారడే సూత్రలు : ఒక తీగచుట్టకు (సోలినాయిడ్) శ్రేణిలో ఒక గాల్వానీ మాపకాన్ని కలిపి తీచుట్ట దగ్గరగా ఒక అయస్కాంతాన్ని కదిపితే తీగచుట్టలో విద్యుత్ ప్రవహించి గాల్వానీ మాపకంలో అపవర్తనం కలుగుతుంది. ఈ ప్రభావాన్ని 1831 లో ఫారడే అనే శాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొన్నాడు. ఈ అయస్కాంత యొక్క ధృవాలను మార్పు చేస్తే వలయంలో విద్యుత్‌ప్రవాహం దిశకుడా మార్పు చెందుతుంది అని కుడా బుజువు చేసాడు. అయస్కాంతాన్ని తీగచుట్టకు దూరంగా జరిపితే అపవర్తనం కూడా తగ్గతుంది. అయస్కాంతాన్ని స్థిరంగా వుంచితే అపవర్తనం వుండదు. ప్రయోగం అమరికను 7.1 లో చూడవచ్చు.

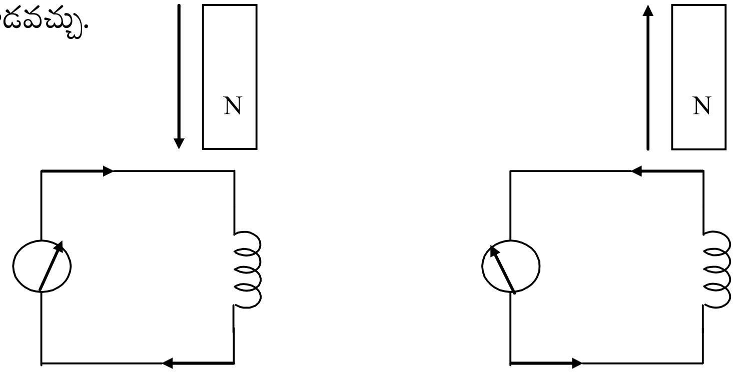


Fig – 7.1

ఇదే విధంగా అయస్కాంతాన్ని స్థిరంగా వుంచి అయస్కాంత క్షేత్రంలో తీగచుట్టను కదిపినా అదే ఫలితాలను పరిశీలించ వచ్చు. అయస్కాంతాన్ని వేగంగా కదిపితే అపవర్తనం ఎక్కువగాను, మెల్లగా కదిపితే అపవర్తనం తక్కువగాను వుండడం గమనించారు. మరియు రెండు తీగచుట్టలను దగ్గరగా ఏర్పటుచేసి ఒక తీగచుట్టలో బ్యాటరీద్వారా విద్యుత్‌ను ప్రవహింపచేసి రెండవ తీగచుటట్టకు గాల్వానీ మాపకాన్ని కలపాలి. ఏర్పాటు పటం 6.2. లో చూపబడినది. మొదటి తీగచుట్టలో " కీని " కలపడం ద్వారా విద్యుత్‌ను ప్రవహింపచేసి మరల ఆపుచేస్తే (విద్యుత్‌మార్పు అవసరం) రెండవ తీగచ్టుటలో విద్యుత్ ప్రవహించి గాల్వీనీ మాపకంలో అపవర్తనం దిశ మరుతూవుంటుంది. కీ ని నొక్కివుంచి స్థిరంగా విద్యుత్‌ను ప్రవహింపచేస్తువుంటే అపవర్తనం వుండదు. ఈ ప్రయోగం ద్వారా ఫారడే ఈ క్రింది నియమాలను రూపొందించాడు.

1) ఏదయినా ఒక వలయంతో ముడిపడివున్న అయస్కాంత అభివాహం కాలంతో పాటు మారుతూవుంటే, దాని కారణంగా ఆ వలయంలో విద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రేరితం అవుతుంది.

2) ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం యొక్క పరిమాణం ఆ వలయంతో ముడిపడియున్న అయస్కాంత అభివాహం కాలంతో పాటు మారే మార్పు రేటు యొక్క ఋణాత్మక విలువుకు అనులోమాను పాతం వుంటుంది.

ఏదైనా వలయంలో మొత్తం అనివాహం ϕ అయితే ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలకబలం $e \alpha -\frac{d\phi}{dt}$

7.3. <u>లెంజ్ నిమయం (లేదా) లెంజ్ సూత్రం</u> : ఫారడే నియమాల్లో ఋణసంజ్ఞ వలననే మనకు ప్రేరిత విద్యుత్చ్ఛాలక బలం లేదా ప్రేరిత ప్రవాహం యొక్క సరి అయిన దిశ వస్తుంది. ప్రేరిత వి॥చా॥బ, అది జనించడానికి కారణం అయిన దానికి వ్యతిరేక దిశలో వుంటుంది. మొదటి వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం ఒక దిశలో వుంటే రెండవ వలయంలోని ప్రేరిత విద్యుత్ ప్రవాహం దిశ వ్యతిరేక దిశలో వుంటూ మరియు మొదట అయస్కాంత అభివాహాన్ని తగ్గించడానికి ప్రయత్నిస్తుంది. ఒక అయస్కాంతాన్ని ఒక సొలినాయిడ్ వైపు జరుపుతూవుంటే,దానిలో ప్రేరితమయ్యే విద్యుత్ అయస్కాంత అబివాహం సోలినాయిడ్ వైపుజరగడాన్ని కూడా వ్యతిరేకిస్తుంది. కావునా లెంజ్ నియమము ప్రకారం ఏదయినా ఒక వలయంలో ప్రేరితం అయ్యే విద్యుచ్ఛాలక బలం లేదా ప్రేరిత విద్యుత్ ప్రవాహం యొక్క దిశ ఎట్లా వుంటుంది అంటే , అది తను జనించడానికి (ప్రేరితం కావడానికి)హేతువయిన అసలు కారణాన్ని వ్యతిరేకించినట్లగా వుంటుంది.

7.4. ప్రేరిత వి॥చా॥బ కు సమీకరణం :

AB మరియు CD అనే రెండు మందమయిన రాగి కడ్డీలు పటం 7.3 లో చూపినట్లు బ్యాటరీకి కలుపబడినాయి అనుకొనుము. మరియు వాటి మధ్యదూరం ‘l’ అనుకొనుము. AB మరియు CD లను సమాంతరంగా వుంచి PQ అనే మరియొక్క రాగికడ్డీ AB,CD లపై జరిగేట్లుగా వాటి తలానికి లంబంగా ఏర్పాటుచేయాలి. ఈ మొత్తం ఏర్పాటుని B అయస్కాంత ప్రేరణ గల అయస్కాంత క్షేత్రంలో AB,CD ల కడ్డీల తలానికి లంబంగా ఏర్పాటు చేయాలి. వలయంలో ‘i’ విద్యుత్ ప్రవాహన్ని పంపిస్తే, PQ కడ్డీపై బలం పనిచేసి కడ్డి dx దూరం జరిగి dt కాలం తరువాత RS స్థానానికి జరుగుతుంది. PQ కడ్డీ జరుగుతూన్నంత సేపూ, కడ్డీ ద్వారా అభివాహం మారుతూవుంటుంది. అందువలన PQ కడ్డీలో ప్రేరిత వి॥చా॥బా అభివృద్ధి చెంది విద్యుత్ ప్రవాహం ‘i’ విలువను మార్పు చెందిస్తుంది.

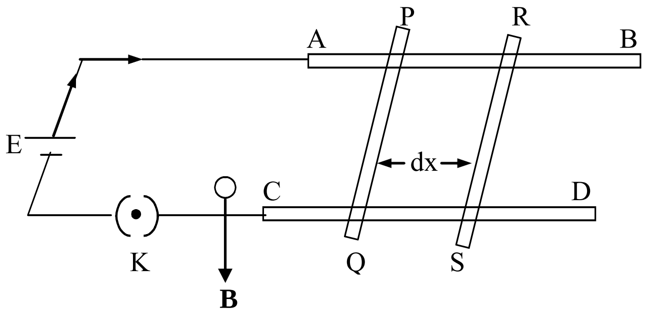


Fig 7.3

PQ కడ్డీ స్థానభ్రంశ చెందడంలో, కడ్డీలపై జరిగిన పని $dW = F.dx = B.i.l.dx \rightarrow 7.1$ ఈ పని జరగడానికి కావలసిన శక్తిని బ్యాటరీ నుండి పొందాము. కాని dt కాలంలో బ్యాటరీ నుండి పొందిన శక్తి రెండు విధాలుగా వుపయోగపడింది.

1) కొంత బాగం నిరొదాన్ని అధిక మించడానికి ఉష్ణం రూపంలో కని పిస్తుంది. రాగి బద్ధి నిరోధం అయితే రాగిబద్దిని వేడి చేయడానికి జరిగిన పని i^2Rdt

2)మిగిలిన భాగం కడ్డి PQ కదపడానికి విని యోగిస్తుంది.

మొత్తం శక్తి = వేడి చేయడానికి వినియోగపడే పని+ కదపడానికి వినియోగపడే పని

$$E.\,i.\,dt = i^2.\,R.\,dt + B.\,i.\,l.\,dx$$

$$\therefore E = i.\,R + B.\,l.\left(\frac{dx}{dt}\right)$$

$$\therefore i = \frac{E - B.\,l.\left(\frac{dx}{dt}\right)}{R} \rightarrow 72$$

ఈ సమీకరణం నుండి వలయంలో విధ్యుచ్ఛాలక బలము $B.l.\left(\frac{dx}{dt}\right)$ విలువ గల వి॥చా॥బా చే వ్యతిరేకించ బడుతుంది. ఈ విలువ అయస్కాంత క్షేత్రంలో కడ్డి PQ ను కదిపేటపుడు ఏర్పడిన ప్రేరిత వి॥చా॥బా కు సమానము. వలయం యొక్క వైశాల్యంలో మార్పు l.dx కాబట్టి అయస్కాంత ప్రేరణలో మార్పు. B. l. dx

మరియు అయస్కాంత ప్రేరణలో మార్పు $B.l.\left(\frac{dx}{dt}\right)$ అవుతుంది. అయస్కాంత అభివాహాన్ని ϕ అను కుంటే ప్రేరిత విధ్యుచ్ఛాలక బలము $e = -\frac{d\phi}{dt}$

7.5. <u>కాలముతో మారే అయస్కాంతక్షేత్రము</u> :- స్థిర విద్యుత్ ప్రవాహమును ఒక వాహకము గుండా పంపినప్పుడు, స్థిర పరిమాణము కలిగిన ఒక అయస్కాంత క్షేత్రము వాహకము దగ్గరగా గల బిందువుల వద్ద ఏర్పడును. వాహకము ద్వారా ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినప్పుడు, వాహకమునకు దగ్గరగా గల బిందువుల వద్ద ఏర్పడు అయస్కాంత క్షేత్రము పరిమాణము, దిశ కాలముతో మారుచూ ఉండును. ఈ విధముగా ఏర్పడిన అయస్కాంతక్షేత్రము , కాలముతో మారే అయస్కాంత క్షేత్రము అవుతుంది. అదేవిధముగా, ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహమును ఒక విద్యుదయస్కాంత తీగచుట్ట ద్వారా పంపినప్పుడు, దాని ధృవముల వద్ద ఏర్పడిన అయస్కాంత క్షేత్రము ఒక కాలముతో మారే అయస్కాంత క్షేత్రము అవుతుంది. ఈ విధముగా అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రత కాలముతో మారుతూ ఉంటే , ఆ అయస్కాంత క్షేత్రము కాలముతో మారే అయస్కాంత క్షేత్రము అవుతుంది.

కాలముతో మారే అయస్కాంత క్షేత్రములో ఒక వాహక చక్రమును ఉంచిన సందర్భమును ఊహించుము. ఈ చక్రముతో ముడిపడి ఉన్న అయస్కాంత అభివాహములో మార్పు కలుగుట వలన, చక్రములో ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము ఏర్పడును. దీని వలన చక్రములో ప్రేరిత విద్యుత్ ప్రవాహము ప్రవహించును. దీని వలన కాలముతో మారే అయస్కాంత క్షేత్రము విద్యుత్ ప్రవాహమును ఉత్పత్తి చేయునని తెలియుచున్నది.

అయస్కాంతక్షేత్రములో ఉంచిన 'r' వ్యాసార్ధము గల ఒక వృత్తాకార లూప్ యొక్క వ్యాసార్ధ పరిమాణము సమరీతిలో పెరుగుచున్న దనుకొనుము. అయస్కాంత క్షేత్ర దిశ పుట తలమునకు లంబముగా పటం 7.4 లో చూపిన విధముగా ఊహించుము. ఏదైనా కాలము వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత B అనుకొనుము. ఈ లూప్ ఆవరించిన వైశాల్యము గుండా పోవు తక్షణ అయస్కాంత అభివాహము $\phi_B = \bar{B}.\bar{A} = B.A = \pi r^2.B \quad \left[\because A = \pi r^2\right]$

కాని ఫారడే నియమము ప్రకారము. $e = -\frac{d\phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt}\left(\pi r^2.B\right) = -\pi r^2\frac{dB}{dt} \rightarrow 7.4$

ఇక్కడ $\frac{dB}{dt}$ అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రతలోని మార్పురేటు.

అందువలన ఒక లూప్ చుట్టూ గల అన్ని బిందువుల వద్ద మారే అయస్కాంత క్షేత్రము ప్రేరిత విద్యుత్ క్షేత్రమును ఏర్పరుచుచున్నదని పైన తెలియుచున్నది. మరియు విద్యుత్ క్షేత్రము E ఒక ఆవేశము q_0 పై q_0E బలమునుప్రయోగించును. లూప్ యొక్క వివిధ బిందువుల వద్ద E స్పర్శరేఖ దిశలో ఉండును. అందువలన మారే అయస్కాంత క్షేత్రము వలన ఏర్పడిన విద్యుత్ బలరేఖలు ఏక కేంద్ర వృత్తములు.

ఒక ఆవేశము q_0 ను 'r' వ్యాసార్థము గల ఒక వృత్త పరిధి వెంబడి చలింపచేయుటలో చేయవలసిన పని $W = \oint \bar{F} \cdot \overline{dl} = \oint q_0 \bar{E} \cdot \overline{dl} = q_0 E \oint dl = q_0 E(2\pi r)$

కాని ప్రమాణ ఆవేశముపై పనిచేయు బలము విద్యుచ్ఛాలక బలమునకు సమానము.

అందువలన $e = \frac{W}{q_0} = \oint \bar{E} \cdot \overline{dl} = E(2\pi r) \rightarrow 7.5$

7.5 వ సమీకరణము నుండి $\oint \bar{E} \cdot \overline{dl}$ శూన్యము కాదని తెలియుచున్నది. అందువలన మారే అయస్కాంత క్షేత్రముతో ఏర్పడిన విద్యుత్‌క్షేత్రము నిత్యత్వబలము కాదని తెలియుచున్నది. కాని ఒక స్థిరమైన ఆవేశము వలన ఏర్పడిన విద్యుత్ క్షేత్రము ఒక నిత్యత్వబలము అవుతుంది. 7.4 మరియు 7.5 సమీకరణముల నుంచి

$$E(2\pi r) = -\pi r^2 \left(\frac{dB}{dt}\right)$$

$$\therefore E = -\frac{1}{2} r \left(\frac{dB}{dt}\right) \rightarrow 7.6$$

అందువలన ప్రేరిత విద్యుత్ క్షేత్రము B పై కాకుండా $\frac{dB}{dt}$ పై ఆధారపడి ఉండును. ఇక్కడ ఋణగుర్తు మారే అయస్కాంత క్షేత్రమును వ్యతిరేకించు దిశలో విద్యుత్ క్షేత్రము ఏర్పడునని తెలియుచున్నది.

7.6. <u>బీటా ట్రాన్</u>:- ఎలక్ట్రాన్‌లను అత్యధిక వేగమునకు త్వరణము చెందించే "బీటాట్రాన్" అను ఒక యంత్రమును 1941లో ఇల్లినోయిస్ విశ్వ విద్యాలయమునకు చెందిన డాక్టర్ క్రెస్ట్ అభివృద్ధిపరచెను. బీటాట్రాన్ సహాయముతో 300Mev శక్తిని ఎలక్ట్రాన్‌లకు అందించవచ్చును. ఈ అధికవేగము గల ఎలక్ట్రాన్‌లను అధికముగా చొచ్చుకు పోయే X-కిరణములను ఉత్పత్తి చేయుటలో ఉపయోగించవచ్చును.

కాలముతో పెరిగే ఒక అసమరీత అయస్కాంత క్షేత్రములో ఒక ఎలక్ట్రాన 'r' వ్యాసార్థము గల ఒక కక్ష్యలో తిరుగుచున్నదని అనుకొనుము. ఏదైనా కాలము వద్ద ఈ కక్ష్య వద్ద సగటు అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రత B మరియు కక్ష్య గుండా ప్రసరించు మొత్తము అయస్కాంత అభివాహము ϕ_B . ఈ ϕ_B యొక్క పెరుగుదల రేటు $\frac{d\phi_B}{dt}$ మరియు కక్ష్యలో ఏర్పడు ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలకు బలము $\left(-\frac{d\phi_B}{dt}\right)$. ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశము e, అనుకుంటే, విద్యుచ్ఛాలక బలము నిర్వచనము ప్రకారము, ఎలక్ట్రాన్ ఒక చుట్టు తిరుగుటలో జరుగు పని $\left(-\frac{d\phi_B}{dt}\right) \times e$ ఈ పని, ఎలక్ట్రాన్‌పై పని చేయు స్పర్శీయ బలము మరియు కక్ష్య పొడవుల లబ్ధమునకు సమానము.

జరిగిన పని = బలము × దూరము $= F \times 2\pi r$.

$$-e \times \frac{d\phi_B}{dt} = F \times 2\pi r$$

$$\therefore F = -\left(\frac{e}{2\pi r}\right)\left(\frac{d\phi_B}{dt}\right) \rightarrow 7.7$$

కక్ష్యపై ప్రతి బిందువు వద్ద ఏర్పడిన విద్యుత్‌క్షేత్రము వలన ఎలక్ట్రాన్‌పై పనిచేయు బలము వలన ఎలక్ట్రాన్ త్వరణము చెందించబడుతుంది.

ఎలక్ట్రాన్ వేగము v మరియు ద్రవ్య రాశి m అనుకొనుము. B ప్రేరణక్షేత్ర త్రీవత గల అయస్కాంత క్షేత్రములో ఈ ఎలక్ట్రాన్ r వ్యాసార్థము గల కక్ష్యలో చలించుచున్నప్పుడు,

$$Bev = \frac{mv^2}{r} \text{ లేదా } mv = Ber \rightarrow 7.8$$

కాని న్యూటన్ నియమము ప్రకారము ద్రవ్యవేగములోని మార్పురేటు బలమునకు సమానము.

$$F = \frac{d}{dt}(mv)$$

$$= \frac{d}{dt}(Ber)$$

$$= er\frac{dB}{dt} \rightarrow$$

$$F = \frac{d}{dt}(mv) \quad 7.9$$

$$= \frac{d}{dt}(Ber)$$

$$= er\frac{dB}{dt} \rightarrow$$

7.7 మరియు 7.9 సమీకరణములలో F సమాన పరిమాణములు కలిగి ఉంటే కక్ష్య వ్యాసార్ధము స్థిరముగా ఉండును.

అందువలన

$$\left(\frac{e}{2\pi r}\right)\left(\frac{d\phi_B}{dt}\right) = er\frac{dB}{dt}$$

$$\frac{d\phi_B}{dt} = 2\pi r^2 \frac{dB}{dt}$$

సమాకలనము చేయగా $\phi_B = 2\pi r^2 A$ (బీటాట్రాన్ షరతు).

πr^2 వైశాల్యము వెంబడి సమరీతి అయస్కాంత క్షేత్రము పనిచేస్తే, అయస్కాంత అభివాహము.

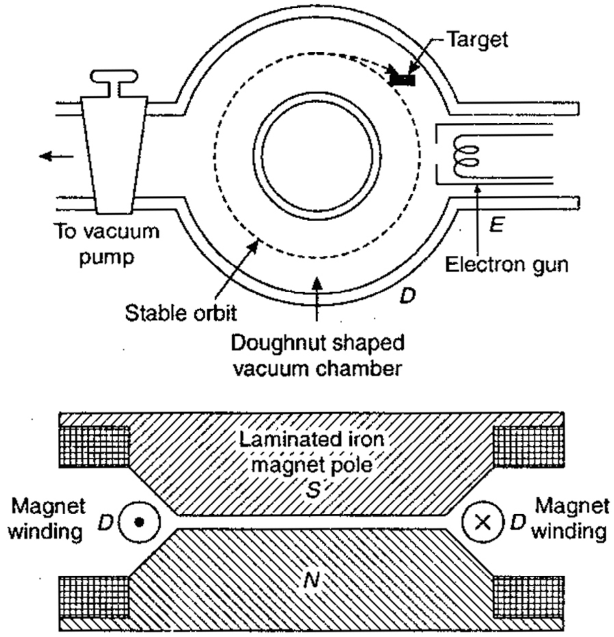
ϕ^1 = చుట్లు సంఖ్య × క్షేత్ర తీవ్రత × వైశాల్యము

$= 1 \times B \times \pi r^2$

$= \pi r^2 B$

అందువలన కక్ష్య వ్యాసార్ధము స్థిరముగా ఉండుటకు, అయస్కాంత క్షేత్రము అసమరీతిగా ఉంటూ, కక్ష్య గుండా ప్రసరించు మొత్తము అభివాహము, సమరీతి అయస్కాంత క్షేత్రములో కక్ష్య గుండా ప్రసరించు అభివాహమునకు రెట్టింపు ఉ ఒడవలెను. దీనిననే బీటా ట్రాన్ షరతు అని అందురు. దీనిని కక్ష్య పరిధి వద్ద కన్నా కేంద్రము వద్ద ఎక్కు అయస్కాంత క్షేత్రమున ఏర్పరిచే ప్రత్యేక అయస్కాంత ధృవములతో రాబట్ట వచ్చును. బీటాట్రాన్ షరతును సంతృప్తి పరిస్తే, ఎలక్ట్రాన్ కక్ష్యలో ప్రవేశపెట్టబడినప్పుడు అది కక్ష్యలో తిరుగుతూ అయస్కాంత క్షేత్రము పెరుగుచున్నంత కాలము దాని వేగము క్రమేపీ పెరుగుచూ ఉండును.

నిర్మాణము :- బీటా ట్రాన్ యొక్క అడ్డుకోత పఠము (7.5)లో చూపబడినది. ఇందు D ఒక నిర్వాత ఆవరణము. దీని గుండా ఎలక్ట్రాన్‌లు ప్రయాణము చేయును. ఇది ఒక విద్యుదయస్కాంతము యొక్క ధృవముల మధ్య ఉంచబడి ఉండును. ఈ విద్యుదయస్కాంత ధృవములు కేంద్రము వద్ద ఎక్కువ అయస్కాంత క్షేత్రము ఏర్పడి బెటాట్రాన్ షరతును పాటించునట్లు నిర్మించబడి ఉండును. ఎలక్ట్రాన్‌గన్ E నుంచి ఉత్పత్తి చేయబడిన ఎలక్ట్రాన్‌లు D లో ఒక స్థిర వ్యాసార్ధము గల కక్ష్యలో చలించుటకు అనుమతింపబడును. విద్యుదయస్కాంతము ఏకాంతర విద్యుత్‌చే ప్రేరేపించబడుటవలన, మొదటి చతుర్ధ చక్రములో విద్యుత్ ప్రవాహము శూన్యము నుంచి ధన శిఖర విలువకు పెరుగుట వలన, ఈ కాలములో అయస్కాంత క్షేత్ర తీవ్రత కూడ పెరుగును. అందువలన ఎలక్ట్రాన్ ఒక స్థిర కక్ష్యలో భ్రమణము చెందుచూ ఉండును.



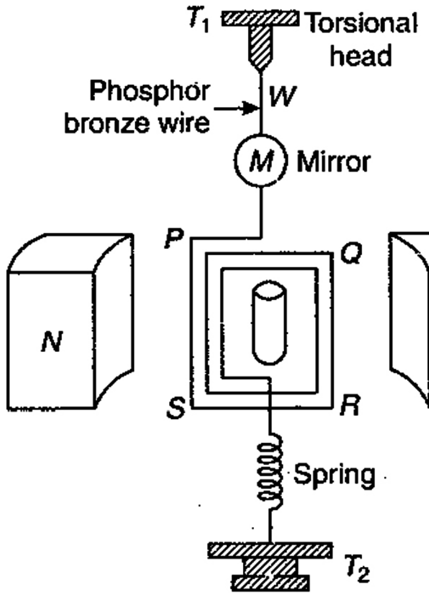
పటం 7.5

పనిచేయు విధనము:- ఎలక్ట్రాన్ గన్ నుంచి ఎలక్ట్రానులు ఉత్పత్తి చేయబడతాయి. అదే సమయములో అయస్కాంత క్షేత్రము మొదటి చతుర్థ చక్రములో శ్యూనము నుంచి పెరుగును. మొదటి చతుర్థ చక్రములో , అయస్కాంత క్షేత్రము పెరుగుట వలన ఎలక్ట్రానులు శక్తిని గ్రహించి కొన్ని వేల పరిభ్రమణములు చేయును. అయస్కాంత క్షేత్రము గరిష్ఠ విలువను చేరుకొనప్పుడు , ఆక్జిలరీ తీగచుట్ట గుండా మరికొంత విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపి ఎలక్ట్రానులను కక్ష్య ఉంచి బయటకు గెంటబడును. ఈ ఎలక్ట్రానులు ఒక టార్గెట్ T ను ఢీకొని, X కిరణములను ఉత్పత్తి చేసి పరికరము యొక్క కిటికి ద్వారా బహిర్గతమవును.

7.7. <u>ప్రాక్షేపిక గాల్వానా మాపకము</u> :- కొన్ని సందర్భములలో ఒక గాల్వానా మాపకముతో ఒక నిలకడ విద్యుత్ ప్రవాహమును కొలుచుటకు బదులుగా, నిరంతరము కాకుండా ఉత్సర్గము చెందే ఆవేశమును కొలవలసిన ఆవశ్యకత కలుగును. కదిలే తీగచుట్ట గాల్వానా మాపకముతో విద్యుత్ పరిమాణమును కొలవగలిగి నప్పటికి, తీగచుట్ట అపవర్తనము ఒక్క సారిగా క్షీణించదు. విద్యుదావేశ పరిమాణమును కొలుచుటకు, గాల్వానామీటరు ఆవర్తన కాలముతో పోలిస్తే ఆవేశ స్పందన కాలము తగినంద తక్కువుగా ఉండాలి. అనగా తీగచుట్ట తన తొలిస్థానం నుంచి తగినంతగా ప్రక్కకు తిరిగే కాలములోనే విద్యుత్ ప్రవాహ సాంద్రత పూర్తి కావాలి. ఈ విధముగా కదిలే తీగచుట్ట యొక్క డోలనావర్తన కాలము, దాని గుండా ఆవేశము ప్రవహించే కాలము కన్నా ఎక్కువుగా కలిగినదే ప్రాక్షేపిక గాల్వానా మీటరు. కదిలే తీగచుట్ట యొక్క డోలనావర్తన కాలము $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{C}}$. ఇక్కడ I అనునది కదిలే తీగచుట్ట యొక్క జడత్వభ్రామకము మరియు C అనునది వ్రేలాడదీసిన తీగయొక్క ఏకాంక పురికి గల టార్క్ . డోలనావర్తన కాలము ఎక్కువుగా ఉండుటకు, ఈ వ్యవస్థ ఎక్కువ జడత్వభ్రామకమును కలిగి యుండవలెను మరియు వీలైనంత స్వల్పమయిన అవరుద్దనము కలిగి యుండవలెను. దీని కొఱకు తీగచుట్టను ఒక విద్యుత్ బంధక చట్రముపైన చుట్టెదరు పై షరతులను పాటించిన గాల్వానా మాపకమును ప్రాక్షేపిక గాల్వానా మాపకము అని అందురు.

ప్రాక్షేపిక గాల్వానా మాపకముతో ఒక్క సారిగా ప్రవహించిన ఆవేశము వలన తీగచుట్ట పొందిన ప్రచోదనమును తెలుసుకొనుట ద్వారా దాని గుండా ప్రవహించిన ఆవేశమును కనుగినవచ్చును.

<u>**ప్రాక్షేపిక గాల్వానా మీటరు నిర్మాణము**</u> :- కదిలే తీగచుట్ట ప్రాక్షేపిక గాల్వానా మాపకము పటము (7.6) లో చూపబడినది. దీనిలో అనేక చుట్లు కలిగి ఒక అవాహక చట్రము పై , అవాహకపు పూత కలిగిన ఒక సన్నని తీగ #ã¾&q PQRS అను దీర్ఘ చతురస్రాకారపు తీగచుట్ట ఉండును. దీనిని NS అను బలవత్తరమూన గుఃఋపునాడ అయస్కాంత ధృవముల మధ్య ఫాస్పర్‌బ్రాంజ్ తీగ సహాయముతో వ్రేలాడదీయుదురు. ఈ రెండు ధృవాలు పుటాకారంగా ఉండేటట్లు చేస్తారు. అందువలన ధృవముల మధ్య అయస్కాంత క్షేత్రము " రేడియల్ " గా ఉండును. తీగచుట్ట క్రిందికొనను ఒక ఫాస్పార్ బ్రాండ్క్‌స్ప్రింగ్‌నకు కలుపుదురు. స్ప్రింగ్ రెండవకొన మరియు ఫాస్పార్‌బ్రాండ్ తీగ పై కొనను వరుసగా T2 మరియు T1 కొనలకు కలుపుదురు. వ్రేలాడ దీసిన తీగకు ఒక దర్పణము అతికించబడి ఉంటుంది. దీపము - మరియు - స్కేలు అమరిక ద్వారా తీగచుట్ట అపవర్తనమును నమోదు చేయవచ్చును.



పటం 7.6

<u>**సిద్ధాంతము**</u> :- గాల్వానా మీటరు తీగచుట్ట గుండా ఒక ఆవేశ స్పందన చలించినపుడు తీగచుట్టకు కొంత కోణీయ ప్రచోదనము కలుగుతుంది. దీనితో తీగచుట్ట డోలనములు చేయును. మనమిప్పుడు ఈ ఆవేశమును మరియు మొదటి అపవర్తనమును గణించెదము.

తీగచుట్ట వైశాల్యము A మరియు దాని యందలి చుట్లు సంఖ్య N అనుకొనుము. తీగచుట్టను వ్రేలాడదీసిన అయస్కాంత క్షేత్రము యొక్క అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత B అనుకొనుము. ఈ తీగచుట్ట గుండా dt కాలములో dq ఆవేశము ప్రవహిస్తే , దాని గుండా ప్రవహించు తక్షణ విద్యుత్ ప్రవాహము $i = \frac{dq}{dt}$. అపుడు తీగచుట్ట యొక్క నిలువు అంచుపై పని చేయు బలము B.i.l.N. తీగచుట్ట పై పనిచేయు టార్క్ $\tau = B.i.A.N \rightarrow 7.10$

చాలా స్వల్ప కాలములో తీగచుట్ట పై పనిచేయు టార్క్ , తీగచుట్టకు కోణీయ ప్రచోదనమును ఇచ్చును.

కోణీయ ప్రచోదనము = బలయుగ్మము × కాలము

t కాలములో పొందు మొత్తము కోణీయ ప్రచోదనము.

$$= \int_0^t B.i.A.N.dt = B.A.N.\int_0^t i.dt$$

$$= B.A.N.q \qquad \left(\because \int_0^t i.dt = q\right)$$

కాని కోణీయ ప్రచోదనము = కోణీయ ద్రవ్యవేగములోని మార్పు = $I\omega$,

ఇక్కడ ω ఆవేశ స్పందన ప్రసరించిన వెంటనే తీగచుట్టకు కలిగిన కోణీయ వేగము మరియు I తీగచుట్ట వ్రేలాడదీసిన అక్షం పరంగా తీగచుట్ట జడత్వ భ్రామకము. $\therefore B.A.N.q = I.\omega \rightarrow 7.11$

ఈ వ్యవస్థలో సమతాస్థానము వద్ద గతి శక్తి $\frac{1}{2}.I.\omega^2$. తుది స్థానము వద్ద గతిశక్తి శూన్యము. అందువలన గతిశక్తిలోని తరుగుదల $\frac{1}{2}.I.\omega^2$. అవరుద్దనము శూన్యమయితే, ఈ గతిశక్తిలోని తరుగుదల అంతా వ్రేలాడదీసిన తీగ పురితిప్పుటకు ఉపయోగపడును. తీగ యొక్క ప్రమాణ పురికి గల టార్క్ C మరియు అపవర్తన కోణము θ అయితే కోణము పురిత్రిప్పుటకు దానిపై పనిచేయు బలయుగ్మము $C\theta$. తీగ అపర్తనము $d\theta$ పెంచుటలో తీగపై చేయవలసిన పని $C.\theta.d\theta$. తీగపురి తిరగడం వలన దానిలో జనించే గరిష్ట అపవర్తనం θ_0, అయితే, చేయవలసిన మొత్తం పని $\int_0^{\theta_0} C.\theta.\,d\theta = \frac{1}{2}C\theta_0^2$, అందువలన $\frac{1}{2}.I.\omega^2 = \frac{1}{2}C\theta_0^2$

$$(\text{లేదా}) \quad I\omega^2 = C\theta_0^2 \rightarrow 712$$

తీగచుట్ట యొక్క డోలనావర్తనకాలము T అయితే $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{C}}$

$$(\text{లేదా}) \quad I = \frac{T^2C}{4\pi^2} \rightarrow (7.13)$$

7.11 సమీకరణముని వర్గీకరించి, 7.12 సమీకరణము చే భాగించగా $I = \frac{N^2.A^2.B^2.q^2}{C\theta_0^2} \rightarrow (7.14)$

(7.13) మరియు (7.14) సమీకరణములను పోల్చగా $\frac{N^2.A^2.B^2.q^2}{C\theta_0^2} = \frac{T^2C}{4\pi^2}$

లేదా $\frac{N^2.A^2.B^2.q^2}{C^2\theta_0^2} = \frac{T^2}{4\pi^2}$

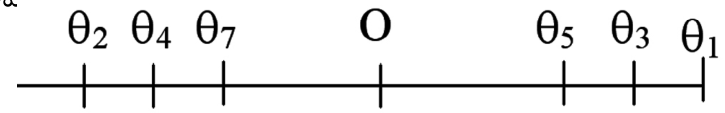
లేదా

$$\frac{N.A.B.q}{C\theta_0} = \frac{T}{2\pi}$$

$$\therefore\ q = \frac{T}{2\pi} \cdot \frac{C}{B.A.N} \cdot \theta_0 \rightarrow (7.15)$$

ఇక్కడ $K = \frac{T}{2\pi} \cdot \frac{C}{B.A.N}$ గాల్వానా మాపక స్థిరాంకము (7.15) సమీకరణము నుంచి గాల్వానా మాపకము ద్వారా పోవు ఆవేశము గరిష్ట అపవర్తనము θ_0నకు అనులోమానుపాతములో ఉండును. అని తెలియుచున్నది.

7.8. <u>అవరుద్ధ సవరణ</u> :- ప్రాక్షేపిక గాల్వానామాపక సిద్ధాంతములో, తీగచుట్ట యొక్క మొత్తము గతిశక్తి అంతా తీగచుట్టను θ_0 కోణము పురి త్రిప్పుటకు ఉపయోగపడునని ఊహించబడినది. కాని ఈ గతి శక్తిలో కొంత భాగము ఘర్షబలములను అధిగమించుటకు ఉపయోగపడును. అందువలన తీగచుట్ట యొక్క కంపన పరిమితి తగ్గిపోతూ ఉండును. దీనినే అవరుద్దనమని అందురు. తీగచుట్ట యొక్క మొదటి , రెండవ....డోలనముల యొక్క వరుస అపవర్తనములు θ_1, θ_3, — లు వరుసగా సమతాస్థానమునకు ఒక వైపున గల అపవర్తనములు, θ_2, θ_4 లు వరుసగా రెండవ వైపున తీగచుట్ట అప



పటం. 7.7

ఇక్కడ $\frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{\theta_2}{\theta_3} = \frac{\theta_3}{\theta_4} = - - - - - = d.$

d అర్థడోలనమునకు గల డిక్రిమెంట్. దీని సంవర్గమాన విలువని సంవర్గమాన డిక్రిమెంట్ అని అందురు.

$\log_e d = \lambda$ లేదా $d = e^{\lambda}$ పూర్తి డోలనమునకు $\frac{\theta_1}{\theta_3} = \frac{\theta_1}{\theta_2} \text{ x } \frac{\theta_2}{\theta_3} = e^{\lambda} \text{ x } e^{\lambda} = e^{2\lambda}$

నాల్గవ వంతు డోలనమునకు డిక్రిమెంట్ $e^{\lambda/2}$ హెచ్చు ఘాత పదములను లోపించేయగా, $\theta_0 = \theta_1\left(1 + \frac{\lambda}{2}\right)$

ప్రాక్షేపిక గాల్వానా మాపకము ద్వారా ప్రవహించిన ఆవేశము $q = \frac{T}{2\pi} \cdot \frac{C}{B.A.N} \cdot \theta_0$

అవరుద్దనమే గనుక లేకుంటే, నాల్గవ వంతు డోలనానికి సంబంధించిన నిజమయిన అపవర్తనం విలువ θ_0,

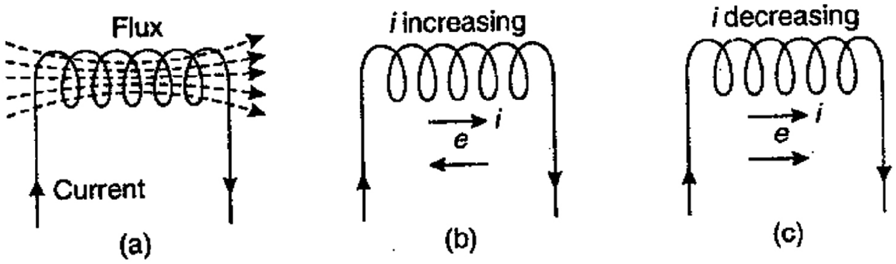
అనుకుందాము, అపఙ్పుడు మొదటి నాల్గవ వంతు అపవర్తనమునకు పరిశీలించిన అపవర్తనమునకు పరిశీలించినఅపవర్తనముθ$_1$

అయితే $\frac{\theta_0}{\theta_1} = e^{\lambda/2}$ లేదా $\theta_0 = \theta_1 . e^{\lambda/2} = \theta_1\left(1+\frac{\lambda}{2}+---\right)$

$$\therefore\ q = \frac{T}{2\pi}\cdot\frac{C}{B.A.N}\ \theta_1\left(1+\frac{\lambda}{2}\right) \rightarrow (7.16)$$

ఇది ఆవేశము మరియు మొదటి అపవర్తనముల మధ్య సంబంధమును ఇచ్చును. θ_1 మరియుθ_{11} లను కొలచి λవిలువ కనుగొనవచ్చును. $\frac{\theta_1}{\theta_{11}} = e^{10\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{10}\log_e\left(\frac{\theta_1}{\theta_{11}}\right) = \frac{1}{10} \times 2.3026 \times \log_{10}\left(\frac{\theta_1}{\theta_{11}}\right)$

7.9. <u>స్వయం ప్రేరకత్వము :-</u> ఒక తీగచుట్ట గుండా ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహములోని పెరుగుదల లేక తరుగుదలను వ్యతిరేకించు తీగచుట్ట యొక్క ధర్మాన్ని స్వయం ప్రేరకత్వము అని అందురు.



స్వయం ప్రేరకత్వగుణకము :- ఒక తీగచుట్టతో ముడిపడి ఉండే మొత్తము అయస్కాంత అభివాహమునకు గల నిష్పత్తి ఆ తీగచుట్ట యొక్క స్వయంప్రేరకత్వ గుణకము అని అందురు. 'i', విద్యుత్ ప్రవాహము. ప్రవహించుచున్న ఒక తీగచుట్టను. ఊహించుము. తీగచుట్ట యొక్కఅన్ని చుట్లు తోను ముడిపడి ఉన్న అయస్కాంత అభివాహము ϕ_B అనుకొనుము. కాని $\phi_B \alpha\ i$

$$\boxed{\phi_B = L.\ i} \quad 7.17$$

ఇక్కడ L ఒక స్థిరాంకము. దీనిని స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకము అని అందురు.

$i = 1A$, అయిన $\phi_B = L$ అవుతుంది. ఒక తీగ చుట్టగుండా ఒక ఆంపియర్ విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్నపుడు ఆతీగచుట్టకు ముడిపడిఉన్న అయస్కాంత అభివాహమును ఆ తీగ చుట్ట యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకము అంటారు.

7.10. <u>ఒక తీగచుట్టలో ప్రేరితమయ్యే ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలమునకు సమాసము :-</u> i విద్యుత్ ప్రవాహము ప్రవహించుచున్న ఒక తీగచుట్టను ఊహించుము. ఈ తీగచుట్ట యొక్క మొత్తం అన్ని చుట్లుతో ముడిపడి ఉండేఅయస్కాంత అభివాహము ϕ అనుకుండే తీగచుట్ట స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకము. $L = \frac{\phi}{i}$, మరియు $\phi = L.i$

కాని తీగ చుట్టలో ఏర్పడు ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము

$$e= -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(L.i)}{dt} \quad e = -L\frac{di}{dt} \quad \frac{di}{dt} = 1 \Rightarrow e= -L$$

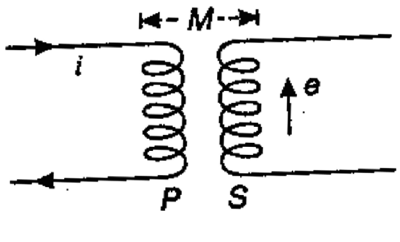
తీగచుట్టలో విద్యుత్ ప్రవాహంలోని మార్పురేటును ఒకటి అయితే ఆ తీగ చుట్టలో ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము ఆ తీగ చుట్టయెక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకము అంటారు. ఋణ గుర్తు విద్యుత్ ప్రవాహ దిశకు ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము వ్యతిరేఖ దిశలో ఉండును అని తెలియచేయును.

7.11. <u>అన్యోన్య ప్రేరకత్వము :-</u> ప్రాథమిక తీగచుట్ట గుండా మారే విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినప్పుడు గౌణ తీగచుట్టలో ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము ఏర్పడే ప్రక్రియను అన్యోన్య ప్రేరకత్వము అని అందురు.

దగ్గరగా ప్రక్కనే ఉన్న p మరియు S అను రెండు తీగ చుట్లును ఊహించుము. p గుండా కాలము తో మారే విద్యుత్ ప్రవాహము పంపబడినదనుకొనుము. అప్పుడే p తీగచుట్టతో ముడిపడి ఉండే అయస్కాంత అభివాహము మార్పు చెందును. అందువలన S తో ముడిపడి ఉండే అయస్కాంత అభివాహములో మార్పు సంభవించి దానిలో ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము ఏర్పడును. ఈ ప్రక్రియనే అన్యోన్య ప్రేరకత్వము అని అందురు.

7.12. <u>అన్యోన్య ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలమునకు సమాసము :-</u>

ప్రక్కప్రక్కనే దగ్గరగా ఉంచిన రెండు తీగచుట్లు p మరియు S లను ఊహించుము. p తీగ చుట్ట గుండా i విద్యుత్ ప్రవాహము పంపబడినదని అనుకొనుము. అప్పుడు S తీగచుట్టతో ముడిపడి ఉండే అయస్కాంత అభివాహము ϕ అనుకొనుము. కాని $\phi \alpha i$, $\phi = Mi$ ఇక్కడ M అనులోమానుపాత స్థిరాంకము. దీనినే అన్యోన్య ప్రేరకత్వగుణకము అని అందురు. $M = \frac{\phi}{i}$



పటం. 7.11

గౌణ తీగ చుట్టతో ముడిపడి ఉన్న అయస్కాంత అభివాహమునకు, ప్రాథమిక తీగచుట్ట గుండా ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు గల నిష్పత్తిని, ఆ తీగచుట్ల మధ్య అన్యోన్య ప్రేరకత్వ గుణకము అని అందురు.

కాని గౌణ తీగ చుట్టలో ఏర్పడు ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము. $e = -\frac{d\phi}{dt} = -M\frac{di}{dt}$

6.13. ఒక పొడవైన సోలెనాయిడ్ యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకమునకు సమాసము :-

'l' పొడవు, A మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యము గల ఒక సోలెనాయిడ్‌ను ఊహించుము. దీని యందలి చుట్లు సంఖ్య 'N' అనుకొనుము. అప్పుడు సోలెనాయిడ్ ప్రమాణ పొడవునకు కలిగి యుండు చుట్లు సంఖ్య n.

ఈ సోలినాయిడ్ గుండా i విద్యుత్ ప్రవాహము ప్రవహించుచున్నదని అనుకొనుము.

అప్పుడు సోలినాయిడ్ నందలి అయస్కాంత ప్రేరణ క్షేత్ర తీవ్రత $B = \mu_0.n.i$

అప్పుడు సోలినాయిడ్ యొక్క ప్రతీ ఒక్క చుట్టుతో ముడిపడి ఉండే అయస్కాంత అభివాహము. $\phi_B = B.A = \mu_0.n.i\ .A$

సోలినాయిడ్ యొక్క మొత్తం చుట్లుతో ముడిపడి ఉండు అయస్కాంత అభివాహము. $\phi = \mu_0.n.i\ .A.N$

$$\phi = \mu_0.n.i\ .A.(n.l) = \mu_0.n^2.i\ .A.l$$

సోలినాయిడ్ స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకము. $L = \frac{\phi}{i} \Rightarrow L = \frac{\mu_0.n^2.\not{i}\ .A.l}{\not{i}} = \mu_0.n^2.A.l$

కాని $\because n = \frac{N}{l}$ కావున $L = \frac{\mu_0.N^2.A}{l}$ మరియు $\therefore L = \mu_0.n^2.A.l$

6.14. ఒక టోరాయిడ్ స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకమునకు :- మూయబడిన సోలినాయిడ్‌ని టొరాయిడ్ అని అందురు. R వ్యాసార్ధము గల ఒక టొరాయిడ్‌ను ఊహించుము. దాని చుట్లు సంఖ్య N అనుకొనుము. దాని గుండా i విద్యుత్ ప్రవాహము పంపబడినదనుకొనుము. చుట్టు వ్యాసార్ధము r అనుకొనుము.

ప్రమాణ పొడవు గల టొరాయిడ్ కలిగియుండు చుట్లు సంఖ్య $n = \frac{N}{2\pi R}$

టొరాయిడ్ యొక్క అక్షముపై గల ఏదైనా ఒక బిందువు వద్ద అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రత.

$$B = \frac{\mu_0.N.i}{2\pi R}$$

టొరాయిడ్ యొక్క ప్రతీ చుట్టుతో ముడిపడి ఉండే అయస్కాంత అభివాహము. $\phi = B.N.A$

$$\phi = \left(\frac{\mu_0.N.i}{2\pi R}\right).N.A \qquad B = \mu_0.n.i$$

టొరాయిడ్ యొక్క అన్ని చుట్లుతోను ముడిపడి ఉండే అయస్కాంత అభివాహము. $\phi = \frac{\mu_0.N^2.i.A}{2\pi R}$

కాని $\phi = L.i$

కాని టొరాయిడ్ యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకము $L = \frac{\phi}{i}$

$$L.i = \frac{\mu_0.N^2.i.A}{2\pi R} \qquad \therefore L = \frac{\mu_0.N^2.A}{2\pi R}$$

$$n = \frac{N}{2\pi R} \text{ కావున } \quad \therefore L = \frac{\mu_0.N^2 r^2.}{2R}$$

7.15. అయస్కాంత క్షేత్రములో నిల్వయుండు శక్తి :-

L స్వయం ప్రేరకత్వము గల ఒక సోలినాయిడ్‌ను ఊహించుము. ఏదైనా కాలము t వద్ద దాని గుండా విద్యుత్ ప్రవాహము i ప్రవహించుచున్నదని అనుకొనుము. dt కాలములో సోలినాయిడ్ గుండా ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహములోని పెరుగుదల di అనుకొనుము. అప్పుడు సోలినాయిడ్ నందు ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము ఏర్పడును. ఈ ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము $e = -L.\frac{di}{dt}$

ఇక్కడ ఋణగుర్తు, ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము విద్యుత్ ప్రవాహములోని పెరుగుదలన వ్యతిరేకించుటను తెలియజేయును. ఈ వ్యతిరేకతను ఎదుర్కొనుటకు ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము పై కొంత పని చేయవలెను.

dt కాలములో విద్యుత్ ప్రవాహమును di పెంచుటలో చేయవలసిన పని $dW = -e.i.dt$

$$dW = +L.\frac{di}{dt}\ .\ i.\ dt$$

$$dW = +L.di\ .\ i.$$

విద్యుత్ ప్రవాహమును $i = 0$ నుంచి $i = i_0$ నకు పెంచుటలో చేయవలసిన మొత్తం పని.

$$W = L\int_o^{i_o} i\frac{di}{dt}.dt \quad = L\int_o^{i_o} idt \quad W = \frac{1}{2}Li_0^2 \text{ జౌలులు.}$$

ఈ చేసిన పని తీగచుట్ట లేక సోలినాయిడ్ నందలి అయస్కాంత క్షేత్రములో శక్తి రూపములో నిల్వ చేయబడును.

అయస్కాంత క్షేత్రములో నిల్వ చేయబడిన శక్తి $E = \frac{1}{2}Li_0^2$ జౌలులు.

7.16. యుగ్మిత గుణకము :- n_1 మరియు n_2 చుట్లును కలిగిన A,B అను రెండు తీగచుట్లు దగ్గర దగ్గరగా ఊహించుము. అప్పుడు తీగచుట్ట A యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకము $L_1 = \frac{n_1\phi_1}{i_1}$

తీగచుట్ట B యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకము $L_2 = \frac{n_2\phi_2}{i_2}$

తీగచుట్ట A గుండా , i_1 విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపించినప్పుడు, దానితో ముడిపడి ఉండే అయస్కాంత అభివాహము

ϕ_1. దీనిలో K_1 భాగము అనగా $K_1\phi_1$ తీగచుట్ట B తో ముడిపడిన అయస్కాంత అభివాహము అయితే.

$$M = \frac{k_1\phi_1}{i_1} . n_2 \quad \text{-- (1)}$$

n < û$ < ĕ ⊓> ± B తీగచుట్ట గుండా i_2 విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినప్పుడు, దానితో ముడిపడి ఉండే అయస్కాంత అభివాహము. ϕ_2 దీనిలో K_2 భాగము అనగా $K_2\phi_2$ అభివాహము, తీగచుట్ట A తో ముడిపడి ఉన్నదనుకుంటే

$$M = \frac{k_2\phi_2}{i_2} n_1 \quad \text{--(2)}$$

1 మరియు 2 సమీకరణములను గుణించగా $M^2 = k_1 k_2 \left(\frac{n_1\phi_1}{i_1}\right) . \left(\frac{n_2\phi_2}{i_2}\right)$

$L_1 = \frac{n_1\phi_1}{i_1}$, $L_2 = \frac{n_2\phi_2}{i_2}$ లని పై సమీకరణములో ప్రతిక్షేపించగా $M^2 = k_1.k_2.L_1.L_2$

$K = \sqrt{K_1.K_2}$ అని అనుకుంటే

$M = K.\sqrt{L_1.L_2}$ ఇక్కడ K ని రెండు తీగచుట్ల మధ్య యుగ్మిత గుణకము అని అందురు.

దీని విలువ 0 నుండి 1 వరకు ఉంటుంది మరియు తీగ చుట్ల ఆకారం మీద వాటి సాపేక్ష స్థానాల మీద ఆదార పడి ఉంటుంది.

K = 1 అయిన బంధం రెండు తీగ చుట్టల మధ్య ఎక్కువ గా ఉన్నట్టు. K = 0 అయిన బంధం లేనట్లె.

7.17. ట్రాన్స్ ఫార్మర్ :- ట్రాన్స్ ఫార్మర్ అన్యోన్య ప్రేరకత్వ నియమము ఆధారము గా పని చేయును. దీనిని ఉపయోగించి తక్కువ AC ఓల్టేజ్‌ను ఎక్కువ AC ఓల్టేజ్ గాను, తక్కువ AC ఓల్టేజ్‌ను ఎక్కువ AC ఓల్టేజ్ గాను మార్చవచ్చును, తక్కువ AC ఓల్టేజ్‌ను ఎక్కువ AC ఓల్టేజ్ గా మార్చే ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌ను స్టెప్అప్ ట్రాన్స్ ఫార్మర్ అని, ఎక్కువ AC ఓల్టేజ్‌ను తక్కువ AC ఓల్టేజ్‌గా మార్చే ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌ను స్టెప్‌డౌన్ ట్రాన్స్ ఫార్మర్ అని అందురు.

ట్రాన్స్ ఫార్మర్ నందు ఐరన్‌కోర్‌పై చుట్టబడిన రెండు తీగచుట్టలు ఉండును. ఒక తీగచుట్టను ఏకాంతర విద్యుత్ జనకమునకు కలుపుదురు. దీనిని ప్రాథమిక తీగచుట్ట అని అందురు. మిగిలిన రెండవ తీగచుట్టను గౌణ తీగచుట్ట అని అందురు. ఈ రెండు తీగచుట్లలో ఏ తీగ చుట్టనైనా ప్రాథమిక తీగచుట్టగాను, రెండవ దానిని గౌణ తీగచుట్టగాను వాడవచ్చును. ప్రాథమిక తీగ చుట్టనందు ఏకాంతర విద్యుచ్ఛాలక బలమును ప్రేరేపించును. ఐరన్‌కోర్ ప్రాథమిక తీగచుట్టతో ముడిపడి ఉండే అయస్కాంత అభివాహమును ఎక్కువగా గౌణ తీగచుట్టతో ముడిపెట్టును. ఏకాంతర విద్యుచ్ఛాలక బలము, ఐరన్‌కోర్‌తో ముడిపడి ఉండే అయస్కాంత అభివాహములో మార్పును కలుగజేయును. దీని వలన గౌణ తీగచుట్టలో ఏకాంతర విద్యుచ్ఛాలక బలము ప్రేరితమగును.

ప్రాథమిక మరియు గౌణ తీగచుట్ట నందలి చుట్లు వరుసగా N_p మరియు N_s. వాటితో ముడిపడి

ఉన్న అయస్కాంత అభివాహములు ϕ_p మరియు ϕ_s అనుకుంటే $\frac{\phi_p}{\phi_s} = \frac{N_p}{N_s}$

$$\phi_s = \frac{N_s}{N_p}\phi_p$$

ఫారడే నియమము ప్రకారము, గౌణ తీగచుట్ట ప్రేరితమయ్యే విద్యుచ్ఛాలక బలము V_s ప్రాధమిక తీగచుట్టలో ప్రేరితమయ్యే విద్యుచ్ఛాలక బలము V_p అయితే $V_s = \frac{N_s}{N_p}V_p$

7.18. సాధించిన లెక్కలు.

1. 50 సెం.మి పొడవు 2 సెం.మి వ్యాసము కలిగి 200 చుట్లును కలిగిన సోలెనాయిడ్ యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకమును గణించుము.

జ. సోలెనాయిడ్ స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకము $L = \frac{\mu_0 N_2 a}{l} = \frac{\left(4\pi \text{ x } 10^{-7}\right) N_2 a}{l}$

$$= 31.55\text{x}10^{-6} H$$
$$= 31.55 \mu H$$

2. 200 చుట్లు కలిగిన ఒక తీగచుట్ట గుండా 10 A విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినప్పుడు తీగచుట్టతో 0.01 wb అయస్కాంత అభివాహము ముడిపడి ఉన్నది. ఈ విద్యుత్ ప్రవాహము 0.02 సెకనుల కాలములో దిశ మారితే ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలమును గణించుము.

జ. $L = \frac{n\,\phi}{i} = 200 \text{ X } 0.01 / 10 = 0.2 \text{ H}$

విద్యుత్ ప్రవాహములోని మార్పు = $di = 10 - (- 10) = 20 \text{ A}$

కాలము = $dt = 0.02 \text{ sec}$

ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము = $L.\, di/dt = 0.2 \text{ x } 20/0.02$

= 200 V

3. 10,000 చుట్లును కలిగిన ఒక తీగ చుట్ట A , 15,000 చుట్లును కలిగిన B తీగచుట్ట ఉన్నవి. A తీగచుట్టలోని అభివాహములో 60% అభివాహము Bతీగచుట్టతో ముడిపడునట్లుగా అవి యుగ్మితము చేయబడినవి. A తీగచుట్టలో 5A విద్యుత్ ప్రవాహము పంపినప్పుడు దానిలో 0.8 mwb అయస్కాంత అభివాహమేర్పడినది. అదే విద్యుత్ ప్రవాహముని తీగచుట్ట గుండా పంపినప్పుడు 1 mwb అభివాహమేర్పడితే, అన్యోన్య ప్రేరకత్వ గుణకమును, యుగ్మిత గుణకమును గణించుము.

జ. తీగచుట్ట A తో ముడిపడి ఉన్న అభివాహము = 0.8 mwb

B తీగచుట్టతో ముడిపడి ఉండు అభివాహము= 0.6×0.8= 0.48mwb

కాని అన్యోన్య ప్రేరకత్వ గుణకము = $M = N_2 \; / I_1$ $M = 15{,}000 \times 0.48 / 5 \times 10^{-3}$ 5 = 1.44 H

కాని $L_1 = N_1 \; / I_I$ $\underline{10{,}000 \text{ X } 0.48} / 5 = 1600\text{mh} = 1.6 \text{ H}$

$L_2 = N_2 \; / I_2$ $\underline{15{,}000 \text{ X } 1} / 5 = 3000\text{mh} = 3\text{mH}$

$K = M / \; L_1 L_2 = 1.44 / \; 1.6 \text{ X } 3 = 1.44 / 2.19 = 0.657$

4. 2200 V సప్లై పై పనిచేయుచున్న ఒక స్టెప్‌డౌన్ (step -down) ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌లోడ్‌నకు 60 A విద్యుత్ ప్రవాహమును ఇచ్చుచున్నది. ఆ ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ లనందుప్రాథమిక మరియు గౌణ తీగచుట్లు మధ్య నిష్పత్తి 22 : 1 దక్షత 100% అనుకుంటే గౌణ తీగచుట్ట ఓల్టేజ్,ప్రాథమిక తీగ చుట్ట గుండా ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహము మరియు నిర్గమ సామర్థ్యమును కనుగొనుము.

జ. ప్రాథమిక తీగ చుట్ట మరియు గౌణ తీగచుట్ట గుండా ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహము

I_P మరియు I_S అనుకొనుము. E_P మరియు E_S లు వరుసగా ప్రాథమికి మరియు గౌణ ఓల్టేజ్‌లనుకొనుము.

$$I_P / I_S = E_S / E_P = N_S / N_P$$

ఇక్కడ $N_S / N_P = 1/22$

$E_P = 2200$ మరియు $I_S = 60\text{A}$

$E_S / 2200 = 1/22$

$E_S = 100$ V మరియు $I_P / 60 = 1/22$

$I_P = 2.72$ A

నిర్గమ సామర్థ్యము = $I_S E_S = 272$ వాట్

7.19. విషయసంగ్రహము

1. ఒక వలయముతో ముడిపడి అయస్కాంత అభివాహములో మార్పు వచ్చి నప్పుడు ఆవలయములో ప్రేరిత విద్యుత్ ప్రవాహము ఏర్పడును.
2. అయస్కాంత అభివాహములో మార్పు కలుగుచున్నంత సేపూ మాత్రమే ప్రేరిత విద్యుత్ ప్రవాహము లేదా ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము ఉండును.
3. అయస్కాంత అభివాహములోని మార్పురేటుపై ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము ఆధారపడును.
4. ఒక తీగచుట్ట లేదా వలయములో ఏర్పడిన ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము ఎల్లప్పుడు అది ఏర్పడుటకు కారణమైన అంశమును వ్యతిరేకించుదిశలో ఏర్పడును.

5. ఒక వాహకము ద్వారా ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహము పంపినప్పుడు దాని చుట్టూ ఏర్పడే అయస్కాంత క్షేత్రము, కాలముతో మారే అయస్కాంత క్షేత్రము అవుతుంది.
6. ఒక తీగచుట్ట ద్వారా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహములోని వృద్ధి లేదా క్షీణతను వ్యతిరేకించే తీగచుట్ట స్వభావముని స్వయం ప్రేరకత్వము అని అందురు.
7. ప్రాథమిక తీగచుట్ట గుండా మారే విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినప్పుడు, గౌణ తీగచుట్టలో ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము ఏర్పడును. దీనినే అన్యోన్య ప్రేరకత్వము అని అందురు.
8. పరివర్తకము (Transformer) అన్యోన్య ప్రేరకత్వముపై అధారపడి పనిచేయును.
9. అయస్కాంత క్షేత్రములో నిల్వచేయబడు శక్తి $\frac{1}{2}\mathrm{Li}^2$

7.20. అయస్కాంత అభివాహము, ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలము, ప్రేరిత విద్యుత్ ప్రవాహము, కాలముతో మారే అయస్కాంత క్షేత్రము , అవరుద్ధనము, స్వయం ప్రేరకత్వము, అన్యోన్య ప్రేరకత్వము, పరివర్తకము.

7.21. ప్రశ్నలు

1. విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణకి సంబంధించిన ఫారడే నియమములు మరియు లెంజ్ నియమములను నిర్వచించి వివరించుము. ఒక సోలెనాయిడ్ యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వగుణకమునకు సమాసము రాబట్టుము.
2. లెంజ్ నియమమును నిర్వచించి వివరించుము. ఒక టొరాయిడ్ యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకమునకు సమాసము రాబట్టుము.
3. అన్యోన్య ప్రేరకత్వము అనగానేమి? రెండు తీగచుట్లు మధ్య యుగ్మిత గుణకమునకు సమాసము రాబట్టుము.
4. స్వయం ప్రేరకత్వ, అన్యోన్య ప్రేరకత్వ గుణకములను నిర్వచించి ఒక పొడవైన సోలెనాయిడ్ యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకమునకు సమాసము రాబట్టుము.
5. కాలముతో మారే అయస్కాంత క్షేత్రములు అనగానేమి? కాలముతో మారే అయస్కాంత క్షేత్రములో ఉంచిన వలయములోని ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలమునకు సమాసము రాబట్టుము.
6. బీటాట్రాన్ సూత్రము పనిచేయు విధానము వివరింపుము. బీటాట్రాన్ షరతును రాబట్టుము.
7. ప్రాక్షేపిక గాల్వానా మాపకము నిర్మాణము, పనిచేము విధానమును సిద్ధాంతమును వివరించుము.

లఘు ప్రశ్నలు

1. అన్యోన్య ప్రేరకత్వము అనగానేమి? దాని ప్రమాణములు ఏమిటి?
2. ఫారడే విద్చుదయస్కాంత ప్రేరణ నియమములు వ్రాయుము.
3. ఒక పొడవైన సోలెనాయిడ్ యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకమునకు సమాసము రాబట్టుము.
4. ఒక టొరాయిడ్ యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకమునకు సమాసము రాబట్టుము.
5. రెండు తీగచుట్లు మధ్య గల యుగ్మిత గుణకమునకు సమాసము రాబట్టుము.
6. అయస్కాంత క్షేత్రములో నిల్వయుండు శక్తికి సమాసము రాబట్టుము.
7. బీటాట్రాన్ సూత్రమును వివరించుము.
8. పరివర్తకము యొక్క సూత్రము వివరించుము.
9. విద్యుదయస్కాంత అవరుద్దనమును వివరించుము.

స్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

1. ఫారడే విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ నియమములు నిర్వచించుము.
2. లెంజ్ నియమమును నిర్వచించుము.
3. స్వయం ప్రేరకత్వమును నిర్వచించుము.
4. రెండు తీగచుట్లు మధ్య అన్యోన్య ప్రేరకత్వమును నిర్వచించుము.
5. ఒక పొడవైన సోలెనాయిడ్ యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకమునకు సమాసము వ్రాయుము.
6. అయస్కాంత క్షేత్రములో నిల్వయుండు శక్తి సమాసము వ్రాయుము.

సమస్యలు

1. 50 చుట్లు కలిగిన ఒక తీగచుట్ట గుండా 2 ఆంపియర్‌ల విద్యుత్ ప్రవాహము ప్రవహించుట వలన ప్రతీ చుట్టుతో ముడిపడి ఉండే అయస్కాంత అభివాహము 3×10^{-5} వెబర్లు. ఆ తీగ చుట్ట యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకమును గణించుము.

జ.(750μH)

2. 100 మిల్లి హెన్రి స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకము గల ఒక తీగ చుట్ట ద్వారా 0.02 సె॥ లలో విద్యుత్ ప్రవాహము 0 నుంచి 10 ఆంపియర్‌ల పెరిగితే , దానిలో ఏర్పడు ప్రేరిత విద్యుచ్చాలక బలమును గణించుము.

జ. 50 ఓల్టులు

3. ప్రాధమిక తీగచుట్ట గుండా ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహము 0.1 మైక్రో సె॥ లలో 0 నుంచి 4 ఆంపియర్ లకు పెరుగుట వలన గౌణ తీగచుట్టలో ఏర్పడిన ప్రేరిత విద్యుచ్చాలక బలము 10,000 ఓల్టులు. అయితే ఆ తీగచుట్లు మధ్య అన్యోన్య ప్రేరకత్వ గుణకమును గణించుము.

జ.0.25 మిల్లి హెన్రి

4. 2 సెం॥మీ॥ వ్యాసార్థము, 2మీ॥ పొడవు, 2000 చుట్లు కలిగిన ఒక పొడవైన సోలినాయిడ్ యొక్క స్వయం ప్రేరకత్వ గుణకమును గణించుము.

జ.12.62 మిల్లి హెని

5. 100 చుట్లు కలిగిన ఒక తీగచుట్ట గుండా 5 ఆంపియర్ విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినప్పుడు దాని 5 వెబర్ అయస్కాంత అభివాహము ముడిపడి ఉంటే, ఆ అయస్కాంత క్షేత్రములో నిల్వ చేయబడిన శక్తి ఎంత.

జ.12.5 జ్.లు.లు

6. 200 ఓల్టులు తో పనిచేయు ఒక స్టెప్అప్ పరివర్తకము 2 ఆంపియర్ల లోడ్ సరఫరా చేయుచున్నది. ప్రాధమిక, గౌణతీగ చుట్లు మద్య నిష్పత్తి 1:25 అయితే గౌణతీగ చుట్ట ఓల్టేజ్ మరియు ప్రాధమిక విద్యుత్ ప్రవాహమును గణించుము.

జ.5,500 ఓల్టులు మరియు 50 ఆంపియర్లు.

7.22. విషయగ్రంధాలు.

1. Electricity and Magnetism by Brijilar and Subrahmanyam.
2. Electricity and Magnetism by D.N. Vasudeva.
3. Unified Physics Vol -III - Dr S.L Gupta & sanjeev Gupta.

´ëuÿ... - 8

ÌI>Ë...™ø »ê r $ Ðþ * Æÿ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé à Ë$

Ë„üüÅÐþ$$Ë$:

- C.R. ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å§éÐþôýÐþ-¨ Ðþ$ÇÄý$$ „ü×ý™þË¯þ$ ™þË$¦Ü$ÌIö¯þ$ r .
- L.R. ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý Ðþ-¨ Ðþ$ÇÄý$$ „ü×ý™þË¯þ$ ™þË$¦Ü$ÌIö¯þ$ r .
- LCR ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å§éÐþôýÐþ-¨ Ðþ$ÇÄý$$ „ü×ý™þË¯þ$ AÆý...^þ¦Ü$ÌIö° ¦Ü...¨Vü AÐþÆø§þÐþ$$¯þ$ ^þÇa...^þ$ r .

´ëuÿÅ {¦³×êãÌIü@

8.1 ¦³Ç^þÄý$Ðþ$$

8.2 **C-R ÐþËÄý$Ðþ$$ & Ñ§þ$Å§éÐþôýÐþ-¨I Ðþ$ÇÄý$$ „ü×ý™þ.**

8.3 **L-R ÐþËÄý$Ðþ$$ & Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý Ðþ-¨I Ðþ$ÇÄý$$ „ü×ý™þ.**

8.4 **LCR ÐþËÄý$Ðþ$$ & ¦Ü...¨VüI AÐþÆý$$§þÐþ$$.**

8.5 Ýëi¨..._¯þ ¦ÜÐþ$¦ÜÅË$

8.6 Ðþ$$W...¦³#

8.7 Ðþ$$QÅ¦³§þÐþ$$Ë$

8.8 ¦ÜÓÄý$... ¦ÜÒ$„> {¦³Ôý²Ë$

8.9 ^þ§þÐþ§þW¯þ {Vü...£éË$

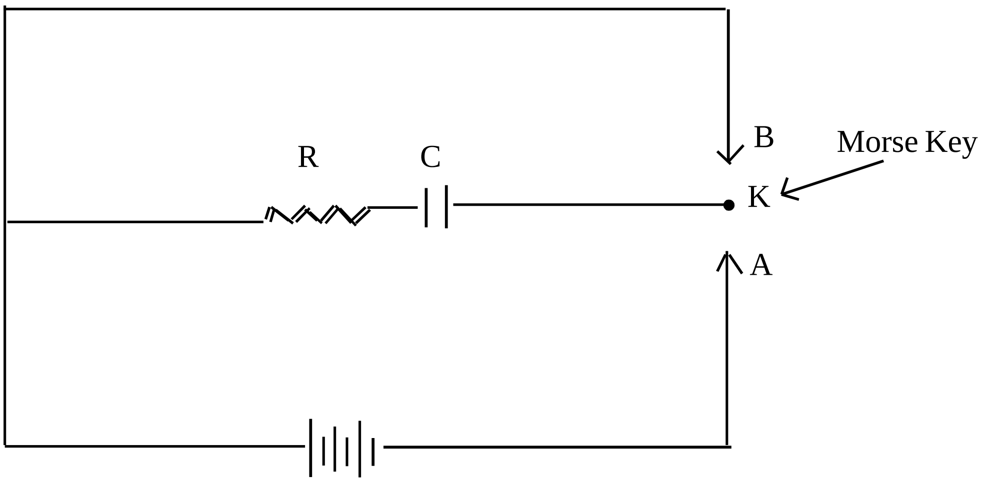
8.1 ¦³Ç^þÄý$Ðþ$$:

ÌI>Ë...™ø »ê r $ Ðþ * Æÿ° Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðþ¦ßý...^þ ÐþËÄý$Ðþ$$Ë Ñ¦ÙÄý$... Ðþ$¯þÌIü$ Ñ¨™þÐþ$. C¦³šýþ$ ÌI>Ë...™ø´ë r $ Ðþ * Æÿ ÑË$Ðþ VüË Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé à Ë™ø ÌIü * ýþ¯þ ÐþËÄý * Ë¯þ$ Vü * Ça ™þË$¦Ü$ÌIü$...§éÐþ$$. Ðþ * Æÿ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ Æý...ýþ$ ÆýÌIüÐþ$$Ë$@

1. ¦ßýu>™þ$V> ¦ÜÓ^þ & B¯þ ^þÄý$ºýþ¯þ ÐþËÄý$Ðþ$$Ë$ Ìý§é ¦ßýu>™þ ¦Ü...À™þ Ñ§þ$Å™þ ÐþËÄý$Ðþ$$Ë$.
2. A.C. ÐþËÄý$Ðþ$$ËÌZ Ðþ * Æÿ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$Ë$.

8.2 (G) @ Ìü´ëÜsý¯þÞ ÐþÇÄý$$ Ñ§þ$Å°²ÆøÌ§þÐþ$$™ø Ìü*yþ¯þ ÐþËÄý$…ÌZ Ñ§þ$Å§éÐþÔý Ðþ-¨l ÐþÇÄý$$ „üÄý$Ðþ$$@

**G. Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ-¨l@** ¦³ r…ÌZ ^þ*¦³¯þ Ñ§þ…V> E Ñ§þ$Å^éeËÌü ºËÐþ$$ VüË »êÅ r È R Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$, C Ìü´ëÜsý VüË Ìü…yþ¯þÞÆÿ$™ø Ìü*yþ¯þ {Ôý×ý ÐþËÄý$Ðþ$$ Ðþ*ÆÿÞÌü K §éÓÆ> ÌüË$¦³ºyþ¯þ§þ¯þ$Ìü$…§éÐþ$$. Ðþ*ÆÿÞÌü A ¼…§þ$Ðþ#Ìü$ Ìü Í¦³¯þ r Æÿ$$™þ Ìü…yþ¯þÞÆÿ$ ¦³ËÌüË Ðþ$$§þÅ E ´÷sý°Äý$Ìý ¿ý§þÐþ$Æÿµyþ$ ÐþÆÿÌü$ Ìü…yþ¯þÞÆÿ$ BÐþÕ™þÐþ$Ðþ#™þ$…¨. Ìü…yþ¯þÞÆÿ$¯þ$»êÅ r È Ñ§þ$Å§éÐþÕ™þ… ^þÜ{¦³{ÌüÄý$ fÆÿ$Vü$™þ$¯þ²¦³šyþ$ A¦³µsýÌü¦³ËÌüË¦³VüË Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ$$ {¦³¦Ü$™þÐþ$$ Æ>»ZÄý$ Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ$$¯þ$ Ayþ$Ìü$… r$…¨. ©°ÐþË¯þ †ÆøVüÐþ$¯þ Ñ§þ$Å^éeËÌü ºËÐþ$$ Ðþ-¨ ^þ…§þ$™þ$…¨. D †ÆøÑ§þ$Å^éeËÌü ºËÐþ$$ Ìü…yþ¯þÞÆÿ$ BÐþÕ™þÐþ$Äý$Å Æÿ r$¯þ$ ™þW¦Ü$…¨. CÌüPyþ Ðþ$¯þÐþ$$ ÐþËÄý$…ÌZ Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ-¨° VüÐþ$°…^þ§þË^þ$Ìü$¯é²Ðþ$$.



¦³ r.... (1)

Ìü…yþ¯þÞÆÿ$¦³ËÌüË¦³ Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ$$ H§þ¯é „ü×ý… t Ðþ§þ q A¯þ$Ìü$…§éÐþ$$. ¦³ËÌüË Ðþ$$§þÅ ÔýÌüÃ¿ý§þÐþ$$ $\frac{q}{c}$ AÐþ#™þ$…¨. C¨ Ñ§þ$Å^éeËÌü ºËÐþ$$ E Ìü ÐþÅ†ÆÿÌü ¨ÔýÌZ ¦³°^þ¦Ü$…¨. H§þ¯é „ü×ý… t Ðþ§þ ¦œ Í™þ Ñ§þ$Å^éeËÌü ºËÐþ$$ $\left(E-\frac{q}{c}\right)$ Ìü ¦ÜÐþ*¯þÐþ$Ðþ#™þ$…¨. K… °Äý$Ðþ$Ðþ$$ {¦³Ì>ÆÿÐþ$$ C¨ iR Ìü$ ¦ÜÐþ*¯þÐþ$Ðþ#™þ$…¨. ÌüÆ>Pœ Æÿ…yþÐþ °Äý$Ðþ$Ðþ$$ {¦³Ì>ÆÿÐþ$$

$$E-\frac{q}{c}=Ri$$

or $E = iR + \dfrac{q}{c}$ .... (1)

°ÆýÓ^þ¯þ... ¯þ$...yþ Ñ§þ$Å{¡³Ðé¡ßýÐþ$$ $i = \dfrac{dq}{dt}$, ÌÜ...yþ¯þÞÆý$ ¡³ËÌÜË¡³ VüÇ¡Ù Ýë§þÅ Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ$$

q_0. VüÇ¡Ù Ýë§þÅ ÔýÌÜÅ »ý§þÐþ$$ E. A...sý $q_0 = EC$ or $E = \dfrac{q_0}{C}$ D ÑËÐþË¯þ$ (1) ÌZ {¡³†„ü¡³¡Ü

$$\frac{q_0}{C} - \frac{q}{C} = R.\frac{dq}{dt}$$

$$\frac{q_0 - q}{C} = R.\frac{dq}{dt}$$

$$\frac{dt}{RC} = \frac{dq}{q_0 - q} \quad \text{.....................} \quad (2)$$

¡ÜÒ$ÌÜÆý×ý... (2) ¯þ$ ¡ÜÐþ * ÌÜË¯þ... ^þÄý$V>, Ðþ$¯þÌÜ$

$$\int \frac{dt}{RC} = \int \frac{dq}{(q_0 - q)}$$

$$\frac{t}{RC} = -\log_e (q_0 - q) + A \quad \text{.......} \quad (3)$$

CÌÜPyþ A ¡ÜÐþ * ÌÜË¯þ ¡ÜÆ>...ÌÜÐþ$$. t = 0 AÆý$$¯þ¡³#yþ$ q = 0 A¯þ$ AÐþ¨ °º...§þ¯þ¯þ$ A¯þ$ÐþÇ..._ A ÑËÐþ¯þ$ ÌÜ¯þ$Vö¯þÐþ^þ$a.

ÌÜ¯þ$ÌÜ

$0 = -\log_e q_0 + A$ or $A = \log_e q_0$

D ÑËÐþ¯þ$ (3) ÌZ {¡³†„ü¡³...^þV>

$$\frac{t}{RC} = -\log_e (q_0 - q) + \log_e q_0$$

$$\frac{-t}{RC} = \log_e (q_0 - q) - \log_e q_0$$

$$\frac{-t}{RC} = \log_e \left(\frac{q_0 - q}{q_0} \right)$$

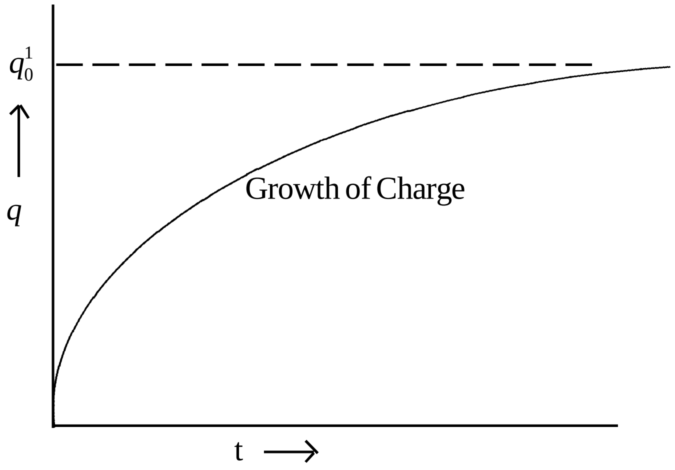
$$e^{\frac{-t}{RC}} = \frac{q_0 - q}{q_0}$$

$$e^{\frac{-t}{RC}} = 1 - \frac{q}{q_0}$$

$$= \frac{q}{q_0} = 1 - e^{\frac{-t}{RC}}$$

$$\therefore q = q_0\left(1 - e^{\frac{-t}{RC}}\right) \quad .... \qquad (4)$$

ÐþËÄý*°² Ðþ$*¡Ü¯þ t ¸ÜÐþ$Äý$... ™þÆ>Ó™þ ¸³ËMüË¦³ Ñ§þ$Å§éÐþÔý... ÑË$Ðþ¯þ$ D ¸ÜÒ$MüÆÿ×ý... ™þË$¸³#™þ$...¨. ¸³ r ...ÌZ ^þ*¦³¯þ Ñ§þ...V> Ñ§þ$Å§éÐþÔý... ¸œ*™é...Mü {Ôý×ý ¦³Æÿ$Vü$§þË¯þ$ Mü Í W E... r $...§þ° ¸ÜÒMüÆÿ×ý... (4) ™þË$¸³#™þ$...¨. C¸³šyþ$ D {Mü...¨ Æÿ...yþ$ ¸Ü...§þÆ>ÂË¯þ$ ¡¸Ü$Mü$...§é....



¸³ r .... (2)

(i) Ðþ ¸Ü...§þÆÿÂÐþ$$ t = RC. Then $q = q_0\left(1 - e^{\frac{-RC}{RC}}\right)$

$$= q_0\left(1 - e^{-1}\right)$$

$$= q_0\left(1 - \frac{1}{e}\right)$$

$$= q_0\left(\frac{e-1}{e}\right)$$

$$= q_0\left(\frac{2.718-1}{2.718}\right)$$

$$q = 0.63q_0 \text{ ....} \qquad (5)$$

©°° ºsý RC ¡ÜÌÌü¯þËÌZ VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å§éÐþôýÐþ$$ÌZ 63% ÐþÆÿÌÌü$ ÌÌü...yþ¯þÞÆÿ$¡³ Ñ§þ$Å§éÐþôý... ÑË$Ðþ ¡³Æÿ$Vü$™þ$...¨. RC Ëº Ðþ$$¯þ$ ÐþËÄý$Ðþ$$ Äý$$ÌÌüP ÌÌ>Ë ¡ÜÆ>...ÌÌüÐþ$$ A...sêÆÿ$.

(ii) Ðþ ¦Ü...§þÆÿÂÐþ$$@& Ñ§þ$Å§éÐþôý Ðþ–¨ Æÿ r $ = $\frac{dq}{dt}$

$$\therefore \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}\left\{q_0\left(1-e^{\frac{-t}{RC}}\right)\right\}$$

$$= q_0\left(\frac{1}{RC}\right)e^{\frac{-t}{RC}}$$

¦ÜÒ$ÌÌüÆÿ×ýÐþ$$ (4) ¯þ$...yþ $\frac{dq}{dt} = \frac{q_0 - q}{RC}$ .... (6)

¦ÜÒ$ÌÌüÆÿ×ý... (6) ¯þ$...yþ RC ÑË$Ðþ G...™þ ¦ÜÓËµÐþ$Æÿ$$™þ ÌÌü...yþ¯þÞÆÿ$¡³ Ñ§þ$Å§éÐþôý Ðþ–¨ A...™þ ÐþVüÐþ...™þÐþ$Ðþ#™þ$...¨. q ÑË$Ðþ ¡³ÇW™þ $(q_0 - q)$ ™þVü$™þ$...¨. A...sý{´ëÆÿ...¿ý...ÌZ Ñ§þ$Å§éÐþôýÐþ–¨ ÐþVü...V> E...yþ ÌÌ>Ë... Vüyþ^þ ÌÌö© Ðþ–¨ Ðþ$...§þW¦Ü$...¨. ¡Ü§é...†ÌÌüÐþ$$V> ^þ´ëµË...sý VüÇ¦ÙÐþ$Vü$ r ÌÌü$ A¯þ...™þ ÌÌ>ËÐþ$$ ¦³yþ$™þ$...¨.

B. Ñ§þ$Å§éÐþôý „üÄý$Ðþ$$:

ÌÌü...yþ¯þÞÆÿ$ ¦Ü...¦³NÆÿÐþ$$V> BÐþÕ™þÐþ$¯þ ™þÆ>Ó™þ “Ðþ *ÆÿÞÌÌü” ° ¦³ r ... (1) ÌZ ^þ * ¡³¯þ r $ B ¼...§þ$Ðþ#ÌÌü$ ÌÌü Í ´ëÆÿ$. °Ç¦ÙÆÿ r $ ^ö¦³š¯þ ÌÌü...yþ¯þÞÆÿ$ E™þ¹Æÿ... ^þ...§þ$ r BÆÿ...¿ýÐþ$Ðþ#™þ$...¨. D Ñ¦ÙÄý * º² {ÌÌü...¨ Ñ§þ...V> ÑÐþÇ...^þÐþ^þ$a.

Ñ§þ$Å™þ {ÝëÐþ ¦ÜÐþ$Äý$...ÌZ t ¦ÜÐþ$Äý$... Ðþ§þ ÌÌü...yþ¯þÞÆÿ$ ¦³ËÌÌüË¡³ E¯þ² Ñ§þ$Å§éÐþôýÐþ$$ q A¯þ$ÌÌü$...§éÐþ$$. D ™þÆÿ$×ý...ÌZ ¦³ËÌÌüË Ðþ§þ ôýÌÌüÃ ¿ý§þÐþ$$ $\frac{q}{c}$. ÐþËÄý$... ¯þ$...yþ »êÅ r È ™öËW...^þºyþ¯þ¨ ÌÌ>ºsý D $\frac{q}{c}$ Äý$ Ñ§þ$Å™þ f¯þÌÌü¦³# Ñ§þ$Å^éeËÌÌü ºËÐþ$$V> ¦³ÇVü×ý...^é Í. KÐþ$ °Äý$Ðþ$Ðþ$$ {¦³ÌÌ>ÆÿÐþ$$

C¨ iR Ìü$ ¦ÜÐþ*¯þÐþ$$. A…§þ$ÐþË¯þ

$$\frac{-q}{c} = iR \quad \text{(C§þ †ÆøVüÐþ$¯þ Ñ.^é.º)}$$

$$\frac{-q}{c} = R\frac{dq}{dt}$$

$$\frac{dq}{q} = -\frac{1}{RC}dt$$

D ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ê°² CÆÿ$Ðþ¦³#Ìê ¦ÜÐþ*ÌüË… ^þÄý$V>

$$\log_e q = -\frac{1}{RC} + B \,.$$

CÌüPyþ B ¦ÜÐþ*ÌüË¯þ ¦ÜÆ>…ÌüÐþ$$. t = 0 AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$ $q = q_0$ AÐþ#™þ$…§þ¯þ AÐþ¨ °º…§þ¯þ {¦³Ì>ÆÿÐþ$$ B ÑË$Ðþ¯þ$ Ìü¯þ$Vö¯þÐþ^þ$a.

$$\log_e q_0 = 0 + B \qquad \therefore B = \log_e q_0$$

B ÑË$Ðþ¯þ$ {¦³†„ü¦³…_™þ

$$\log_e q = \frac{-t}{RC} + \log_e q_0$$

$$\log_e q - \log_e q_0 = \frac{-t}{RC}$$

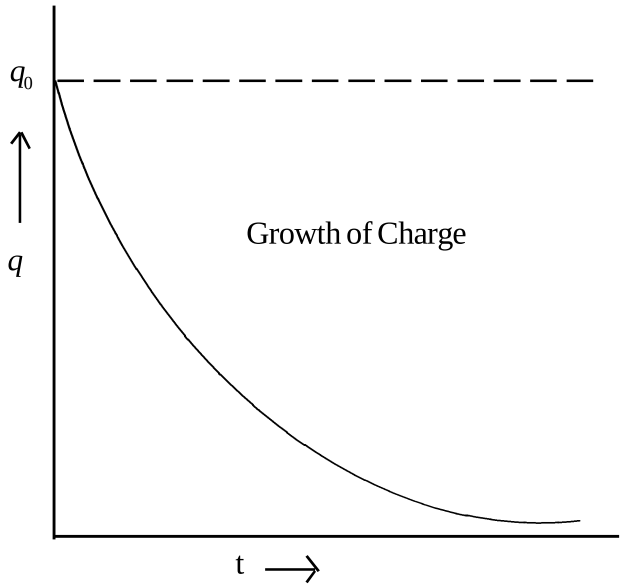
$$\log_e\left(\frac{q}{q_0}\right) = \frac{-t}{RC}$$

$$\therefore q = q_0 e^{\frac{-t}{RC}} \quad .... \qquad (7)$$

ÐþËÄý$…ÌZ Ñ§þ$Å™þ {Ýëþ{¦³{ÌüÄý$ ¦œ*™é…Ìü {Ôý×ý ™þVü$§þË¯þ$ A¯þ$¦ÜÇ¦Ü$…§þ° ¦³ r… (3) ™þË$¦³#™þ$…¨. t = RC AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$

$$q = q_0 e^{-1} = \frac{q_0}{e} = \frac{q_0}{2.718}$$

$= 0.37q_0$ .... (8)



¦³ r .... (3)

RC ÌÜ¯Ü¯þË ™þÆ>Ó™þ ¯Ü...yþ¯þÞÆÿ$ ¦³ Ë¯ÜË¡³ Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ$$ $0.37q_0$ Æÿ r $ AÐþ#™þ$...§þ ° ™þË$¦Ü$...¨. RC Ë° ... ÑË$ÐþMü$ ¦ÜÐþ * ¯þÐþ$Æÿ$$¯þ ¯>Ë ÐþÅÐþ¨ ÌZ Ñ§þ$Å§éÐþÔý... ÑË$Ðþ VüÇ¦Ü Ýë§þÅ ÑË$ÐþÌZ 37% ¯þMü$ „ü×ý¦Ü$...§þ ° ¡³ ¦ÜÒ$MüÆÿ×ýÐþ$$ °ÆÿÓ_¦Ü$...¨.

Ñ§þ$Å§éÐþÔý „ü×ý™é Æÿ r $

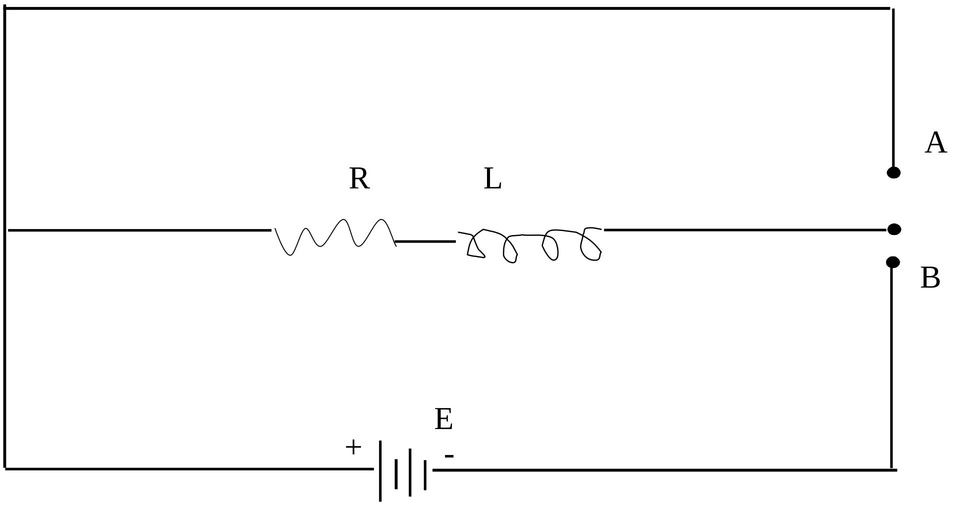
$$\frac{dq}{dt} = q_0\left(\frac{1}{RC}\right)e^{-t/RC} = -q_0\left(\frac{1}{RC}\right)\frac{q}{q_0}$$

$$\therefore \frac{-dq}{dt} = \frac{q}{RC} \quad .... \quad (9)$$

¯>Ë ¦ÜÆ>...Mü... RC Ë° ... ÑË$Ðþ ™þMü$PÐþV> E...sý Mü...yþ¯þÞÆÿ$¡³ Ñ§þ$Å§éÐþÔý E™þµÆÿ¦³# Æÿ r $ ÐþVü...V> E... r $...§þ ° ¦ÜÒ$MüÆÿ×ýÐþ$$ (9) ™þË$¦³#™þ$...¨.

8.3 {¦³ÆÿÑü™þÓÐþ$$ & Ñ§þ$Å°²ÆØ§þÐþ$$™Ø Ñü*yþ¯þ ÐþËÄý$...ÌZ (L-R Circuit) Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ–¨ Ðþ$ÇÄý$$ „ü×ý™þ@

A. Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ–¨:



¦³ r 4

C...yþÑü¯þÞ ({¦³ÆÿÑü™þÓÐþ$$) Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å°²ÆØ§þÐþ$$™þ™Ø Ñü*yþ¯þ ÐþËÄý*°² ¡¦Ü$Ñü$...§éÐþ$$. D L Ðþ$ÇÄý$$ R Ë¯þ$ ¦³ r ...ÌZ ^þ*¦³¯þ Ñ§þÐþ$$V> E Ñ§þ$Å^éeËÑü °ËÐþ$$ VüË »êÅ r ÈÑü ¦³ r ... (4)ÌZ ^þ*¦³¯þ r $ ¨ÓÐþ*Æÿ "Ñü "(Key) §éÓÆ> {Óý×ýÌZ ÑüË$¦³°yþ E... r $...¨. ¦ÜÓ^þ S ¯þ$ A Ñü Ñü Í ¦³¯þ¦³#yþ$ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ Ôý*¯þÅÑË$Ðþ ¯þ$...yþ ¦³Æÿ$Vü$ r BÆÿ...¿ýÐþ$Ðþ#™þ$...¨. C...yþÑü¯þÞ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ–¨° ÐþÅ†ÆÿÑü¦Ü$...¨. C...yþÑüÆÿ §éÓÆ> Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ–¨ f ÇVü r ¦³#yþ$ †ÆØVüÐþ$¯þ Ñ§þ$Å^éeËÑü °ËÐþ$$ Ðþ–¨ ^þ...¨ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ–¨° Ayþ$Ñü$... r $...¨. A...§þ$ÐþË¯þ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ–¨ Æÿ r $ ™þVü$™þ$...¨.

Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ ¦³ÇVü ¦ÜÐþ$Äý$...ÌZ ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ H§þ¯é „ü×ý... t Ðþ$§þ i A¯þ$Ñü$...§éÐþ$$ ÐþËÄý$...ÌZ Ðþ–¨ ^þ...¨¯þ †ÆØ Ñ.^é.° $L\frac{di}{dt}$. ÐþËÄý$...ÌZ {¦³¿êÐþÑü Ñ.^é.° $E-L\frac{di}{dt}$. KÐþ$ °Äý$Ðþ$... {¦³Ñ>ÆÿÐþ$$ C¨ iR Ñü$ ¦ÜÐþ*¯þÐþ$$.

$$E-L\frac{di}{dt}=iR$$

$$E-iR=L\frac{di}{dt}$$

$$\frac{di}{E-iR}=\frac{dt}{L}$$

CÆÿ$Ðþ¦³#Ìê (-R) Vü$×ý..._™þ

$$\frac{-Rdi}{E-iR}=\frac{-Rdt}{L}$$

D ¦ÜÒ$¶üÆÿ×ê°² ¦ÜÐþ*¶üË¯þ... ^þÄý$V>

$$\log(E-iR)=\frac{R}{L}t+A \text{ ....} \quad (1)$$

C¶üPyþ A ¦ÜÐþ*¶üË¯þ ¡ÜÆ>...¶üÐþ$$. t = 0 AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$ i = 0 AÐþ$ AÐþ¨ °º...§þ¯þ¯þ$ A¯þ$ÐþÇ..._ ¡ÜÆ>...¶üÐþ$$ A ÑË$Ðþ¯þ$ ´÷...§þÐþ^þ$a. A...sý

$$\log_e E = 0 + A \text{ or } A=\log_e E \text{ ....} \quad (2)$$

A ÑË$Ðþ¯þ$ ¦ÜÒ$¶üÆÿ×ýÐþ$$ (1) ÌZ {¦³†„ü¡³¡Ü

$$\log_e(E-iR)=\frac{-R}{L}t+\log_e E$$

Ìý§é $\log_e(E-iR)-\log_e E=\dfrac{-R}{L}t$

Ìý§é $\left(\dfrac{E-iR}{E}\right)=e^{\frac{-R}{L}.t}$

$$1-\frac{iR}{E}=e^{\frac{-R}{L}.t}$$

$$\frac{iR}{E}=\left(1-e^{\frac{-R}{L}.t}\right)$$

$$\therefore i=\frac{R}{E}\left(1-e^{\frac{-R}{L}.t}\right)$$

ÐþËÄý$...ÌZ VüÇ¦Ù Ñ§þ$Â™þ {¦³Ðé¡ßýÐþ$$

$$\therefore i_0=\frac{E}{R}\left(1-e^{\frac{-R}{L}.t}\right) \text{ ....} \quad (3)$$

H§þ¯é ¦ÜÐþ$Äý$... t Ðþ§þ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... Äý$$ÌüP ™þ„ü×ý ÑË$Ðþ¯þ$ ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý... (3) ™þË$¦³#™þ$...¨. $e^{\frac{-R}{L}.t} = 0$ i.e. $t = \infty$ AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$ $i = i_0$ AÐþ#™þ$...§þ° ™þË$¦Ü$...¨. i ÑË$Ðþ G...™þ Ì>Ìê°Ìü Ìü*yé i_0 AÐþÓ§þ$. A...§þ$Ìü$ A¯þ...™þÌ>Ë... ¦³yþ$™þ$...§þ° D ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý... ™þ Í ¦³ Ñ¦ÙÄý*¯þ²¦³ r ... (5) Ìü*yé ™þË$¦³#™þ$...¨.

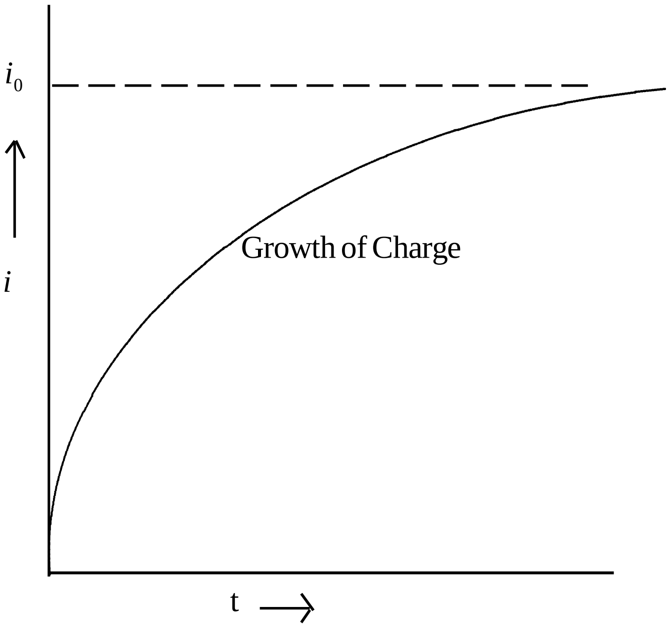


Fig. (5)

D {Ìü...¨ Ñ¦ÙÄý*Ë¯þ$ ¦³ÇÖ Í§éÐþ$$.

(i) $t = \frac{L}{R}$ AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$

$$i = i_0\left(1 - e^{\frac{-R}{L}\cdot\frac{L}{R}}\right)$$

$$= i_0\left(1 - e^{-1}\right)$$

$$i = i_0\left(1 - \frac{1}{e}\right)$$

$$= i_0\left(1 - \frac{1}{2.718}\right)$$

$$i = i_0\left(\frac{2.718 - 1}{2.718}\right)$$

$$i = i_0 (0.63).$$

A¯þV> $\left(\dfrac{L}{R}\right)$ ¡ÜÌÏü¯þ$ A¯þ$ ÐþÅÐþ¨ ÌZ VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... ÑË$ÐþÌZ 63% ¯þÌÏü$ ^þÆÿ$™þ$...¨. CÌÏüPyþ

$\left(\dfrac{L}{R}\right)$ ¯þ$ ÌÏ>Ë ¡ÜÆ>...ÌÏü... A...sêÆÿ$. ©° ° т ™ø ¦Ü*_ÝëÆÿ$. ¦ÜÒ$ÌÏüÆÿ×ê°² т §éÓÆ> ÐþÅÌÏü¦³Ç¡Ü

$$i = i_0\left(1 - e^{\frac{-t}{T}}\right) \text{ ....} \quad (4)$$

(ii) Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý Ðþ–¨Æÿ r $ $\dfrac{di}{dt}$

$$\frac{di}{dt} = \frac{d}{dt}\left[i_0\left\{t - e^{\left(\frac{-R}{L}t\right)}\right\}\right]$$

$$= i\left(\frac{R}{L}\right)e^{\left(\frac{-R}{L}t\right)}$$

¦ÜÒ$ÌÏüÆÿ×ýÐþ$$ (3) ¯þ$...yþ $e^{\left(\frac{-R}{L}t\right)} = \dfrac{i_0 - i}{i_0}$

$$\frac{di}{dt} = i_0\left[\frac{R}{L}\right]\left(\frac{i_0 - i}{i_0}\right) = \frac{R}{L}(i_0 - i) \text{ ....} \quad (5)$$

Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... i ÑË$Ðþ i_0 ¯þ$ ^þÆÿÌÏö© Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ–¨Æÿ r $ {ÌÏüÐþ$...V> ™þVü$™þ$...§þ° ¡³ ¦ÜÒ$ÌÏüÆÿ×ý... ™þË$¦³#™þ$...¨. C¨ $\dfrac{R}{L}$ ÑË$Ðþ¦³ B§éÆÿ¦³yþ$™þ$...¨. ÌÏ>Ë¡ÜÆ>...ÌÏü... $\dfrac{R}{L}$ ÑË$Ðþ A¨ÌÏü...V> E...sý Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý Ðþ–¨ Æÿ r $ ™þÌÏü$PÐþV> E... r $...¨.

B. Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý „ü×ý™þ:

¦³ r ... (4)ÌZ ^þ*¡³¯þ r $ ÐþËÄý$... ¯þ$...yþ »êÅ r È° ™öËW..._ ¡ÜÓ^þ s ¯þ$ B ¼...§þ$Ðþ#ÌÏü$ ÌÏüË´ë Í. C¦³šyþ$ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý „ü×ý™þ Ðþ$$§þËÐþ#™þ$...¨. C...yþÌÏü¯þÞ ÐþËÄý$...ÌZ Ìý¯þ¦³#yþ$ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... VüÇ¦Ù... ¯þ$...yþ Ôý*¯þÅÐþ$$¯þÌÏü$ §é§é¦³# ™þ„ü×ýÐþ$ ¦³yþ´ ù™þ$...¨. ÌÏ>° C...yþ„ü¯þÞ ¡ÜÐþ$„ü...ÌZ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý „ü×ý™éÆÿ r $ ™þVü$™þ$...¨. G...§þ$^þ™þ¯þ...sý C...yþÌÏü¯þÞ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý „ü×ý™þ¯þ$ ÐþÅ†ÆÿÌÏü¦Ü$...¨.

{¦³Ðé¦ßýÐþ$$ „ü×ý...^þ ¦ÜÐþ$Äý$...ÌZ H§þ¯é ¦ÜÐþ$Äý$... tÐþ§þ {¦³Ðé¦ßý... ÑË$Ðþ i. C...ýþÌü¯þÞ ÐþË¯þ {¦³Ç™þ

Ñ§þ$Å^é eËÌæº ËÐþ$$ $-L.\dfrac{di}{dt}$. KÐþ$ °Äý$Ðþ$Ðþ$$ {¦³Ì>ÆÿÐþ$$ C¨ iR Ìü$ ¦ÜÐþ*¯þÐþ$$. A...§þ$^þ™þ

$$-L.\frac{di}{dt} = iR$$

Ìý§é $$\left(\frac{1}{i}\right) di = \frac{-R}{L}.dt$$

D ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ê°² ¦ÜÐþ*ÌüË¯þ... ^þÄý$V>

$$\log_e i = \frac{-R}{L} t + B \;\; \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (1)$$

$t = 0$ AÆÿ$$¯þ¦³šýþ$ $i = i_0$ °º...§þ¯þ¯þ$ A¯þ$ÐþÇ..._ ¦ÜÆ>...ÌüÐþ$$ B ÑË$Ðþ¯þ$ Ìü¯þ$Vö¯þÐþ^þ$a.

$$\therefore \log_e i_0 = B \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (2)$$

B ÑË$Ðþ¯þ$ {¦³†„ü¦³¦Ü (1)ÌZ

$$\log_e i = \frac{-R}{L}.t + \log_e i_0$$

Ìý§é $$\log \frac{i}{i_0} = \frac{-R}{L}.t$$

Ìý§é $$\frac{i}{i_0} = e^{\frac{-R}{L}t}$$

Ìý§é $$i = i_0 e^{\frac{-R}{L}t} = i_0 e^{\left(\frac{-t}{T}\right)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (3)$$

CÌüPýþ $T = \dfrac{L}{R}$ ©°° ÐþËÄý$...ÌZ° {¦³ÆÿÌü™þÓ Ì>Ë ¦ÜÆ>...ÌüÐþ$$ A...sêÆÿ$. {¦³ r... (6)ÌZ ^þ*¦³¯þ Ñ§þ...V> Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý... (3) ¯þ$ V¡$Ç..._ „ü×ý¦¦Ü$...§þ° ™þË$¦Ü$...¨.

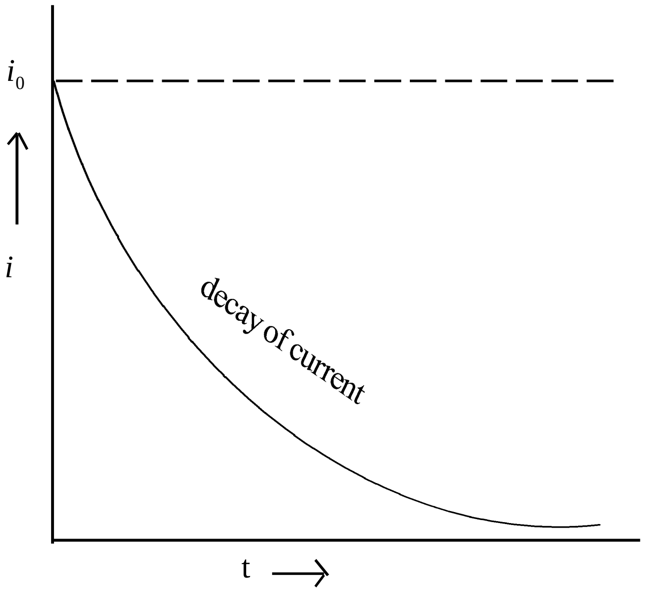


Fig. (6)

D {Mü…¨ A…ôéË¯þ$ ¨³ÇÖ Í §éÐþ$$.

(i) $t=\frac{L}{R}$ ¡ÜMü¯þË ™þÆ>Ó™þ ÐþËÄý$…ÌZ Ñ§þ$Å™þ {¨³Ðé¦ßý…

$$i=i_0e^{\frac{-R}{L}\cdot\frac{L}{R}}=i_0e^{-1}=\frac{i_0}{e}$$

$$i=\frac{i_0}{2.718}=0.37i_0 \;.................. \qquad (4)$$

A…sý $\frac{L}{R}$ ¡ÜMü¯þË ¯>Ë… Vüyþ^þ r ¨³µsýMü VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å™þ$ i_0 ÌZ 37% °Mü ™þVü$™þ$…¨. Ñ§þ$Å™þ {¨³Ðé¦ßý… „ü×ý…^þ ¦ÜÐþ$Äý$…ÌZ VüÇ¦Ù Ýë§þÅ ÑË$ÐþÌZ 37% °Mü Ñ§þ$Å™þ {¨³Ðé¦ßý… ™þVü$ r Mü$ ¨³ r $ ¯>ËÐþ$$¯þ$ ¯>Ë ¡ÜÆ>…MüÐþ$$ A…sêÆý$.

(ii) Ñ§þ$Å™þ {¨³Ðé¦ßý „ü×ý™éÆý r $

$$\frac{di}{dt}=\frac{d}{dt}\left\{i_0e^{\left(\frac{-R}{L}t\right)}\right\}$$

$$= \frac{-R}{L}.i_0 e^{\frac{-R}{L}.t} = \frac{R}{L}.i$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{-R}{L}.i$$

L ÑËÐþ¦ÜÓËµ...V> E...sý Ñ§þ$Å™þ{¦³Ðé¦ßýÆÿ r $ A¨Mü...V> E... r $...§þ° ¦³ ¦ÜÒ$MüÆÿ×ý... ¦Ü*_¦Ü$...¨. A...sý {¦³Ðé¦ßý... ÐþVü...V> „ü×ý¦Ü$...¨.

8.4 A. LCR ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ–¨l:

¦³ r ...ÌZ (7)ÌZ ^þ*¦³¯þ r $ Ñ§þ$Å°²ÆØ§þÐþ$$ R, ¦ÜÓÄý$... {¦³ÆÿMü™þÓ Vü$×ýMüÐþ$$ L ÑËÐþ Vü Ë {¦³ÆÿMüÐþ$$, C Mü´ël¦Üsý VüË Mü´ël¦Ü r ÆÿË$ {Ôý×ýÌZ MüË$¦³°yþ¯þÑ. A ¼...§þ$Ðþ# Ðþ¦³#Mü$ lÜÓ^þ S ¯þ$ Mü Í ¦³ ÐþËÄý$...ÌZ E Ñ§þ$Å^éeËMü °ËÐþ$$ VüË »êÅ r È ^þÆÿa°yþ¯þ¨.

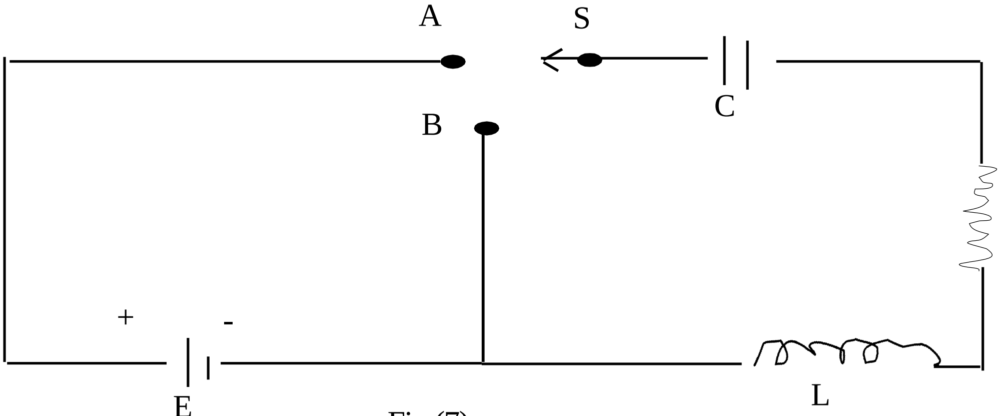


Fig.(7)

C¦³šyþ$ ÐþËÄý$... §éÓÆ> Ñ§þ$Å™þ$ {¦³ÐþlßÝ..._Mü´ël¦Ü r Æÿ BÐþÕ™þÐþ$Ðþ#™þ$...¨. H§þ¯é „ü×ý... t Ðþ§þ ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... i Ðþ$ÇÄý$$ Mü´ël¦Ü r Æÿ ¦³ËMüË¦³ ÔýMüÃ ¿ý§þÐþ$$ $\frac{q}{C}$, {¦³ÆÿMü ^þ$ r ÌZ {¦³Ç™þ Ñ§þ$Å^éeËMü °ËÐþ$$ $L\left(\frac{di}{dt}\right)$. D Æÿ...yþ$ ´÷sý°Äý$Ìý ¿ý§þÐþ$$Ë$ »êÅ r È Ñ§þ$Å^éeËMü °ËÐþ$$ E Mü ÐþÅ†ÆÿMü ¨ÔýÌZ E...sêÆÿ$$. A...§þ$^þ™þ ÐþËÄý$...ÌZ {¦³¿êÐþMü Ñ§þ$Å^éeËMü °ËÐþ$$ $\left\{L-\frac{q}{c}-L\left(\frac{di}{dt}\right)\right\}$. KÐþ$ °ÄýÐþ$Ðþ$$ {¦³M>ÆÿÐþ$$ C¨ iR Mü$ ¦ÜÐþ*¯þÐþ$$. A...sý

$$E-\frac{q}{c}-L\frac{di}{dt}=iR$$

ïï>° $i=\frac{dq}{dt}$ and $\frac{di}{dt}=\frac{d^2q}{dt^2}$

$$\therefore E-\frac{q}{c}-L\frac{d^2q}{dt^2}=R.\frac{dq}{dt}.$$

Ìý§é $L\frac{d^2q}{dt^2}+R\frac{dq}{dt}+\frac{q}{c}=E$

Ìý§é $\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{R}{L}\frac{dq}{dt}+\frac{q}{LC}=\frac{E}{L}$ .... (1)

CïüPyþ $\frac{R}{L}=2K$ Ðþ$ÇÄý$$ $\frac{1}{LC}=\varpi^2$ A° {Ðéïİ

$$\frac{d^2q}{dt^2}+2K\frac{dq}{dt}+\varpi^2q=\frac{E}{L}$$

Ìý§é $\frac{d^2q}{dt^2}+2K\frac{dq}{dt}+\varpi^2\left(q-\frac{E}{\varpi^2L}\right)=0$ .... (2)

CïüPyþ ¯þ*™þ¯þ ^þÆÿÆ>Õ x ¯þ$ {ï³ÐþÔýï³yþ§éÐþ$$.

$x=q-\frac{E}{\varpi^2L}$, then $\frac{dx}{dt}-\frac{dq}{dt}$ and $\frac{d^2x}{dt^2}=\frac{d^2q}{dt^2}$

$$\therefore \frac{d^2x}{dt^2}+2K\frac{dx}{dt}+\varpi^2x=0$$ .... (3)

AÐþïüË¯þ ïÜÒ$ïüÆÿ×ýÐþ$$ (3) Jïü Äý$™þ² ï³ÇÚëPÆÿÐþ$$

$$x=Ae^{\alpha t}$$

Aï³#yþ$ $\frac{dx}{dt}=A\alpha e^{\alpha t}$

ÑË$ÐþË¯þ$ ïÜÒ$ïüÆÿ×ýÐþ$$ (3) ÌZ {ï³†„üï³ïÜ

$$A\alpha^2e^{\alpha t}+2KA\alpha e^{\alpha t}+\varpi^2Ae^{\alpha t}=0$$

$$Ae^{\alpha t}\left[\alpha^2+2K\alpha+\varpi^2\right]=0$$

$$x = A_1 \exp\left[-K + \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right]t + A_2 \exp\left[-K - \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right]t$$

C¥üPyþ A_1 ÐþÇÄý$$ A_2 Äý*§þ–_e¥ü íÜÆ>…¥üÐþ$$Ë$. AÐþ¨ °º…§þ¯þË¯þ$ A¯þ$ÐþÇ…_ D íÜÆ>…¥>Ë ÑË$ÐþË¯þ$ ¥ü¯þ$Vö¯þÐþ^þ$a. C¦³šyþ$ q ¥ü$ ¦ÜÒ$¥üÆÿ×ê°² {¥ü…¨ Ñ§þ…V> {ÐéÄý$Ðþ^þ$a.

$$q = \frac{E}{\varpi^2 L} + x$$

$$= \frac{E}{\varpi^2 L} + \left[A_1 \exp\left\{-K + \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right\}t + A_2 \exp\left\{-K - \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right\}t\right]$$

¥>° $\frac{E}{\varpi^2 L} = \frac{ELC}{L} = EC = q_0 \left(\therefore \varpi^2 = \frac{1}{LC}\right)$

q_0 ¥ü´ëíÜ r Æÿ ¦³Ë¥üËí³ ™þ$¨ íÜÆÿ Ñ§þ$Å§éÐþôýÐþ$$

$$q = q_0 + A_1 \exp\left[-K + \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right]t + A_2 \exp\left[-K - \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right]t \quad .... \quad (5)$$

¦ÜÒ$¥üÆÿ×ýÐþ$$ (5) ¯þ$…yþ Ñ§þ$Å§éÐþôýÐþ–¨ ¦ÜÐþ$Äý$…ÌZ $t = 0$ Ðþ§þ $q = 0$

$$0 = q_0 + A_1 + A_2 \text{ OR } A_1 + A_2 = -q_0 \quad .... (6)$$

¦ÜÒ$¥üÆÿ×ýÐþ$$ (5) ¯þ$ t §þ–ÚëüÅ AÐþ¥üË¯þÐþ$$ ^þíÜ, Ðþ$¯þ¥ü$

$$\frac{dq}{dt} = i = +A_1\left[-K + \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right]\exp\left[-K + \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right]t \; +$$

$$A_2\left[-K - \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right]\exp\left[-K - \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right]t$$

¥>° $i = 0$ AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$ t = 0

$$\therefore O = A_1\left[-K + \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right] + A_2\left[-K - \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right]$$

Ìý§é $O = -K\left(A_1 + A_2\right) + \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\left(A_1 + A_2\right)$

$$O = -K\left(-q_0\right) + \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\left(A_1 - A_2\right)$$

$$\therefore A_1 - A_2 = \frac{-Kq_0}{\sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}} \qquad (7)$$

¡ÜÒ$ÌÏüÆÿ×ýÐþ$$ (6) Ðþ$ÇÄý$$ (7) Ë¯þ$ Ýë¨...^þV> A_1 Ðþ$ÇÄý$$ A_2 ÑË$ÐþË$

$$\therefore A_1 = \frac{-q_0}{2}\left[1 + \frac{K}{\sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}}\right]$$

Ðþ$ÇÄý$$

$$A_2 = \frac{-q_0}{2}\left[1 - \frac{K}{\sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}}\right]$$

A_1 Ðþ$ÇÄý$$ A_2 ÑË$ÐþË¯þ$ ¡ÜÒ$ÌÏüÆÿ×ý... (5) ÌZ {¡³†„üí³...^þV>

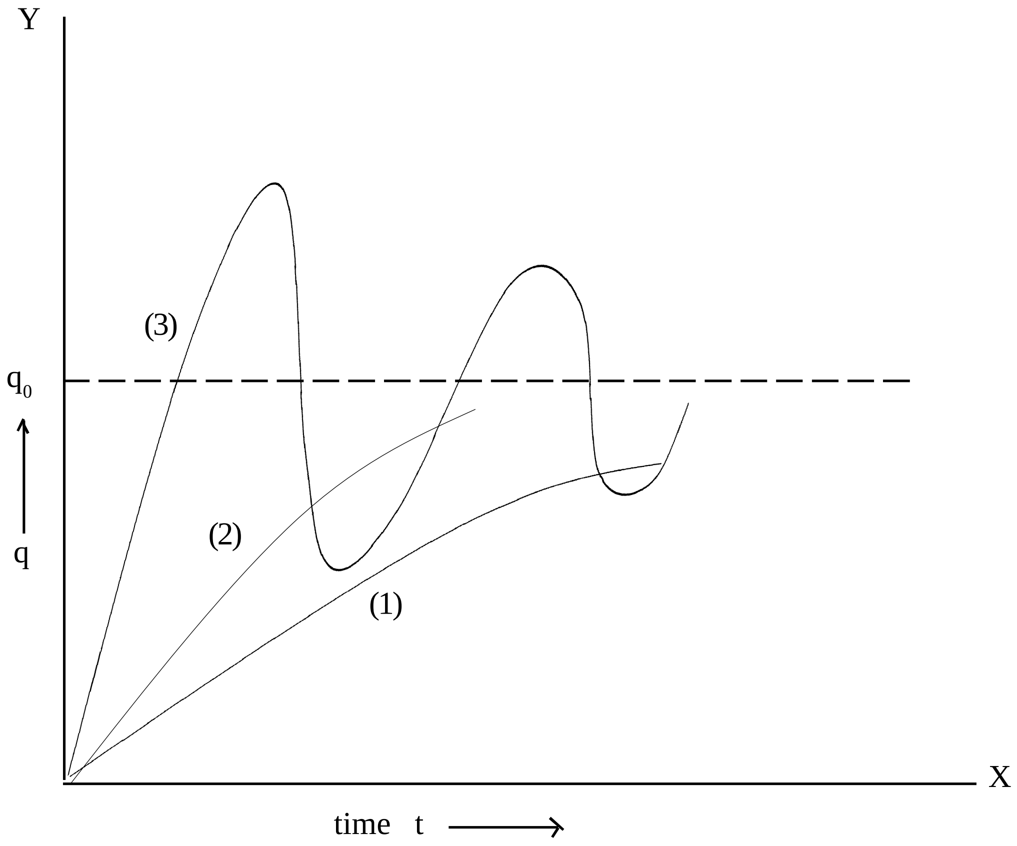
$$q = q_0 - \frac{q_0}{2}\left[1 + \frac{K}{\sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}}\right]\exp\left[-K - \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right]t$$

$$- \frac{q_0}{2}\left[1 - \frac{K}{\sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}}\right]\exp\left[-K - \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\right]t \qquad (8)$$

D {ÌÏü...¨ Ðþ$ * yþ$ ¡Ü...§þÆ>ÂË$ Ðþ$¯þ... ¡ ¡Ü$ÌÏü$...§éÐþ$$.

(i) $K^2 > \varpi^2$ Ìý§é $\frac{R^2}{4L^2} > \frac{1}{LC}$ AÆÿ$$¯þ¡³#yþ$ $\left[\therefore \frac{R}{L} = 2K\right]$

D ¡Ü...§þÆÿÂ...ÌZ ¡ÜÒ$ÌÏüÆÿ×ýÐþ$$ (8) ÌZ° Æÿ...yþ$ GÌÏüÞüµ¯þ°Äý$Ìý ¡³§þÐþ$$Ë$ Äý$$§éÆÿÐþ$$. CR ÐþËÄý$...ÌZ Ðþ * ¨ÇV>¯þ q ÑË$Ðþ ¡³ r ... (8)ÌZ ^þ * í³¯þ r $ GÌÏüÞüµ¯þ°Äý$ÌýV> í³Æÿ$Vü$™þ$...¨.



¦³ r… (8)

(ii) $K^2 = \varpi^2$ Ìý§é $\dfrac{R^2}{4L^2} = \dfrac{1}{LC}$ AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$, D ¦Ü…§þÆ>Â°² ¦Ü…¨Vü AÐþÆÿ$$§þÐþ$$ A…sêÆÿ$. ¦³ r… (8)ÌZ ^þ*¦³¯þ r $ A™þÅËµ M>Ë…ÌZ Ñ§þ$Å§éÐþôý… VüÇ¦Ù ÑË$ÐþMü$ ¡³Æÿ$Vü$™þ$…¨.

(iii) $K^2 < \varpi^2$ A¯þV> $\dfrac{R^2}{4L^2} < \dfrac{1}{LC}$ AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$ D ¦Ü…§þÆÿÂ…ÌZ $\sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}$ JMü F à Æ>Õ.

$\sqrt{(-1)}\sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)} = i\beta$ A¯þ$Mü$…§éÐþ$$. A¦³#yþ$

$$q = q_0 + A_1 \exp\left[-K + i\beta\right]t + A_2 \exp\left[-K - i\beta\right]t$$

$$= q_0 + \exp(-Kt)\left[A_1 \exp(i\beta)t + A_2 \exp(-i\beta)t\right]$$

Ìý§é $$q = q_0 + e^{-Kt}\left[A_1 e^{i\beta t} + A_2 e^{-i\beta t}\right]$$

$$= q_0 + e^{-Kt}\left[A_1(\cos\omega t + i\sin\omega t) + A_2(\cos\omega t - i\sin\omega t)\right]$$

$$= q_0 + e^{-Kt}[(A_1 + A_2)\cos\omega t + i(A_1 - A_2)\sin\omega t]$$

$$= q_0 + e^{-Kt}\left[-q_0\cos\omega t + i\left(\frac{-Kq_0}{\lambda\beta}\right)\sin\omega t\right]$$

$[\because A_1 + A_2 = -q_0$ and $A_1 - A_2 = \dfrac{-Kq_o}{i\beta}]$

$$q = q_0 - \frac{q_0 e^{-Kt}}{\beta}[\beta\cos\omega t + K\sin\omega t]$$

$\beta = K\sin\alpha$ Ðþ$ÇÄý$$ $K = K\cos\alpha$ A¦³#yþ$

$$q = q_0 - \frac{q_0 e^{-Kt}}{\beta}[K\sin\alpha\cos\omega t + K\cos\alpha\sin\omega t]$$

Ìý§é $$q = q_0 - \frac{Kq_0}{\sqrt{(\omega^2 - K^2)}}\sin(\omega t + \alpha) \quad \text{.................} \quad (9)$$

Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ$$ yøÌêÄý$ Ðþ * ¯þ §þÆ>Ã°² {¦³§þÇø¦Ü$...§þ° D ¦ÜÒ$ïÌüÆÿ×ý... ¦Ü * _¦Ü$... ¨. ¦³ r ...ÌZ 8 ÌZ¯þ D §þÆÿÃ... ^þ * ¦³ºyþ¯þ¨. yøË¯éÐþÆÿ¯þ ïÌ>ËÐþ$$

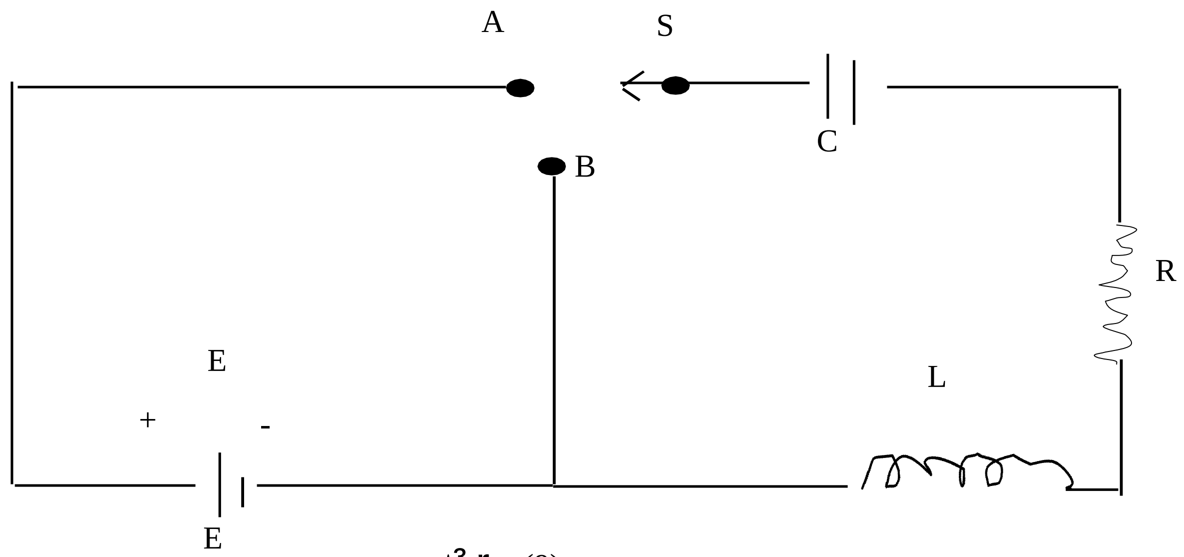
$$T = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{2\pi}{\sqrt{(\omega^2 - K^2)}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\left(\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}\right)}} \quad \text{......................} \quad (11)$$

BÐþÆÿ¯þ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\left(\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}\right)} \quad \text{.................} \quad (11)$$

4. B. LCR ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å§éÐþÔý „ü×ý™þ:

C ïÌü´ ëÜsý¯þÞ VüË ïÌü´ ëÜ r Æÿ, R Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$, L {¦³ÆÿïÌü™þÓÐþ$$ VüË {¦³ÆÿïÌü™þÓ ¡ Vü ^þ$ r ¦³ r ...ÌZ ^þ * ¦³¯þ r $ {Ôý×ýÌZ ïÌüË$¦³ºyþ¯þ¨ V>¯þ$ïÌü$...§éÐþ$$.



¦³ r ....(9)

E Ñ§þ$Å^éeËÌü ºË… VüË ¦œ$ r Ðþ$$. "Ðþ*Æÿ Ìü" ™ø Ìü*yþ¯þ ¡ÜÓ^þ S. ¡ÜÓ^þ S ¯þ$ Ðþ$$…§þ$V> A ¼…§þ$Ðþ#Ìü$ Ìü Í ¡³™þ Ìü´ ë¡Ü r Æÿ BÐþÕ™þÐþ$Ðþ#™þ$…¨. A¨ ´÷…§þ Ñ§þ$Å§éÐþôýÐþ$$ q_0 A¯þ$Ìü$…§é…. C¦³#yþ$ ¡ÜÓ^þ° B Ìü Ìü Í ¡³™þ L Ðþ$ÇÄý$$ R §éÓÆ> Ñ§þ$Å§þ$™þµÆÿÐþ$$ f ÇW Ìü´ ë¡Ü r Æÿ ¡³ Ñ§þ$Å§éÐþôýÐþ$$ „ü×ý¦Ü$…¨. A…§þ$^þ™þ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… Ìü*yé {ÌüÐþ$…V> „ü×ý¦Ü$…¨. Ñ§þ$Å§éÐþôý… ™þVü ¦ÜÐþ$Äý$…ÌZ H§þ¯é „ü×ý… t Ðþ§þ Ìü´ ë¡Ü r Æÿ ¦³ËÌüË¡³ Ñ§þ$Å§éÐþôý… q ÐþËÄý$…ÌZ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… i. ÐþËÄý$…ÌZ° ÑÑ§þ ¿êV>Ë Ðþ§þ Ñ§þ$Å^éeËÌü ºËÐþ$$ D {Ìü…¨ Ñ§þ…V> E… r $…¨.

(i) Ìü…yþ¯þÞÆý$ ¦³ËÌüË Ðþ$$§þÅ ´÷sý°Äý$Ìý ¿ý§þ…, $\dfrac{q}{c}$

(ii) Ñ§þ$Å°²Æø§þ¦³# Ìö¯þË Ðþ$$§þÅ, $Ri = R\dfrac{dq}{dt}$

(iii) {¦³ÆÿÌü™þÓ ¡ Vü ^þ$ r Ìö¯þË Ðþ$$§þÅ, $L\dfrac{di}{dt} = L\dfrac{d^2q}{dt^2}$

ÐþËÄý$…ÌZ »ê¦ßýÅÑ§þ$Å^éeËÌü ºËÐþ$$ Ìý§þ$ Ì>ºsý

$$L\frac{d^2q}{dt^2} + R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{c} = 0$$

$$\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{R}{L}\frac{dq}{dt}+\frac{q}{LC}=0$$

$\frac{R}{L}=2K$ Ðþ$ÇÄý$$ $\frac{1}{LC}=\omega^2$ A° ¡¦Ü$ÌÌö...§éÐþ$$. A¦³#ýþ$

$$\frac{d^2q}{dt^2}+2K\frac{dq}{dt}+\omega^2q=0 \text{ .... (1)}$$

¦ÜÒ$ÌÌüÆÿ×ýÐþ$$ (1) ÌZ ì³ ÑË$ÐþË¯þ$ {¡³†„üì³ìÜ A¦³#ýþ$

$$A\alpha^2e^{\alpha t}+2KA\alpha e^{\alpha t}+\omega^2Ae^{\alpha t}=0$$

$$Ae^{\alpha t}\left[\alpha^2+2K\alpha+\omega^2\right]=0$$

ÌÌ>° $Ae^{\alpha t}\neq 0$, $\therefore \alpha^2+2K\alpha+\omega^2=0$

A...§þ$ÐþË¯þ ¦ÜÒ$ÌÌüÆÿ×ýÐþ$$ (1) Äý$$ÌÌüP Ýë§éÆÿ×ý ¡³ÇÚëPÆÿÐþ$$

$$q=A_1\exp\left[-K+\sqrt{\left(K^2-\varpi^2\right)}\right]t+A_2\exp\left[-K-\sqrt{\left(K^2-\varpi^2\right)}\right]t \text{ .... (2)}$$

A_1 Ðþ$ÇÄý$$ A_2 Ë$ Äý*§þ-_eÌÌü ìÜÆ>...ÌÌüÐþ$$Ë$. $t=0$ AÆÿ$$¯þ¦³#ýþ$ $q=q_0$ A¯þ$ AÐþ¨ °º...§þ¯þ¯þ$ A¯þ$ÐþÇ..._ ìÜÆ>...ÌÌ>Ë ÑË$ÐþË¯þ$ ÌÌü¯þ$Vö¯þÐþ^þ$a.

$$q=A_1+A_2 \text{ .... (3)}$$

¦ÜÒ$ÌÌüÆÿ×ýÐþ$$ (2) ¯þ$ AÐþÌÌüË¯þÐþ$$ ^þÄý$V>, Ðþ$¯þÌÌü$

$$i=\frac{dq}{dt}=A_1\left[-K+\sqrt{\left(K^2-\varpi^2\right)}\right]\exp\left[-K+\sqrt{\left(K^2-\varpi^2\right)}\right]t+$$

$$A_2\left[-K-\sqrt{\left(K^2-\varpi^2\right)}\right]\exp\left[-K-\sqrt{\left(K^2-\varpi^2\right)}\right]t$$

$t=0$ ¦ÜÐþ$Äý$... Ðþ§þ $i=0$ A¯þ$ AÐþ¨ °º...§þ¯þ¯þ$ ÐþÇ...¦³gýìÜ, Ðþ$¯þ... {ÌÌü...¨ Ñ§þ...V> {ÐéÄý$Ðþ^þ$a.

$$O=A_1\left[-K+\sqrt{\left(K^2-\varpi^2\right)}\right]+A_2\left[-K-\sqrt{\left(K^2-\varpi^2\right)}\right]$$

$$=-K+(A_1+A_2)+\sqrt{\left(K^2-\varpi^2\right)}+(A_1-A_2)$$

$$= -Kq_0 + \sqrt{\left(K^2 - \varpi^2\right)}\left[A_1 - A_2\right] \qquad (\because q_0 = A_1 + A_2)$$

$$\because (A_1 - A_2) = \frac{Kq_0}{\sqrt{(K^2 - \omega^2)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

¦ÜÒ$ÏüÆÿ×ýÐþ$$ (3) Ðþ$ÇÄý$$ (4) Ë¯þ$ Ýë¨…^þV>

$$A_1 = \frac{q_0}{2}\left[1 + \frac{K}{\sqrt{(K^2 - \omega^2)}}\right]$$

$$A_2 = \frac{q_0}{2}\left[1 - \frac{K}{\sqrt{(K^2 - \omega^2)}}\right]$$

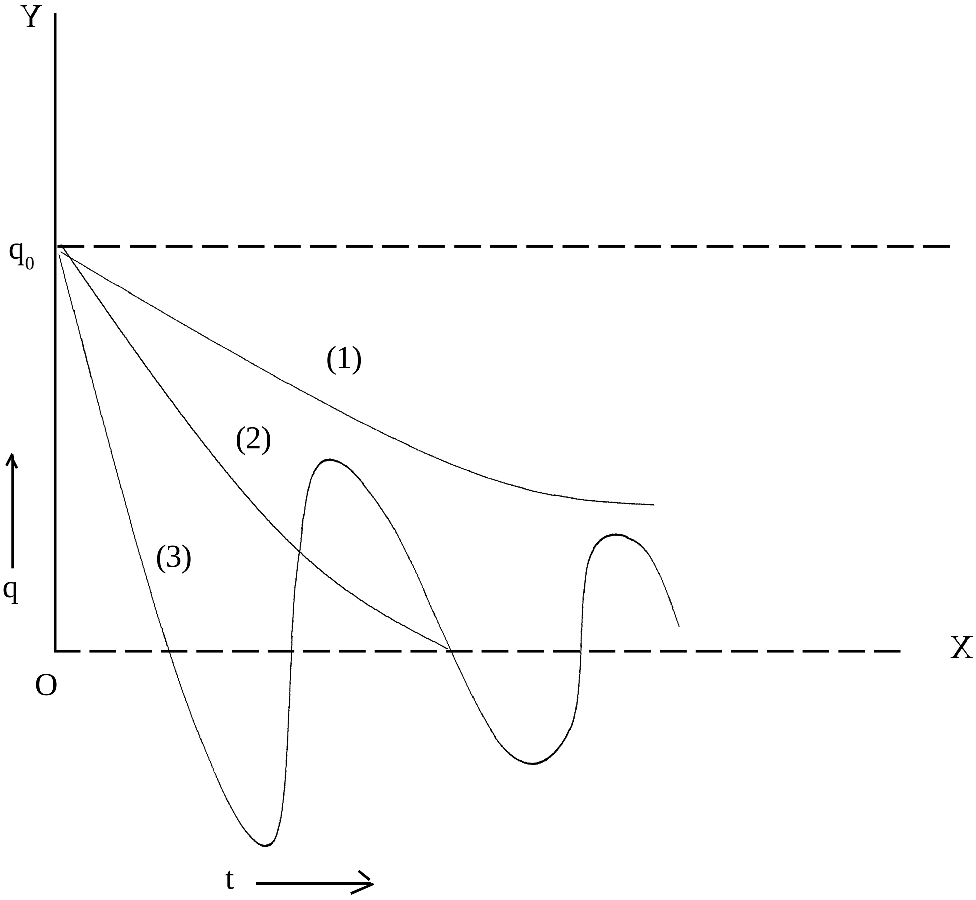
D ÑË$ÐþË¯þ$ ¦ÜÒ$ÏüÆÿ×ý… (2)ÌZ {¦³†„üí³…^þV>

$$q = \frac{q_0}{2}\left[1 + \frac{K}{\sqrt{(K^2 - \omega^2)}}\right]\exp\left[-K + \sqrt{(K^2 - \omega^2)}\right]t$$

$$+ \frac{q_0}{2}\left[1 - \frac{K}{\sqrt{(K^2 - \omega^2)}}\right]\exp\left[-K - \sqrt{(K^2 - \omega^2)}\right]t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Ñ§þ$Å§éÐþÔý „ü×ý™é ¦ÜÐþ$Äý$…ÌZ H§þ¯é „ü×ý… t Ðþ§þ Ïü…yþ¯þÞÆÿ$Ï³ Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ$$ ÑË$ÐþË¯þ$ ¦ÜÒ$ÏüÆÿ×ýÐþ$$ (5) ¦Ü*_¦Ü$…¨.

(i) $K^2 > \omega^2$ AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$ D ¦Ü…§þÆÿÂ…ÌZ $\sqrt{(K^2 - \omega^2)}$ Äý$$§éÆÿÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ §þ¯é™þÂÏüÐþ$$ A…sý $t \to \infty$ AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$ GÏøÞ¯þ°Äý$Ìý ¦³§éÆÿÐþ$$Ë$ Ôý*¯þÅÐþ$$¯þ$ ¦ÜÒ$¦ÙÝëÆÿ$$. A¯þV> q Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ$$ GÏöÞüµ¯þ°Äý$ÌýV> ™þVü$™þ$…¨. ©°° “A¨Ïü AÐþÆÿ$$§þÐþ$$”, Ìý§é “Ðþ–™þ¦Üµ…§þ¯þ” ¦Ü…§þÆÿÂÐþ$$ A…sêÆÿ$. ¦³ r… ÌZ 1Ðþ Ðþ{ÏüÐþ$$ ¦Ü*_¦Ü$…¨. (10).



¦³ r 10

(ii) $K^2 = \omega^2$ ©° ° AÐþÆÿ$§þÐþ$$ A…sêÆÿ$. A™þÅËµ ‰>ËÐþ$$ÌZ G‰öÞüµ¯þ°Äý$Ìý‰> Ñ§þ$Å§éÐþÔý ÑË$Ðþ Ôý*¯þÅÐþ$$¯þ‰ü$ ™þVü$™þ$…¨. ¦³ r … (10) ÌZ Ðþ{‰üÐþ$$ (2) ©° ° ¦Ü*_¦Ü$…¨.

(iii) $K^2 < \omega^2$ AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$ D ¦Ü…§þÆÿÂ…ÌZ $\sqrt{(K^2-\omega^2)}$ ÑË$Ðþ F à™þÅ‰üÐþ$$ Ìý§é AÐé¦ÜÐþÐþ$$. A¯þ$‰ü*Ë™þ ‰öÆÿ‰ü$ $\sqrt{(K^2-\omega^2)} = i\sqrt{(\omega^2-K^2)} = i\beta$ A¯þ$‰ü$…§é…. C‰üPyþ $\beta = \sqrt{(\omega^2-K^2)}$. C¦³#yþ$ ¦ÜÒ$‰üÆÿ×ýÐþ$$ (5)¯þ$ {‰ü…¨ Ñ§þ…‰> {ÐéÄý$Ðþ^þ$a.

$$q = \frac{q_0}{2}\left(1+\frac{K}{i\beta}\right)\exp\left[-K+i\beta\right]t + \frac{q_0}{2}\left(1-\frac{K}{i\beta}\right)\exp\left[-K-i\beta\right]t$$

$$= \frac{q_0}{2}e^{-Kt}\left[\left(1+\frac{K}{i\beta}\right)e^{i\beta t} + \left(1-\frac{K}{i\beta}\right)e^{-i\beta t}\right]$$

$$= q_0 e^{-Kt}\left[\left(\frac{e^{i\beta t}+e^{-i\beta t}}{2}\right)+\frac{K}{\beta}\left(\frac{e^{i\beta t}-e^{-i\beta t}}{2i}\right)\right]$$

$$= q_0 e^{-Kt}\left[\cos\beta t+\frac{K}{\beta}\sin\beta t\right]$$

$$= \frac{q_0}{\beta}e^{-Kt}\left[\beta\cos\beta t+K\sin\beta t\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

C¦³#yþ$ $K = K\sin\alpha$ Ðþ$ÇÄý$$ $\beta = K\sin\alpha$ A° {ÐéÌÜ

$K^2 = \beta^2 + K^2 = \left(\omega^2 - K^2 + K^2\right) = \omega^2$, i.e. $K = \omega$ Ðþ$ÇÄý$$

$$\tan\alpha = \frac{\beta}{K} = \frac{\sqrt{\omega^2 - K^2}}{K}$$

D ÑË$ÐþË¯þ$ ¦ÜÒ$ÑüÆÿ×ýÐþ$$ (6) ÌZ {¦³†„üÌ³ÌÜ

$$q = \frac{q_0}{\beta}e^{-Kt}\left[K\sin\alpha\cos\beta t+\cos\alpha\sin\beta t\right]$$

$$= \frac{q_0}{\beta}e^{-Kt}\left[K\sin(\beta t+\alpha)\right]$$

$$q = q_0' e^{-Kt}\left[K\sin(\beta t+\alpha)\right]$$

CÑüPyþ $q_0' = \dfrac{q_0\omega}{\beta}$.

D ¦ÜÒ$ÑüÆÿ×ý... ¦ÜÆÿâý ¦ßýÆ>™þÂÑü ^þË¯þÐþ$$¯þ$ ¦Ü*_¦Ü$...¨. Ñü...¦³¯þ ¦³ÇÑ$† $q_0' e^{-Kt}$. ©° ÑË$Ðþ Ñ>Ë... Vüyþ^þ Ñö© {ÑüÐþ$...V> ™þVü$™þ$...¨. A¯þV> Ñü...yþ¯þÞÆÿ$Ì³ Ñ§þ$Å§éÐþÔý... yøÌêÄý$Ðþ*¯þ ¦Ü†° Ñü Í E... r$...¨. Ñ>Ë...™ø »êr$ Ñü...¦³¯þ ¦³ÇÑ$† GÑøÞüµ¯þ°Äý$ÌýV>¯þ$ yøÌêÄý$Ðþ*¯þ...V>¯þ$ ™þVü$™þ$...¨. (3) Ðþ{ÑüÐþ$$ ¦³ r... (10)ÌZ D Ñ¦ÜÄý*°² ^þº$™þ$...¨.

BÐþÆÿ¯þ Ñ>ËÐþ$$ $T = \dfrac{2\pi}{i\beta} = \dfrac{2\pi}{\sqrt{\left(\varpi^2 - K^2\right)}} = \dfrac{2\pi}{\sqrt{\left(\dfrac{1}{LC} - \dfrac{R^2}{4L^2}\right)}}$

Ñ§þ$Å§þ$™þµÆÿ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$

$$T = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\left(\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}\right)}$$

CÌÌüPyþ R ÑË$Ðþ ¦ÜÓËµ...V> E...sý $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}$.

8.5 Ýë¨ ..._¯þ ¦ÜÐþ$¦ÜÅË$@

1. JÌÌü ÐþËÄý$...ÌZ 10 Ohm's Ë Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ 50 H Ë ¦ÜÓÄý$... {¡³ÆÿÌÌü™þÓÐþ$$ VüË ¡ Vü^þ$ r 2V Ñ.^é.º VüË »êÅ r ÈVüË ÌÌö¯þË Ðþ$$§þÅ ÌÌüË$¦³ºyéÆÿ$$. ÐþËÄý$... Äý$$ÌÌüP ÌÌ>Ë¦ÜÆ>...ÌÌüÐþ$$¯þ$, f °..._¯þ VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¦ßýÐþ$$¯þ$ ÌÌü¯þ$ÌÌöP...yþ.

Ýë§þ¯þ@

¦ÜÓÄý$... {¡³ÆÿÌÌü™þÓÐþ$$ L = 50 H, Ñ§þ$Å°Æø§þ... R = 10Ω »êÅ r È Ñ.^é.º e = 2V.

C...yþÌÌüÐþ ÌÌ>Ë¦ÜÆ>...ÌÌüÐþ$$ $T = \frac{1}{R} = \frac{50}{10} = 5\sec$

VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¦ßý... $i_0 = \frac{E}{R} = \frac{2}{10} = 0.2amp$

2. 50 H Ë {¡³ÆÿÌÌü™þÓÐþ$$ VüË Ýù Í¯éÆÿ$$yþ & 30 Ohm Ë Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ JÌÌü »êÅ r ÈÌÌü ÌÌüË$¦³ºyþ¯þ¨. ¡Ü†ÌÌü Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¦ßý...ÌZ ¦ÜVü... ÑË$ÐþÌÌü$ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé à °ÌÌü G...™þ ÌÌ>Ë... ¦³yþ$™þ$...¨?

Ýë§þ¯þ@

C...yþÌÌü¯þÞ L = 50 H

Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ R = 30Ω

Ñ§þ$Å™þ... {¡³Ðé¦ßý... $i = \frac{i_0}{2}$

LR ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å™þ Ðþ-¨ÌÌü ¦ÜÒ$ÌÌüÆÿ×ýÐþ$$ $i = i_0\left(1 - e^{\frac{-Rt}{L}}\right)$

$$\therefore \frac{i_0}{2} = i_0\left(1 - e^{\frac{-30}{50}t}\right)$$

$$0.5 = \left(1 - e^{-0.6t}\right)$$

$$e^{-0.6t} = 0.5 = \frac{1}{2}$$

$$0.6t = \log_e 2 = 0.69$$

$$\therefore t = \frac{0.69}{0.6} = 1.15\sec$$

(3) ¦Ü…¦³NÆÿ BÐþÕ™þ Ìü´ëlÜ r Æÿ Äý$$ÌüP Ìü´ëlÜsý¯þÞ $2\mu F$. C¨ A¨Ìü °Æø§þ… §éÓÆ> Ë¦œ$$ ¦Ü…§é¯þ… ^þÄý$°yþ¯þ¨. JÌü °Ðþ$$¦ÙÌ>Ë…ÌZ Ñ§þ$Å§éÐþ… ¦ÜV>°Ìü ™þVü$¯þ r $ E™þµÆÿ… f Æÿ$Vü$™þ$¯þ²¨. ÐþËÄý$…ÌZ° Ñ§þ$Å°²Æø§þ… ÑËÐþ¯þ$ Vü$×ý…^þ…yþ.

Ýë§þ¯þ@

Ìü´ëlÜsý¯þÞ $C = 2\mu F = 2\times10^{-6}F$

Ñ§þ$Å™þ °Æø§þÐþ$$ $R\Omega$ A¯þ$Ìö…§é…

Ì>ËÐþ$$ t = 1 minute = 60 Sec

60 ÌÜÌü¯þË ™þÆ>Ó™þ Q = $\frac{Q_0}{2}$

Ìü´ëlÜ r Æÿ Äý$$ÌüP E™þÞÆÿÐþ$$¯þÌü$ ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ýÐþ$$ $Q = Q_0 e^{\frac{-t}{RC}}$

$$\frac{Q_0}{2} = Q_0 e^{\frac{-t}{RC}}$$

Ìý§é $\frac{1}{2} = e^{\frac{-t}{RC}}$

i.e. $e^{\frac{-t}{RC}} = 2\cdot$

$$\frac{-t}{RC} = \log_e 2 = 0.693$$

$t = 60\sec$ AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$ $c = 2\times10^{-6}F$

$$R = \frac{t}{0.693C} = \frac{60}{0.693\times2\times10^{-6}} = 43\times10^{6}\,ohms$$

4. $1\mu F$ Mü´ ëÌÜsý¯þÞ VüË Mü´ ëÌÜ r Æý Ðþ$$§þ r ¨³NÇV> BÐþÕ™þ… ^þÄý$°yþ B ™þÆ>Ó™þ 1 meg Ohm Ñ§þ$Å°²Æø§ … §éÓÆ> E™þÆý… ^þÄý$°yþ¯þ¨. Ðþ$*Ë ÑË$ÐþÌZ 37%¯þMü$ Mü´ ëÌÜ r Æý¡³ VüË Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ$$¯þMü$ ™þVü$ r Mü$ ¨³ r $M>ËÐþ$$¯þ$ Mü¯þ$MøP…yþ.

Ýë§þ¯þ@

Mü´ ëÌÜsý¯þÞ $C = 1\mu F = 10^{-6} F$

Ñ§þ$Å°²Æø§þ… R = 1 meg Ohm = $10^6\Omega$

™þ$¨ Ñ§þ$Å§éÐþÔý… $Q = Q_0 \times \frac{37}{100}$

Mü´ ëÌÜ r Æý Ñ§þ$Å™þ E™þÞÆýÐþ$$¯þMü$ ¨ÜÒ$MüÆý×ýÐþ$$

$$Q = Q_0 e^{\frac{-t}{RC}}$$ A…§þ$ÐþË¯þ

$$Q \times \frac{37}{100} = Q_0 e^{\frac{-t}{RC}}$$

$$\therefore e^{\frac{t}{RC}} = \frac{100}{37}$$

$$\frac{t}{RC} = \log_e\left(\frac{100}{37}\right) = \log_e(e) = 1$$

$$RC = 10^6 \times 10^{-6} = 1$$

$$\therefore t = 1\text{sec}$$

5. $0.5\mu F$ Mü´ ëÌÜsý¯þÞ VüË Mü…yþ¯þÞÆý$ 10M Ohm Ñ§þ$Å°²Æø§þ… §éÓÆ> E™þÞÆýÐþ$Äý$Å r r $ ^þÄý$°yþ¯þ¨. ÐþËÄý$… Äý$$MüP Mü´ ëÌÜsýÐþ M>Ë ÌÜÆ>…MüÐþ$$ ÑË$Ðþ¯þ$ Vü×ý…^þ…yþ.

Ýë§þ¯þ@

Mü´ ëÌÜsý¯þÞ $C = 0.5\mu F = 0.5 \times 10^{-6} F$

Ñ§þ$Å°²Æø§þ… $R = 10 Mohm = 10 \times 10^6 \Omega$

Mü´ ëÌÜsýÐþ M>Ë ÌÜÆ>…Mü… $T = RC = 10 \times 10^{-6} \times 0.5 \times 10^{-6}$

= 5 Sec.

6. $10\mu F$ Ìü´ëÜ r¯þÞ VüË Ìü…yþ¯þÞÆý$ 50V ´÷sý°°Äý$Ìý Ìü$ BÐþÕ™þ… ^þÄý$°yþ¯þ¨. B ™þÆ>Ó™þ A¨ E¦³„ü…^þ§þW¯þ…™þ ¦ÜÓËµ Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ ÐþÇÄý$$ 10 MH {¦³ÆýÌü™þÓ… VüË ¡Vü ^þ$r §éÓÆ> E™þÞÆý… ^þ…¨¯þ¨. Ñ§þ$Å§éÐþÔý… Äý$$ÌüP Ìü…¦³¯þ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$¯þ$ ÐþÇÄý$$ ¦œÍ ™þ Ñ§þ$Å™þ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý Ìü…¦³¯þÐþ$$Ë VüÇ¦Ù Ìü…¦³¯þ ¦³ÇÑ$†° Ìü¯þ$ÌøP…yþ.

Ýë§þ¯þ@

Ìü´ëÜsý¯þÞ $C = 10\mu F = 10\times10^{-6} F = 10^{-5} F$

´÷sý°Äý$Ìý V = 50 V

C…yþÌü¯þÞ L = 10mH = 10^{-2} H

$\therefore$ VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ$$ $Q_0 = CV = 10^{-5}\times 50 = = 5\times10^{-4} F$ coul.

Ìü…¦³¯þ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$ $$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\times3.14\times\sqrt{10^{-2}\times10^{-5}}}$$

= 1592 Hz

¦œÍ ™þ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý Ìü…¦³¯þÐþ$$Ë ÕQÆý Ìü…¦³¯þ ¦³ÇÑ$†

$$I_0 = \frac{Q_0}{\sqrt{LC}} = \frac{CV}{\sqrt{LC}} = \frac{5\times10^{-4}}{\sqrt{10^{-2}\times10^{-5}}}$$

= 0.5 Coul/Sec

= 0.5 amp

7. $10\mu F$ Ìü´ëÜsý¯þÞ VüË Ìü´ëÜ rÆý 50V ËÌü$ BÐþÕ™þ… ^þÄý$°yþ ™þÆ>Ó™þ $0.1 M\Omega$ °Æø§þ… §éÓÆ> E™þÞÆý… ^þÄý$°yþ¯þ¨. ™ö Í ÑËÐþÌZ 50% ¯þÌü$ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… ™þVü$ r Ìü$ ¦³ r $ Ì>ËÐþ$$¯þ$ Ìü¯þ$Vö¯þ$Ðþ$$.

Ýë§þ¯þ@

VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… = I_0

™þ„üxý Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… $I_0 = 50\%, I_0 = \frac{I_0}{2} = 0.5 I_0$

Ì>° $$I = I_0\left[1 - e^{\frac{-t}{CR}}\right]$$

$$0.5 I_0 = I_0\left[1 - e^{\frac{-t}{CR}}\right]$$

$C = 10\mu F = 10 \times 10^{-6} F; R = 0.1 M\Omega = 0.1 \times 10^{6} \Omega$ Ðþ$ÇÄý$$

$$CR = (10 \times 10^{-6}) \times (0.1 \times 10^{6}) = 10 \times 0.1 = 1$$

$$\therefore 0.5 = 1 - e^{-t}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-t}$$

$$t = \log_e 2$$

$$t = 2.303 \times \log_{10} 2$$

= 0.6931 Sec.

8. JMü Mü...¡³¯þ ÐþËÄý$...ÌZ L = 0.2H, $C = 0.00128\mu F$. Mü...¡³¯þÐþ$$Ë$ BÆÿ...¿ýÐþ$Vü$ r Mü$ AÐþ¦ÜÆÿÐþ$Vü$ VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$¯þ$ Mü¯þ$Vö¯þ$Ðþ$$.

Ýë§þ¯þ@

E™þÞÆÿÐþ$$ Mü...¡³¯é™þÅMüÐþ$$V> E...sý

$$\frac{R^2}{4L^2} < \frac{1}{LC}$$

VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ R A¯þ$Mü$...sý Mü...¡³¯þÐþ$$Ë$ BÆÿ...¿ýÐþ$Vü$ r Mü$ °º...§þ¯þ

$$\frac{R^2}{4L^2} = \frac{1}{LC} \text{ Ìý§é } R = \sqrt[2]{\frac{L}{C}}$$

$$R = \sqrt[2]{\frac{0.2}{0.00128 \times 10^{-6}}}$$

$$= 2.5 \times 10^{4} \, ohm$$

9. 2Ðø Ñ.^é.º VüË »êÅ r È Mö¯þËMü$ 10 KÐþ$Ë Ñ§þ$Å°²Æø§þ... §éÓÆ> 50H ¡ßý{± ¦ÜÓÄý$... {¡³ÆÿMü™þÓÐþ$$ VüË ¡ Vü ^þ$ r MüË$¦³ºyþ¯þ¨. ÐþËÄý$... Äý$$MüP ⅡI>Ë ¡ÜÆ>...MüÐþ$$¯þ$ ÐþËÄý$... ÐþÅÐþ¦Ü†Ðþ$Äý$Å VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¦ßýÐþ$$¯þ$ Mü¯þ$MøP...yþ.

Ýë§þ¯þ@

ⅡI>Ë ¡ÜÆ>...MüÐþ$$ T = $\frac{L}{R} = \frac{50H}{10\Omega} = 5 \sec$

VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... $=\frac{E}{R}=\frac{2}{10}=0.2amp$

8.6 ¯þÆý$aÌü$¯þ² Ñ¦ÙÄý$Ðþ$$Ë$:

CR ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å§éÐþÓý... Äý$$ÌüP Ðþ-¨ Ðþ$ÇÄý$$ „üÄý$Ðþ$$Ë$ ^þÇa...^þºyþ¯þÑ.

LR ÐþËÄý$Ðþ$$ÌZ Ìü*yé Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý Ðþ-¨ Ðþ$ÇÄý$$ „ü×ý™þË$ ^þÇa...ºyéÆý$$.

LCR ÐþËÄý$... ¦³° ^þÄý$$ Ñ§þÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ ¦Ü...¨Vü AÐþÆý$$§þÐþ$$Ë$ ÑÐþÇ...^þºyþ¯þÑ.

8.7 {¦³§é¯þÅ™é ¦³§þÐþ$$Ë$:

ÐþÅ†Æý̈ü Ìý§é †Æø Ñ.^é.º, ¦ÜÇ¦ßý§þ$ °º...§þ¯þ, Ì>Ë ¦ÜÆ>...ÌüÐþ$$, bþ¨™þ ÐþËÄý$Ðþ$$, ¦œ*™þ{Óý×ý ¦³Æý$Vü$§þË Ðþ$ÇÄý$$ ™þVü$§þË, ¦Ü...¨Vü AÐþÆý$$§þÐþ$$.

8.8 ¦ÜÓÄý$... ¦ÜÒ$„> {¦³Óý²Ë$:

(A) Ýë...QÅÌü ¦ÜÐþ$¦ÜÅË$:

1. JÌü ¡Vü ^þ$r Äý$$ÌüP Ì>Ë ¦ÜÆ>...ÌüÐþ$$ 2.5 Ñ$Î ¦ÜÌü...yþ. ©°Ìü 80 KÐþ$ {Óý×ýÌZ ÌüË$¦³V> Ì>Ë ¦ÜÆ>...ÌüÐþ$$ ÑË$Ðþ 0.5 Ñ$Î ¦ÜÌü...yþ. ¡Vü ^þ$r Äý$$ÌüP Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ C...yþÌü¯þÞ Ë¯þ$ Vü×ý...^þ...yþ.

$$\left[H\ \text{int}=\frac{L}{C}m\sec;\frac{L}{R+80}\right]\qquad\left[Ans:L=100mH,R=40\Omega\right]$$

2. 0.4 ¦ßý{± {¦³ÆýÌü™þÓÐþ$$VüË {¦³ÆýÌü ¡Vü ^þ$r §éÓÆ> E™þÞÆýÐþ$$¯þ$ ´÷...§þ Ìü...yþ¯þÞÆý$ Äý$$ÌüP Ìü´ëÜsý¯þÞ $5\mu F$. ¦Ü...¨Vü BÐþÆý$$§þÐþ$$¯þ$ AÐ ¦ÜÆýÐþ$Vü$ Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$¯þ$ Ìü¯þ$ÌøP...yþ.

Hint: ¦Ü...¨Vü AÐþÆý$$§þÐþ$$¯þÌü$ $\frac{R^2}{4L^2}=\frac{1}{LC}$ Ìý§é $R=\sqrt[2]{\frac{L}{C}}$ $\left[Ans:R=566\Omega\right]$

(B) ÐéÅ¦ÜÆý*¦³ {¦³Óý²Ë$@

1. CR ÐþËÄý$...ÌZ ¦ÜÆý Ñ.^é.º A¯þ$ÐþÇ..._¯þ¦³#yþ$ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý AÀÐþ-¨ „ü×ý™þËÌü$ ¦ÜÒ$ÌüÆý×êË¯þ$ Æ>º r...yþ. Ì>Ë ¦ÜÆ>...ÌüÐþ$$ A¯þV> ¯þÑ$?

2. LCR ÐþËÄý$…ÌZ Ñ§þ$Å§þ$™þÞÆýÐþ$$¯þ$ Vü*Ça ÑÐþÇ…^þ…yþ.

3. LC yøË¯þÐþ$$Ë¯þ$ Ìý§é Mü…Ç³¯þÐþ$$Ë¯þ$ ÑÐþÇ…_ Mü…Ç³¯þ ´û¯þ@Ç³#¯þÅÐþ$$¯þMü$ ÇÜÒ$MüÆý×ýÐþ$$¯þ$ Æ>º r…yþ.

8.9 Reference Books:

1. Electronic devices and circuits - Milliman and Halkies
2. Electricity and Electronics - Tayal
3. Physics Vol.II - Holiday and Resnik
4. Electricity - Berkeley Physics series.

´ëuÿ... - 9

HÌ>...™þÆÿ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé àË$

Ë„üüÅÐ¦þ$$Ë$:

- JÌü BÐþÆÿ¯þ...ÌZ AC Ñ§þ$Å™þ$ Äý$$ÌüP ¦ÜVü r $ ÑË$Ðþ¯þ$ AÆÿ BÐþÆÿ¯þ...ÌZ ¦ÜVü r $ ÑË$Ðþ¯þ$, Ñ§þ$Å™þ ÔýÌüÃ RMS ÑË$Ðþ¯þ$ ™þË$¦Ü$Ìö¯þ$ r .
- °Æ>Ã×ý Vü$×ýÌüÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ ÝëÐþ$ÆÿüÅ Vü$×ýÌüÐþ$$ ÑË$ÐþË¯þ$ Ìü¯þ$Vö¯þ$ ¦³§þ†.
- Ôý$§þ Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$, Ôý$§þ {¦³ÆÿÌü™þÓÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ Ôý$§þ Ìü´ë¦Üsý¯þÞ §éÓÆ> AC {¦³Ðé¦ßý §þÆÿÅÐþ$$Ë¯þ$ ™þË$¦Ü$Ìö¯þ$ r .
- L-R ÐþËÄý$...ÌZ AC {¦³Ðé¦ßýÐþ$$, ¦Ü¨Ôé_{™þÐþ$$.
- C-R {Ôý×ýÐþËÄý$...ÌZ AC {¦³Ðé¦ßýÐþ$$, ¦Ü¨Ôé_{™þÐþ$$.
- L-C ÐþËÄý$...ÌZ AC {¦³Ðé¦ßýÐþ$$, ¦Ü¨Ôé _{™þÐþ$$.
- L-C-R {Ôý×ý ÐþËÄý$...ÌZ AC {¦³Ðé¦ßýÐþ$$, ¦Ü¨Ôé_{™þÐþ$$ A¯þ$¯é§þÐþ$$
- L-C-R ¦ÜÐþ*...™þÆÿ ÐþËÄý$...ÌZ A.C. {¦³Ðé¦ßýÐþ$$, Q-Vü$×ýÌüÐþ$$ (Vü$×ý ¿êf ÌüÐþ$$), ¦³sý ÐþyþË$µ Ðþ$$§þÌý¯þ Ðésý° ^þÇa...^þ$ r .

´ëuÿÅ {¦³×êãÌü@

9.1 ¦³Ç^¦þÄ¦ý$Ð¦þ$$

9.2 HÌ>...™¦þÆÿ Ñ§¦þ$Å™¦þ$¦

9.3 HÌ>...™¦þÆÿ Ñ§¦þ$Å§¦þÓËÄý$...ÌZ ÝëÐ¦þ$Æÿ¦üÅÐ¦þ$$ & ÝëÐ¦þ$Æÿ¦üÅ Vü$×ýÌüÐ¦þ$$

9.4 **A.C** ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ Ðþ*{™þÐþ$E¯þ²¦³#yþ$

9.5 **A.C** ÐþËÄý$...ÌZ {¦³ÆÿÌü

9.6 **A.C** ÐþËÄý$...ÌZ Ìü´ë¦Üsý¯þÞ Ðþ*{™þÐþ$ E¯þ²¦³šyþ$

9.7 **L - R** ™Ø **AC** ÐþËÄý$Ðþ$$

9.8 **C - R** {Ôý×ýV> VüË **A.C** ÐþËÄý$Ðþ$$

9.9 **L-C-R** Ë™Ø Ìü*yþ¯þ **A.C** ÐþËÄý$Ðþ$$

9.10 **L-C-R** Ë™Ø Ìü*yþ¯þ **A.C** ÐþËÄý$Ðþ$$

9.11 {Ôý×ý A¯þ$Ðé§þ ÐþËÄý$Ðþ$$

9.12 Vü$×ý¿ê f ÌüÐþ$$

9.15 **A.C** ÐþËÄý$ ÝëÐþ$ÆÿüÅÐþ$$

9.14 ¦ÜÐþ*…™þÆÿ ÐþËÄý$…ÌZ A¯þ$Ðé§þÐþ$$

9.15 Ýë¨…_¯þ ¦ÜÐþ$¦ÜÅË$

9.16 Ðþ$$W…¦³#

9.17 Ðþ$$QÅ¦³§þÐþ$$Ë$

9.18 ¦ÜÓÄý$… ¦ÜÒ$„> {¦³Ôý²Ë$

9.19 ^þ§þÐþ§þW¯þ {Vü…£éË$

9.1 ¦³Ç^þÄý$Ðþ$$:

Ì>Ë…™ø »êr$ Ðþ*Æÿ° Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðþ¦ßý…^þ ÐþËÄý$Ðþ$$Ë Ñ¦ÙÄý$… Ðþ$¯þÌü$ Ñ¨™þÐþ$. C¦³šyþ$ Ì>Ë…™ø´ër$ Ðþ*Æÿ ÑË$Ðþ VüË Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé àË™ø Ìü*yþ¯þ ÐþËÄý*Ë¯þ$ Vü*Ça ™þË$¦Ü$Ìü$…§éÐþ$$. Ðþ*Æÿ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ Æÿ…yþ$ ÆÿÌüÐþ$$Ë$@

1. ¦ßýu>™þ$V> ¦ÜÓ^þ & B¯þ ^þÄý$°yþ¯þ ÐþËÄý$Ðþ$$Ë$ Ìý§é ¦ßýu>™þ ¦Ü…À™þ Ñ§þ$Å™þ ÐþËÄý$Ðþ$$Ë$.

2. A.C. ÐþËÄý$Ðþ$$ËÌZ Ðþ*Æÿ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$Ë$.

9.2 HÌ>…™þÆÿ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$:

°Ç¦Ù Ì>Ë ÐþÅÐþ§þ$ËÌZ ^þ{ÌüÄý$ Ðþ*Æÿ$µËÌü$ ÌZ¯þÄý$Å Ñ§þ$Å™þ$¯þ HÌ>…™þÆÿ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… A…sêÆÿ$. ÔýÌüÃÐþ$$ Ìý§é Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$Ë ™þÆÿ…Vü ¦ÜÓÆÿ*¦³Ðþ$$ ¦³ rÐþ$$ (11)ÌZ ^þ*¦³¯þ r$…yþ Vü×ý™þ È™éÅ ©°° ^þ*¦³ Ñ§þÐþ$$

$$i = i_0 \sin \omega t$$

$$E = E_0 \sin \omega t$$

CÌüPyþ i Ìý§é E ™þ„ü×ý ÑË$ÐþË¯þ$ ÕQÆ>{Vü Ìý§é VüÇ¦Ù ÑË$ÐþË¯þ$ i_0 Ìý§é E_0 Ë™ø ¦Ü*_ÝëÆÿ$. ωt ¦³§þÐþ$$ §þÔý¯þ$ ™þË$¦³#™þ$…¨. JÌü BÐþÆÿ¯þÐþ$$¯þ$ ¦³NÇ ^þÄý$$r Ìü$¦³ r$Ì>ËÐþ$$¯þ$ BÐþÆÿ¯þ Ì>ËÐþ$$ A…sêÆÿ$. T ™ø ¦Ü*_ÝëÆÿ$. JÌü ¦ÜÌü¯þÌZ ¦³NÆÿÄý$ BÐþÆÿ¯þÐþ$$Ë ¦Ü…QÅ¯þ$ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$ A…sêÆÿ$.

f ™ø ¦Ü*_ÝëÆÿ$. $\left(f = \frac{1}{T} \right)$.

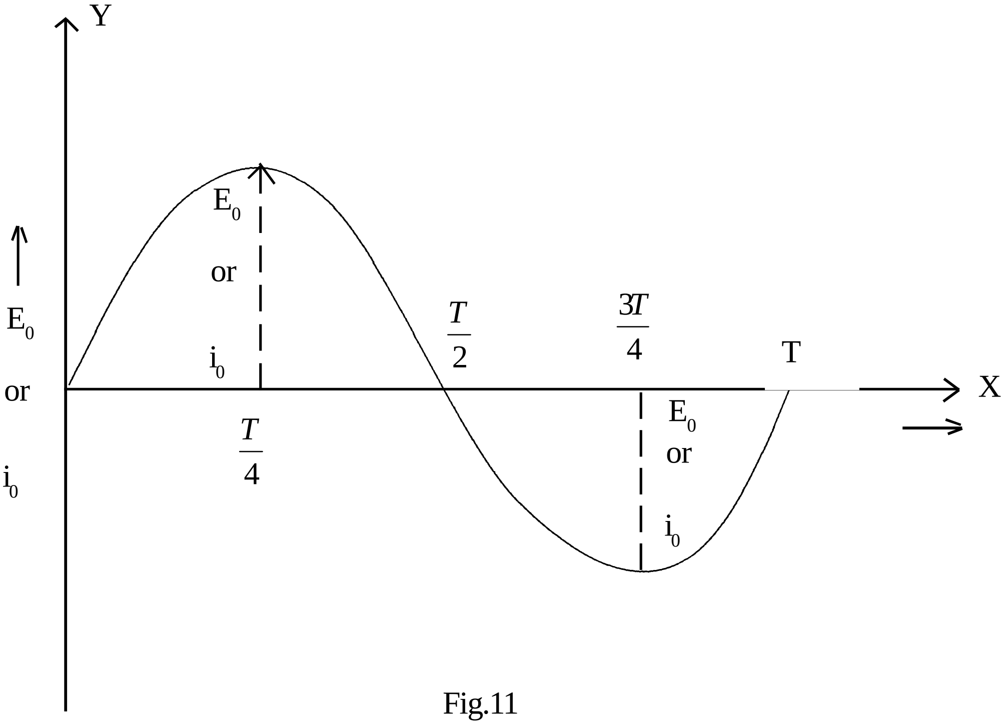


Fig.11

B ™þÆÿ$Ðé† A...^þÌZ D a.c. ° ‖öË^þ r . ‖>° d.c. Ò$ r Æÿ$ ¦ÜVü r $ ÑË$Ðþ¯þ$ ‖öË$ÝëÄý$° Ðþ$¯þ‖ü$ ™þË$¦Ü$. AÑ J‖ü ¦Ü...¦³NÆÿ ^þ{‖üÐþ$$ÌZ ¦ÜVü r $ ÑË$Ðþ¯þ$ ‖>Æÿ ^þÝëÆÿ$$. Ðþ$Æö‖ü ÝëÇ ¦³ r ... 11¯þ$ ^þ *¦Ü¯þ r Æÿ$$™þ ¦Ü...¦³NÆÿ ^þ{‖üÐþ$$ÌZ Æÿ...yþ$ AÆÿ BÐþ–™þÐþ$$Ë$ E...sêÆÿ$$. J‖ü AÆÿ BÐþ–™þÐþ$$ ¦³NÇV> §þ¯é™þÅ‖üÐþ$$Ë$ Æÿ...yþÐþ¨ ¦³NÇV> º$$×ê™þÅ‖üÐþ$$. A...§þ$ÐþË¯þ d.c. Ò$ r Æÿ$ Ôý *¯þÅ A¦³ÐþÆÿ¯þÐþ$$¯þ$ ¦Ü *_¦Ü$...¨. A...§þ$ÐþË¯þ a.c. ‖öÆÿ‖ü$ ÐþÆÿÐþ$ * Ë Ðþ$§þÅÐþ$ ÑË$Ðþ A¯þ$ {‖ö™þ ¦³§þÐþ$$¯þ$ {¦³Ðþ¦³yþ™éÐþ$$. ©° ° {‖ ...¨ Ñ§þ...V> ÑÐþÇ...^þÐþ^þ$a. Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ R §éÓÆ> {¦³Ðþ¦ßý...^þ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... i(t) ÐþË¯þ {¦³¿êÐþ‖ü ÝëÐþ$ÆÿüÅÐþ$$ P(t) Äý$$‖üP ¦ÜVü r $ ÑË$Ðþ P. C§þ P ÑË$Ðþ R §éÓÆ> Ñ§þ$Å™þ$ I {¦³Ðþ¦ßý...^þ$ r ÐþË¯þ ‖ü *yé HÆÿµyþ$™þ$...¨. A¦³#yþ$ i(t) Äý$$‖üP {¦³¿êÐþ‖ü ÑË$Ðþ ¦ÜÆÿ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ I ‖ü ¦ÜÐþ *¯þÐþ$Äý$Å Ir.m.s. ™ø ¦Ü *_ÝëÆÿ$. C§þ Ñ§þ...V> ÔýÅ‖üÅ {¦³Ðþ$Äý$Ðþ$$ Äý$$‖üP {¦³¿êÐþ‖ü ÑË$Ðþ¯þ$ E r.m.s. ™ø ¦Ü *_ÝëÆÿ$. A...sý a.c. ¦³Ç‖üÆÿÐþ$$Ë$ ÐþÆÿ Ðþ$$§þÅÐþ$Ðþ$$ Äý$$‖üP ÐþÆÿÐþ$ * ËÐþ$$¯þ$ ‖öË$ÝëÆÿ$$ Ìý§é Ñ$§éÅ ÑË$Ðþ¯þ$ ‖öË$ÝëÄý$° ^þ¦³µÐþ^þ$a. A¯þV> Vü¬¦ßZ¦³Äý *VüÐþ$$ ‖öÆÿ‖ü$ Ðéyþ Ñ§þ$Å™þ$ 230 ÐøÌý A° ^þ¼™þ ´÷sý°Äý$Ìý Äý$$‖üP r.m.s. ÑË$Ðþ 230 ÐøÌýüÞ A° AÆÿÐþ$$. VüÇ¦Ü ÐøÌýh ÑË$Ðþ° ´÷...§éË...sý r.m.s. ÑË$Ðþ¯þ$ $\sqrt{2}$ ™ø Vü$×ý...^þÐþË¦Ü E... r $...¨. a.c. ÑË$ÐþË¯þ$ ‖öË^þ r ‖ü$ d.c. Ò$ r Æÿ Ðéyþ>§þ$. d.c. Ò$ r Æÿ‖ü$ ‖ö°² Ðþ *Æÿ$µË¯þ$ ^þ¦Ü¯þ ¦³§þ¦³ a.c. ° ‖öË^þ r ‖ü$ Ðéyþ Ðþ^þ$a. H‖ü ¨‖üPÆÿ×ý Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý ¦ÜVü r $ ÑË$Ðþ

H§þ° AÆÿ ^þ{ÌüÐþ$$ÌZ° ¦ÜVü r$ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$¯þÌü$ ¦ÜÐþ*¯þÐþ$$. C¨ VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ i_0 ÑË$Ðþ $\frac{2}{\pi}$ Æÿr$. AÆÿ$$™þ d.c. Ò$rÆÿ¯þ$ a.c. ° ÌöË^{þ}rÌü$ ™þW¯þ Ñ§þ…V> {ÌüÐþ*…Ìü¯þÐþ$$ ^þÄý$Ðþ^þ$a.

JÌü ¦Ü…¦³NÆÿ BÐþÆÿ¯þÐþ$$ÌZ A.C. Äý$$ÌüP ¦ÜVü r$ ÑË$Ðþ:

C¦³#ýþ$Ðþ$¯þ… a.c. Äý$$ÌüP ¦ÜVü r$ ÑË$Ðþ JÌü ¦Ü…¦³NÆÿ BÐþÆÿ¯þÐþ$$ÌZ ôý*¯þÅÐþ$$ÌZ ôý*¯þÅÐþ$$¯þÌü$ ¦ÜÐþ*¯þÐþ$° Vü×ý™þ È™éÅ Æÿ$kÐþ# ^þÄý$Ðþ^þ$a. H§þ° „ü×ý… t Ðþ§þ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… ÑË$Ðþ $i = i_0 \sin\omega t$

JÌü ¦³NÇ BÐþÆÿ¯þ…ÌZ ¦Ü¯þ Ðþ{ÌüÐþ$$ BÌü–† VüË ™þÆÿ…VüÐþ$$ Äý$$ÌüP ¦ÜVü r$ ÑË$Ðþ

$$i_{av} = \frac{\int_0^T i_0 \sin\omega t}{\int_0^T dt} = \frac{-\frac{i_0}{\omega}\left|\cos\omega t\right|_0^T}{T}$$

$$= \frac{i_0}{\omega t}\left|\cos\frac{2\pi t}{T}\right|_0^T \quad \left(\sin\omega = \frac{2\pi}{T}\right)$$

$$= = \frac{i_0}{\omega t}\left[\cos 2\pi - \cos'0'\right] = \frac{-i_0}{\omega t}\left[1-1\right] = 0$$

A¯þV> ¦³NÇ BÐþÆÿ¯þÐþ$$ÌZ a.c. Äý$$ÌüP ¦ÜVü r$ ÑË$Ðþ ôý*¯þÅÐþ$° ™þ Í ¦Ü¯þ¨. C§þ Ðþ*¨ÇV> A.C. Ñ.^é.°. ¯þÌü$ Ìü*ýé Æÿ$kÐþ# ^þÄý$Ðþ^þ$a.

AÆÿ BÐþÆÿ¯þÐþ$$ÌZ A.C. ÐøÌýh Äý$$ÌüP ¦ÜVü r$ ÑË$Ðþ@

JÌü AÆÿ BÐþÆÿ¯þÐþ$$ÌZ {VüíßýÐþ…_¯þ ™þ„ü×ý ÑË$Ðþ Ë°²…sý Äý$$ÌüP ¦ÜVü r$¯þ A.C. Äý$$ÌüP ¦ÜVü r$ A…sêÆÿ$. AÆÿ BÐþÆÿ¯þÐþ$$ÌZ° ™þ„ü×ý ÑË$ÐþË Ðþ$$™þÐþ$$ A¯þV>

$$= \int_0^{T/2} E.dt = \int_0^{T/2} E_0 \sin\omega t.dt$$

$$\therefore \text{ Ñ.^é.°. ¦ÜVü r\$ } = \frac{\int_0^{T/2} E_0 \sin\omega t.dt}{\int_0^{T/2} dt}$$

$$= \frac{2}{T}\int_0^T E_0 \sin \omega t.dt$$

$$= \frac{2E_0}{T}\left[\frac{-\cos \omega t}{\omega}\right]_0^{T/2}$$

$$= \frac{2E_0}{T} \times \frac{T}{2\pi}\left[-\cos \frac{2\pi}{T}.t\right]_0^{T/2} \qquad \left(\therefore \omega = \frac{2\pi}{T}\right)$$

$$= \frac{E_0}{\pi}\left[-\cos 2\pi + \cos'0'\right]$$

¦ÜVü r $ Ñ.^é.º. $= \frac{2E_0}{\pi}$

C§þ Ñ§þ...V> ¦ÜVü r $ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... $\frac{2i_0}{\pi}$.

Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... R.M.S. ÑË$Ðþ:

Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... Äý$$MüP r.m.s. ÑË$Ðþ ºÆýÓ^þ¯þÐþ$$ ¯þ$...yþ

$$i_{eff}^2 .R = \overline{i^2}.R$$

Ìý§é $i_{eff} = \sqrt{\left(\overline{i^2}\right)}$ .... (1)

C¦³#yþ$ $\overline{i^2}$ Äý$$MüP ¦ÜVü r $ ÑË$Ðþ¯þ$ Vü×ý§éÐþ$$.

$$\overline{i^2} = \frac{\int_0^T i^2 dt}{\int_0^T dt} = \frac{\int_0^T i_0^2 \sin \omega t dt}{T}$$

$$= \frac{i_0^2}{2T} = \int_0^T (1 - \cos 2\omega t)dt$$

$$= \frac{i_0^2}{2T} = \left[t - \frac{\sin 2\omega t}{2\omega}\right]_0^T$$

$$= \frac{i_0^2}{2}$$

CÌüPyþ $i_{eff} = \sqrt{\left(\overline{i^2}\right)} = \sqrt{\frac{i_0^2}{2}}$

$$i_{eff} = i_0\sqrt{2} = 0.707 i_0$$

C§þ Ñ§þ...V> A.C. ÐøÌý i Äý$$ÌüP R.M.S. ÑË$Ðþ¯þ$ ´÷...§þÐþ^þ$a.

A.C. ÐøÌý i Äý$$ÌüP R.M.S. ÑË$Ðþ:

JÌü ¦Ü...¦³NÆÿ BÐþÆÿ¯þÐþ$$ÌZ ¡¦Ü$Ìü$¯þ² ™þ„ü×ý ÑË$ÐþË ÐþÆ>Ë ¦ÜVü r $ Äý$$ÌüP ÐþÆÿ Ðþ$*ËÐþ$$¯þ$ RMS ÑË$Ðþ A...sêÆÿ$. ¦³NÇ BÐþÆÿ¯þÐþ$$ÌZ° ™þ„ü×ý ÑË$ÐþË Äý$$ÌüP ÐþÆ>Ë ¦ÜVü r $ $\int_0^T E_0^2 Sin^2\omega t dt$

$$\therefore \text{ÐþÆ>Ë ¦ÜVü r \$} = \frac{\int_0^T E_0^2 Sin^2\omega t dt}{\int_0^T dt}$$

$$= \frac{1}{T}\int_0^T E_0^2 Sin^2\omega t dt$$

$\int_0^T Sin^2\omega t dt$ Äý$$ÌüP ¦ÜÐþ*ÌüË¯þ ÑË$Ðþ

$$\int_0^T Sin^2\omega t dt = \int_0^T \frac{1}{2}(1-\cos 2\omega t)dt$$

$$= \frac{1}{2}\int_0^T dt - \frac{1}{2}\int_0^T \cos 2\omega t dt$$

$$= \frac{T}{2} - \left[\frac{Sin 2\omega t}{4\omega}\right]_0^T$$

$$= \frac{T}{2} - 0 = \frac{T}{2}$$

ÐþÆ>Ë Ðþ$$§þÅ ÑË$Ðþ $= \frac{1}{T} \times E_0^2 \times \frac{T}{2} = \frac{E_0^2}{2}$

$\therefore$ R.M.S. ÑË$Ðþ $= \frac{E_0^2}{2}$.

B‚ü–† Vü$×ýMüÐþ$$ Ìý§é ¡ÜÓÆÿ*¡³ Vü$×ýMüÐþ$$ (Form Factor):

°Æÿó^þ¯þÐþ$$@ r.m.s. ÑË$ÐþMü$ ¡ÜVü r $ ÑË$ÐþMü$ VüË °¡Ùµ† ¯þ B‚ü–† Vü$×ýMüÐþ$$ Ìý§é ¡ÜÓÆÿ*¡³ Vü$×ýMüÐþ$$ A...sêÆÿ$.

i.e. B‚ü–† Vü$×ýMüÐþ$$ $= \frac{i_{r.m.s.}}{i_{av}} = \frac{E_{r.m.s.}}{E_{av}}$

$i_{r.m.s.} = \frac{i_0}{\sqrt{2}}$ Ðþ$ÇÄý$$ $i_{av} = \frac{2i_0}{\pi}$ A° Ðþ$¯þMü$ ™þË$¡Ü$.

B‚ü–† Vü$×ýMüÐþ$$ $= \frac{i}{\sqrt{2}} \times \frac{\pi}{2i_0} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$.

A.C. Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßýÐþ$$ Ìý§é Ðö Ìý i Äý$$MüP ™þÆÿ...Vü ¡ÜÓÆÿ*¡³Ðþ$$¯þMü$ Vü$Ç...¡³#¯þ$ Æÿ$$^þa§þ B‚ü–† Vü$×ýMüÐþ$$ Äý$$MüP ¿o†Mü {´ ëÐþ$$QÅ™þ.

9.3. A.C. ÐþËÄý$...ÌZ ÝëÐþ$ÆÿüÅÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ ÝëÐþ$ÆÿüÅ Vü$×ýMüÐþ$$:

D.C. ÐþËÄý*ËÌZ Ei Vü$×ýË°Ðþ$$ ÝëÐþ$ÆÿüÅÐþ$$¯þ$ ™þË$¡³#™þ$...¨. ‚>° a.c. ÐþËÄý*ËÌZ AÌê ‚>§þ$. A¯þ$ÐþÇ™þ ÐöÌý i $E = E_0 Sin\omega t$ AÄý$Å ¡Ü...§þÆ>Å°² ¡ ¡Ü$Mü$...§éÐþ$$.

Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßýÐþ$$ $i = i_0 Sin(\omega t + \phi)$ .... (1)

§þÔé ‚ø×ýÐþ$$ ϕ §þ¯é™þÃMüÐþ$$ Ìý§é °$$×ê™þÃMü... ‚>Ðþ^þ$a. D Ñ¡ÙÄý$... Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßýÐþ$$ Ôý$$§þ {¡³ÆÿMü™þÓÐþ$$ Ìý§é Ôý$$§þ Mü´ ëÜsý¯þÞ™øHÆÿµyþ¯þ§é A¯þ §é°¡³ B§éÆÿ¡³yþ$™þ$...¨. ™þ„ü×ý ÝëÐþ$ÆÿüÅÐþ$$

$$P = Ei = E_0 Sin\omega t i_0 Sin(\omega t + \phi)$$

$\cos(-A) = \cos A$ Ðþ$ÇÄý$$ $\sin A \sin B = \frac{1}{2}[\cos(A-B) - \cos(A+B)]$ A° Ðþ$¯þMü$ ™þË$¡Ü$.

$$P=\frac{1}{2}E_0 i_0\left[\cos\phi-\cos(2\omega t+\phi)\right] \text{ .... (2)}$$

¡³ ¦ÜÒ$ÌüÆý×ý… ¯þ$…yþ ™þ„ü×ý Ýëþ$ÆýüÅÐþ$$ P ÌZ ¦Ü¯þ ¡³ §þÐþ$$ $\frac{1}{2}E_0 i_0\cos(2\omega t+\phi)$ Äý$$ÌüP ¦ÜVü r $ ÑËÐþ ôý*¯þÅÐþ$Ðþ#™þ$…¨. $\frac{1}{2}E_0 i_0\cos\phi$ Ðþ*{™þÐþ$ Ñ$Vü$Ë$™þ$…¨. A…§þ$^þ™þ P Äý$$ÌüP ¦ÜVü r $ ÑËÐþ

$$P=\frac{1}{2}E_0 i_0\cos\phi=Ei\cos\phi \text{ .... (3)}$$

$E=\frac{E_0}{\sqrt{2}}$ Ðþ$ÇÄý$$ $i=\frac{i_0}{\sqrt{2}}$ Ë$ A.C. ÐøÌýh Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¦ßýÐþ$$Ë Äý$$ÌüP {¡³¿êÐþÌü ÑË$ÐþË$ C…§þ$ÌZ $\cos\phi$ ° Ýëþ$ÆýüÅ Vü$×ýÌüÐþ$$ A…sêÆý$.

9.4. ôý$$§þ Ñ§þ$Å°²ÆøÌ§þÐþ$$ §éÓÆ> A.C. {¡³Ðé¦ßýÐþ$$@

¡³ r… 12.a ôý$$§þ °Æø§þÐþ$$ ™ø Ìü*yþ¯þ Ñ§þ$Å§þÓËÄý*°² ¦Ü*_¦Ü$…¨. A¯þ$ÐþÇ™þ ÐøÌý i ¦ÜÒ$ÌüÆý×ýÐþ$$ $E=E_0\sin\omega t$ .... (1)

KÐþ$ °Äý$ÐþÐþ$$ {¡³Ì>ÆýÐþ$$ $E=iR$ A…§þ$^þ™þ E ÑËÐþ¯þ$ (1)ÌZ {¡³†„ü¡³¦Ü

$$E_0\sin\omega t=iR$$

Ìý§é $i=\left(\frac{E}{R}\right)\sin\omega t$ .... (2)

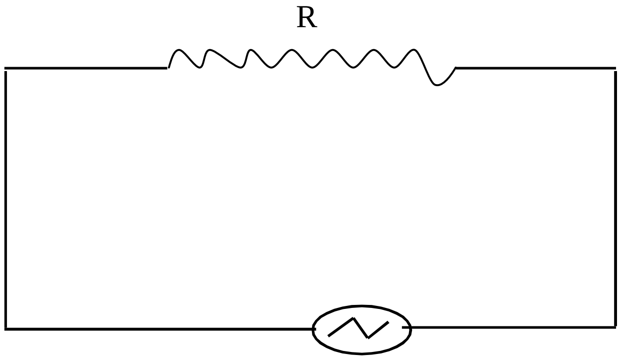
$\sin\omega t$ ÑËÐþ JÌüsý Ìü ¦ÜÐþ*¯þÐþÆý$$¯þ¡³#yþ$ i ÑËÐþ VüÇ¦ÜÐþ$Ðþ#™þ$…¨.

$$i_0=\frac{E_0}{R} \text{ .... (3)}$$

A…§þ$^þ™þ ¦ÜÒ$ÌüÆý×ýÐþ$$ (2) {Ìü…¨ Ñ§þ…V> Ðþ*Æý$™þ$…¨.

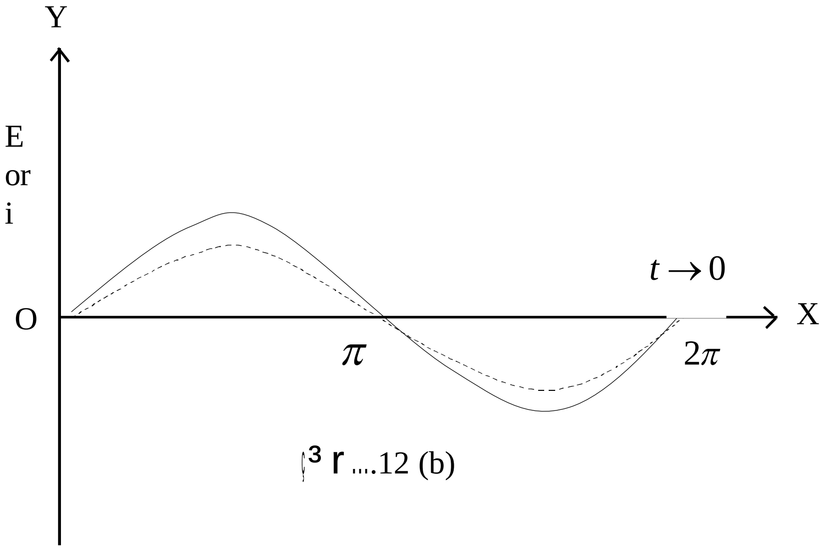
$$i=i_0\sin\omega t \text{ .... (4)}$$

¦ÜÒ$ÌüÆý×êË$ (1) Ðþ$ÇÄý$$ (4) Ë¯þ$ ´ùËaV> ¡³ rÐþ$$ 12(b) ÌZ ^þ*¡³¯þ r$ ÐøÌýh Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¦ßýÐþ$$Ë$ JÌü §þôýÌZ E…sêÄý$° AÆý… ^þ¦Ü$ÌøÐþ^þ$a. ¡³ r… 12(c) ÌZ ôý$$§þ Ñ§þ$Å°²ÆøÌ§þÐþËÄý$…ÌZ ÐøÌýh Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¦ßý ¦Ü¨ôýË$ ^þ*¡³°yþ¯éÆý$$.

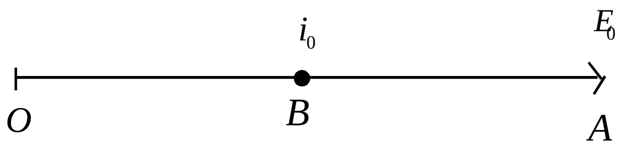


$E = E_0 \sin \omega t$

¡³ r ....12 (a)



¡³ r ....12 (b)



¡³ r ....12 (c)

$\bar{OA}$ Ðøˆýh ¡Ü¨ôý¯þ$ $\bar{OB}$ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý ¡Ü¨ôý¯þ$ ^þ*¡³#™éÆÿ$$.

9.5. Ôý$§þl {¡³ÆÿMü™þÓÐþ$$"ø Mü*yþ¯þ ÐþËÄý$... §éÓÆ> A.C. {¡³Ðé¡ßýÐþ$$@

¡³ r ... 13(a) ˆZ ^þ*¡³¯þ ÐþËÄý$... Ôý$§þ {¡³ÆÿMü™þÓÐþ$$"ø Mü*yþ E¯þ²¨. $E = E_0 \sin \omega t$ A¯þ$ Ðøˆýh° A¯þ$ÐþÇ§éÐþ$$. {¡³ÆÿMü™þÓ ^þ$ r $ Äý$$MüP ¡ÜÓÄý$... {¡³ÆÿMü™þÓÐþ$$ ÐþË¯þ HÆÿµyþ¯þ {¡³Ç™þ Ñ§þ$Å^éeËMü ºËÐþ$$

Ñ§þ$Å™þ {¿³Ðé¦ßý... Äý$$ÌüP ¿³Æý$Vü$§þË Ìý§é ™þVü$§þË¯þ$ ÐþÅ†ÆýÌü¦Ü$...¨. A¯þ$ÐþÇ™þ ÐøÌýh D {¿³Ç™þ Ñ.^é.º.¯þ$ A¨Vü Ñ$...^þÐþË¨Ü E... r$...¨.

$$E = L\frac{di}{dt}$$

Ìý§é $$E_0 \sin \omega t = L\frac{di}{dt} \quad \text{.........................} \quad (1)$$

Ìý§é $$di = \frac{E_0}{L}\sin \omega t dt$$

D ¦ÜÒ$ÌüÆý×ê°² ¦ÜÐþ*ÌüË¯þ... ^þÄý$V>

$$i = \left(\frac{E_0}{L}\right)\int \sin \omega t.dt$$

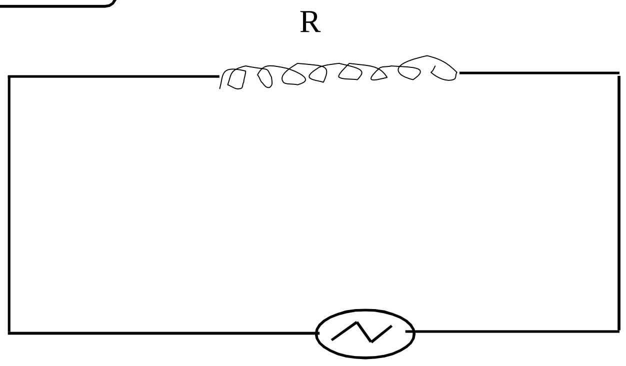
$$i = \frac{E_0}{\omega L}\left[-\cos \omega t\right] = \frac{E_0}{\omega L}\cos \omega t$$

$$i = \frac{E_0}{\omega L}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \quad \text{...........}(2)$$

i Äý$$ÌüP VüÇ¦Ù ÑË$Ðþ $i_0 = \frac{E_0}{\omega L}$. CÌüPyþ $\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ ¿³§þÐþ$$ HÌ>...ÌüÐþ$$¯þÌü$ ¦ÜÐþ*¯þÐþ$$. ¦ÜÒ$ÌüÆý×ýÐþ$$ (2) {Ìü...¨ Ñ§þ...V> Ðþ*Æý$™þ$...¨.

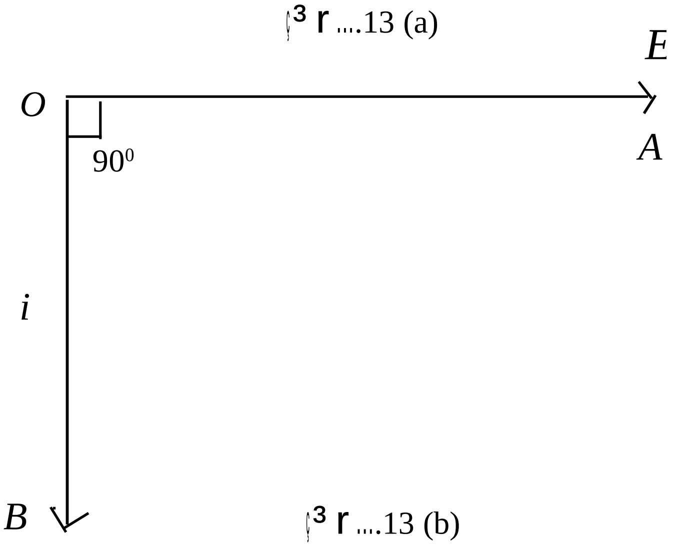
$$i = i_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \quad \text{....................} \quad (3)$$

ÐøÌýh Ìü...sý Ñ§þ$Å™þ {¿³Ðé¦ßýÐþ$$ $\frac{\pi}{2}$ ÆýyþÄý$¯þË$ Ìý§é 90º Ðþ¯þ$Ìü°yþ E... r$...¨. ¿³ r... 13(b) D Ñ¦ÙÄý*º² ™þË$¦³#™þ$...¨. ¿³ r... 13(c) ¯þ$...yþ Ñ§þ$Å™þ {¿³Ðé¦ßý... ÐøÌýh Ìü...sý BÐþÆý¯þ...ÌZ ¯éËÐþ ¿êVüÐþ$$ Ðþ¯þ$Ìü°yþ E... r$...§þ° ™þË$¦Ü$...¨.

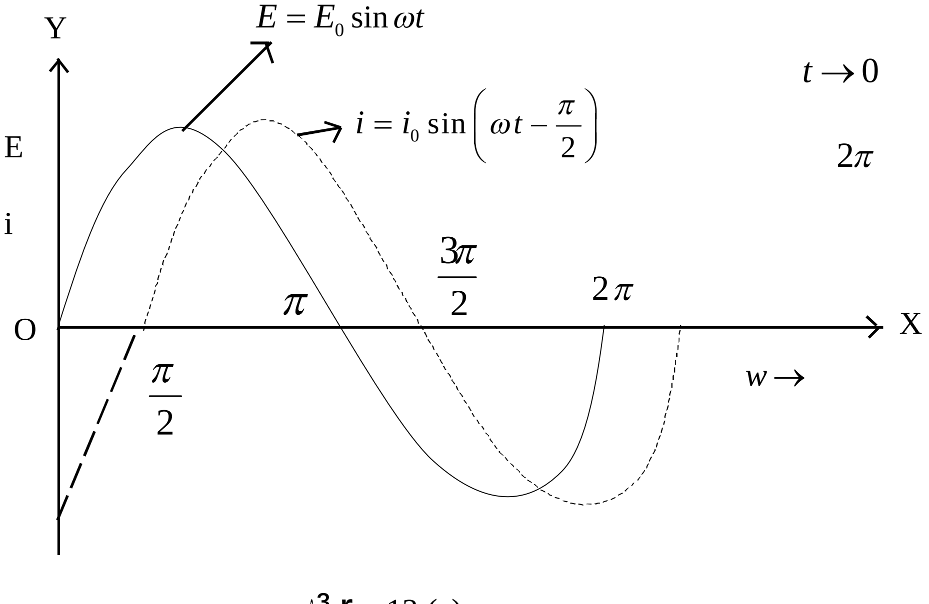


$E = E_0 \sin \omega t$

¡³ r ....13 (a)



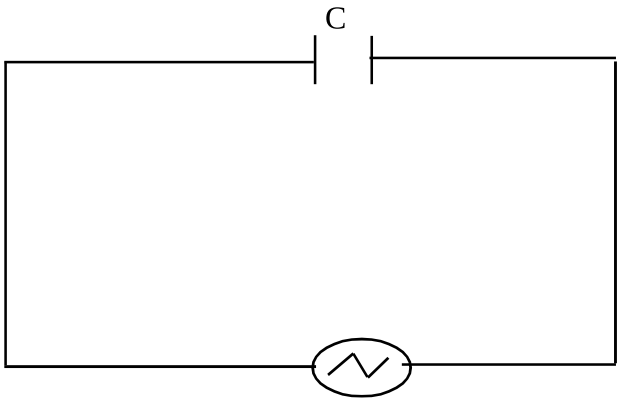
¡³ r ....13 (b)



¡³ r ....13 (c)

$i_0 = \frac{E_0}{\omega L}$. CÌüPyþ ωt Ñ§þ$Å™þ °Æø§þ ´ë{™þ¯þ$ ´ùÌÙ¦Ü$…¨. §é°° C…yþÌüÐþ ÇÄý*Ìü¯þÞ A…sêÆÿ$. X_L ™ø¦Ü*_ÝëÆÿ$. ©° {¦³Ðþ*×ýÐþ$$ "KÐþ$". L Äý$$ÌüP {¦³Ðþ*×ýÐþ$$ "ßý{±" ω ÆÿyþÄý$¯þ/ÌÜÌü…yþ ËÌZ E… r$…¨. $X_L = \omega L = 2\pi fL$ KÐþ$. A¯þV> X_L ÑË$Ðþ A¯þ$ÐþÇ™þ ÐøÌýh Äý$$ÌüP ´û¯þ@¦³#¯þÅ…ì³ B§éÆÿ¦³yþ$™þ$…¨. f ÑË$Ðþ A¨Ìü…V> Esý ÇÄý*Ìü¯þ (reactance) ÑË$Ðþ Ìü*yé A¨Ìü…V> E… r$…¨.

9.6. Ôý$§þÌ Ìü´ëÜsý¯þÞ §éÓÆ> A.C. {¦³Ðé¦ßýÐþ$$@



$E = E_0 \sin \omega t$

fig.14 (a)

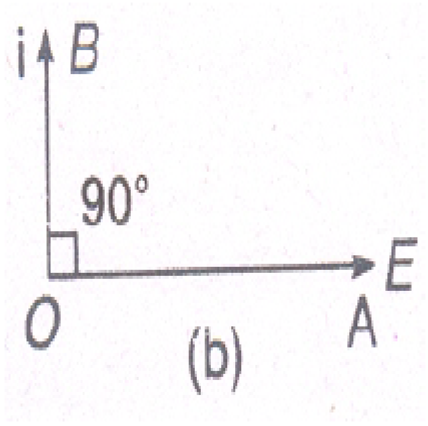


fig.14 (b)

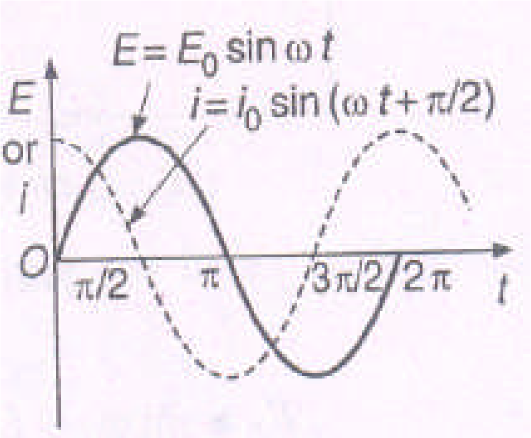


fig.14 (c)

¡³ r Ðþ$$ 14(G) ÌZ ^þ * ¡³¯þ Ñ§þ...V> c Mü´ ëÜsý¯þÞ VüË Ôý$$§þ Mü´ ëÜ r ÆÿMü$ $E = E_0 \sin \omega t$ A¯þ$ A.C. ÐøÌýh° A¯þ$ÐþÇÝëÐþ$$ A¡³#ýþ$ Mü´ ëÜ r Æÿ JMü ¨ÔýÌZ Ðþ$$§þ r BÐþÕ™þÐþ$ B ™þÆ>Ó™þ ÐþÅ†ÆÿMü ¨ÔýÌZ BÐþÕ™þÐþ$Ðþ#™þ$...¨. H§þ° ¡ÜÐþ$Äý$...ÌZ Mü...ýþ¯þÞÆÿ$ ¡³ r ¡³ Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ$$

$$q = EC \text{ .... } (1)$$

E ÑË$Ðþ¯þ$ (1) ÌZ {¡³†„ü¡³¡Ü

$$q = CE_0 \sin \varpi t$$

Ñ§þ$Å {¡³Ðé¡ßý °ÆÿÓ^þ¯þ... ¯þ$...ýþ {Mü...¨ Ñ§þ...V> {ÐéÄý$Ðþ^þ$a.

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(CE_0 \sin \omega t) = \omega CE_0 \cos \omega t$$

Ìý§é $$i = \frac{E_0}{\left(\frac{1}{\omega C}\right)} \cos \omega t = \frac{E_0}{\left(\frac{1}{\omega C}\right)} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ .... } (2)$$

$\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$=1 AÆÿ$$¯þ¡³#ýþ$ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßýÐþ$$ VüÇ¡ÙÐþ$Ðþ#™þ$...¨.

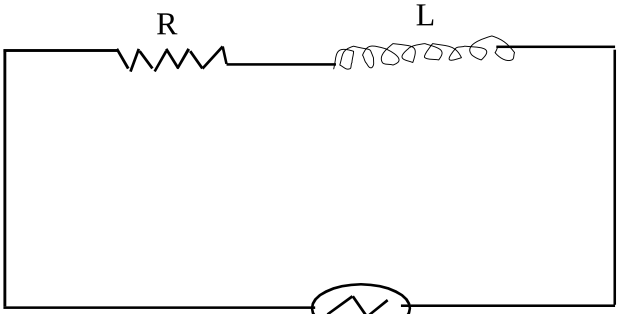
i.e. $$i_0 = \frac{E_0}{\left(\frac{1}{\omega C}\right)} = \frac{E_0}{X_C} \text{ .... } (3)$$

i_0 ÑË$Ðþ¯þ$ (3) ¯þ$…yþ (2) ÌZ {§³†„ü¡³¡Ü

$$i_0 = i_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ ....} \quad (4)$$

¡ÜÒ$ÌüÆÿ×ý… (3)ÌZ X_C ÑË$Ðþ¯þ$ Ìü´ëÜsýÐþ ÇÄý*Ìü¯þÞ A…sêÆÿ$. ©° {¡³Ðþ*×ýÐþ$$ “KÐþ$” C “¸ëÆÿyþ” ËÌZ¯þ$ ω ¯þ$ ÆÿyþÄý$¯þ/¡ÜÌü¯þËÌZ¯þ$ ÌöË$ÝëÆÿ$. ¡³ r… 14.(b) ÌZ ^þ*¡³¯þ r $ ¡ÜÒ$ÌüÆÿ×ýÐþ$$ (4) {¡³Ì>ÆÿÐþ$$ Ñ§þ$Å™þ{¡³Ðé¡ßýÐþ$$ ÐøÌýh Ìü…sý $\frac{\pi}{2}$ ÆÿyþÄý$¯þ$ Ìý§é 90° Ðþ$$…§þ$… r $…¨. Ìý§é 14 (C) ÌZ ^þ*¡³¯þ r $ Ôý$§þ Ìü´ëÜsý¯þÞ ÐþËÄý$…ÌZ Ñ§þ$Å™þ {¡³é¡ßý… ÐøÌýh Ìü…sý ^þ™þ$Æ>ÐþÆÿ¯þÐþ$$ Ðþ$$…§þ$… r $…¨.

9.7. Ñ§þ$Å°²ÆØ§þÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ {¡³ÆÿÌü™þÓÐþ$$ VüË HÌ>…™þÆÿ Ñ§þ$Å§þÓËÄý$Ðþ$$@



$$E = E_0 \sin \omega t$$

fig.15

A{¡³ÆÿÌü Ñ§þ$Å°²ÆØ§þÐþ$$ R Ðþ$ÇÄý$$ {¡³ÆÿÌü™þÓÐþ$$ L VüË ¡ Vü ^þ$ r ¡³ r….15ÌZ ^þ*¡³¯þ r $ $(E = E_0 \sin \omega t)$ Ñ.^é.° VüË f¯þÌüÐþ$$¯þÌü$ ÌüË$¡³°yþ¯þ¨. ÐþËÄý$…ÌZ ™þ„ü×ý Ñ§þ$Å™þ$ i. Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý… ÑË$Ðþ Ðþ*Æÿ$™þ* E…yþ$ r ÐþË¯þ {¡³ÆÿÌü ^þ$ r ÌZ {¡³Ç™þ Ñ§þ$Å^éaËÌü °ËÐþ$$ »ê¡ßýÅ Ñ.^é.° ¯þ$ ÐþÅ†ÆÿÌü¡Ü$…¨. ©° ÑË$Ðþ $-L\left(\frac{di}{dt}\right)$. C¡³šyþ$ ÐþËÄý$…ÌZ° {¡³¿êÐþÌü Ñ.^é.° $\left[E_0 \sin \omega t - L\left(\frac{di}{dt}\right)\right]$. KÐþ$ °ÄýÐþ$Ðþ$$ {¡³Ì>Æÿ… C¨ iR Ìü$ ¡ÜÐþ*¯þÐþ$$. A…§þ$ÐþË¯þ

$$E_0 \sin \omega t - L\frac{di}{dt} = iR$$

Ìý§é
$$L\frac{di}{dt} + iR = E_0 \sin \omega t \text{ ....} \quad (1)$$

A.C ÌZ A¯þ$ÐþÇ™þ ÐøÌýh Ðþ*¨ÇV>¯þ A§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅ…™ø Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… Ìü*yé yøÌêÄý$Ðþ*¯þ…V> Ðþ*Æÿ$™þ* E… r$…¨. ÌÌ>° Ìü…¦³¯þ ¦³ÇÑ$†ÌZ¯þ$, §þÔýÌZ¯þ$ Æÿ…yþ* Ñ¿ý¨ÝëÆÿ$$. ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ýÐþ$$ (1) Äý$$ÌüP Äý$™þ² ¦³ÇÚëPÆÿÐþ$$.

$$i_0 = i_0 \sin(\omega t - \phi) \quad .... \quad (2)$$

CÌüPyþ i_0 Ðþ$ÇÄý$$ ϕ Ë$ ÎÜÆ>…ÌüÐþ$$Ë$.

D ÎÜÆ>…ÌüÐþ$$Ë ÑË$ÐþË¯þ$ Ìü¯þ$Vö¯þ$ r Ìü$ ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý… (2) ¯þ$ ÌÌ>Ë… §þ-ÚëüÅ AÐþÌüË¯þ… ^þÄý$ÐþËÎÜ E… r$…¨.

$$\frac{di}{dt} = i_0 \omega \cos(\omega t - \phi) \quad .... \quad (3)$$

i Ðþ$ÇÄý$$ $\frac{di}{dt}$ ÑË$ÐþË¯þ$ (2) Ðþ$ÇÄý$$ (3) Ë ¯þ$…yþ (1) ÌZ {¦³†„ü¦³ÎÜ

$$Li_0 \omega \cos(\omega t - \phi) + i_0 R \sin(\omega t - \phi) = E_0 \sin \omega t$$

Ìý§é $$Li_0 \omega \cos(\omega t - \phi) + i_0 R \sin(\omega t - \phi) = E_0 \sin[\omega t - \phi) + \phi]$$

Ìý§é $$Li_0 \omega \cos(\omega t - \phi) + i_0 R \sin(\omega t - \phi) = E_0 \sin(\omega t - \phi)\cos\phi + E_0 \cos(\omega t - \phi)\sin\phi \quad .... \quad (4)$$

t Äý$$ÌüP A°² ÑË$ÐþËÌü$ D ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý… Äý$§éÆÿÐþ$$. A…§þ$ÐþË¯þ $\cos(\omega t - \phi)$ Ðþ$ÇÄý$$ $\sin(\omega t - \phi)$ ¦³§éË Äý$$ÌüP Vü$×ýÌüÐþ$$Ë¯þ$ ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý… (4) ÌZ Æÿ…yþ$Ðþ¦³#Ìê ´ùËaV>

$$Li_0 \omega = E_0 \sin\phi \quad .... \quad (5)$$

$$i_0 R = E_0 \cos\phi \quad .... \quad (6)$$ Ðþ$ÇÄý$$

¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ýÐþ$$ (5) Ðþ$ÇÄý$$ (6) Ë¯þ$ ÐþÆÿ… ^þÎÜ Ìü*yþV>

$$E_0^2 = L^2 L_0^2 \omega^2 + R^2 i_0^2 = i_0^2 (R^2 + L^2 \omega^2)$$

$$i_0 = \frac{E_0}{\sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)}} \quad .... \quad (7)$$

¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ýÐþ$$ (5) ¯þ$ (6) ^þ ¿êW…^þV>

$$\tan\phi = \frac{\omega L}{R} \quad .... \quad (8)$$

¡ÜÒ$MüÆý×ýÐþ$$ (7) ¯þ$…ýþ i_0 ÑË$Ðþ¯þ$ ¡ÜÒ$MüÆý×ýÐþ$$ (2) ÌZ {¿³†„ü¡³¡Ü

$$i = \frac{E_0}{\sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)}} . \sin(\omega t - \phi) \text{ .... (9)}$$

CMüPyþ $\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\omega L}{R}\right)$.

¡ÜÒ$MüÆý×ýÐþ$$ (9) ÐþËÄý$…ÌZ ™þ„ü×ý Ñ§þ$Å™þ {¿³Ðé¡ßý… ÑË$Ðþ¯þ$ ™þË$¿³#™þ$…¨. ¡ÜÒ$MüÆý×ýÐþ$$ (9) ¯þ$…ýþ

(i) Ñ§þ$Å™þ {¿³Ðé¡ßý Mü…¿³¯þ ¿³ÇÑ$† = $i_0 = \frac{E_0}{\sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)}}$

(ii) Ñ.^é.°. Mü…sý Ñ§þ$Å™þ {¿³Ðé¡ßý… Ðþ¯þ$Mü°ýþ E…ýþ Mø×ýÐþ$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\omega L}{R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{X_L}{R}\right)$$

X_L ¯þ$ C…ýþMüÐþ ÇÄý*Mü¯þÞ A…sêÆý$.

(iii) ÐþËÄý$… Äý$$MüP C…í³ýþ¯þÞ

$$Z = \frac{E_0}{i_0} = \sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)} = \sqrt{\left[R^2 + X_L^2\right]}$$

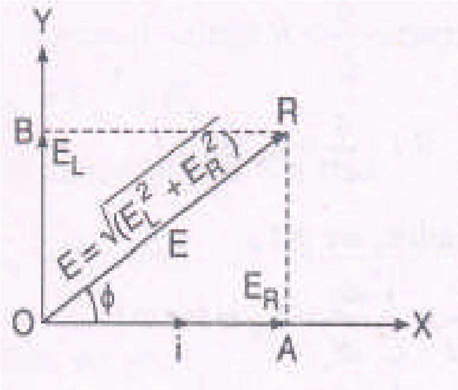
¡Ü¨Ôé _{™þÐþÐþ$$@

C…í³ýþr¯þÞ Ðþ$ÇÄý$$ §þÔé¿ý$§þ… ÑË$ÐþË¯þ$ Mü*yé ¡Ü¨Ôé _{™þÐþÐþ$$ ¯þ$…ýþ Mü¯þ$Vö¯þÐþ^þ$a. Ñ§þ$Å°²Æø§þ¡³# Mö¯þË Ðþ$$§þÅ VüË ÐøÌýh GË¡³šýþ* Ñ§þ$Å™þ {¿³Ðé¡ßý…™ø JMü ¨ÔýÌZ¯þ$, {¿³ÆýMü™þÓÐþ$$ Mö¯þË Ðþ$$§þÅ Ñ§þ$Å™þ {¿³Ðé¡ßý… Mü…sý ÐøÌýh 90° Ðþ$$…§þ$…ýþ$ r¯þ$ ¡¡Ü$Mü$° ¡Ü¨Ôé _{™þÐþÐþ$$¯þ$ XÄý$Ðþ^þ$a.. E_R Ðþ$ÇÄý$$ E_L Ë$ ÐþÆý$¡ÜV> Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ R Ðþ$ÇÄý$$ C…ýþMü¯þÞ L Äý$$MüP Mö¯þË Ðþ$$§þÅ ´÷sý°Äý$Ìý. R ÌZ¯þ$ Ðþ$ÇÄý$$ L ÌZ¯þ$ Ñ§þ$Å™þ {¿³Ðé¡ßý… i A…™þM>Mü $E_R = iR$ Ðþ$ÇÄý$$ $E_L = iX_L = i\omega L$.

E_R Mü*yé Ñ§þ$Å{¿³Ðé¡ßý ¨ÔýÌZ E…r$…¨. E_L, E_R Mü…sý 90° Ðþ$$…§þ$… r$…¨. ¿³ r… (16)ÌZ ^þ*í³¯þ r$ E_R Ðþ$ÇÄý$$ E_L ¿³Æý¡Üµ Æý… Ë…°…V> E…sêÆý$$. ¿³ r…ÌZ OA ¡Ü¨Ôý R Äý$$MüP MöË¯þÐþ$$§þÅ VüË ÐøÌýh ¿³ÇÐþ*×ê°² OB ¡Ü¨Ôý L Äý$$MüP Mö¯þË Ðþ$$§þÅ ÐøÌýh ¿³ÇÐþ*×ê°² ^þ*¿³#™þ$…¨. ¡Ü¨ÔýË ¡ÜÐþ*…™þÆý ^þ™þ$Æý$Â f °Ë… °Äý$Ðþ$… {¿³M>Æý… MüÆýÐþ$$ OR ¡œÍ™þ ÐøÌýh E ° ¡Ü*_¡Ü$…¨.

$$E^2 = E_L^2 + E_R^2$$

$$(iz)^2 = (i\omega L)^2 + (iR)^2$$



¡³ r .... (16)

[$\because E = iZ$ C‖üPyþ z ÐþËÄý$...ÌZ° C...¡³yþ¯þÞ]

Ìý§é $i^2 Z^2 = i^2 \omega^2 L^2 + i^2 R^2$

$$\therefore \; Z^2 = R^2 + \omega^2 L^2$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

A...™þ‖>‖ü $\tan\phi = \left(\frac{E_L}{E_R}\right) = \left(\frac{\omega L}{R}\right)$

9.8 ‖ü´ëlÜ r Æÿ ÐþÇÄý$$ Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ {Ôý×ýÌZ ‖üË A.C. ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý...@

Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ R ÐþÇÄý$$ ‖ü´ëlÜsý¯þÞ C {Ôý×ýÌZ J‖ü H‖>...™þÆÿ Ñ§þ$Å™þ f¯þ‖üÐþ$$ $(E = E_0 \sin \omega t)$ ¯þ‖ü$ ‖üË$¡³°yþ¯þ ÐþËÄý$... ¡³ r ... (17) ÌZ ^þ*¡³¯þ r $ ¡¡Ü$‖ü$...§éÐþ$$.

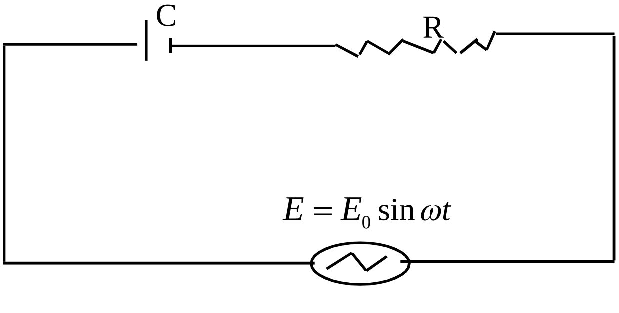


fig.17

H§þ¯é ¦ÜÐþ$Äý$… t A¯þ „ü×ý…ÌZ Ñü…yþ¯þÞÆÿ ¦³ËÑüË Ò$§þ Ñ§þ$Å§éÐþôý… q ÐþËÄý$…ÌZ Ñ§þ$Å™þ ¦³Ðé¦ßý… i. A§þ „ü×ý…ÌZ Ñü´ëÜ r Æÿ ¦³ËÑüË Ðþ$§þÅ ´÷sý°Äý$Ìý ¿ý§þÐþ$$ $\frac{q}{c}$. D ´÷sý°Äý$Ìý ¿ý§þÐþ$$ A¯þ$ÐþÇ™þ Ñ.^é.°. $\left[E_0 \sin\omega t - \frac{q}{c}\right]$. KÐþ$ °Äý$Ðþ$… {¦³Ñ>Æÿ… D Ñ.^é.°. iR Ñü$ ¦ÜÐþ*¯þÐþ$$ A…§þ$^þ™þ

$$E_0 \sin\omega t - \frac{q}{c} = iR$$

Ìý§é $$iR + \frac{q}{c} = E_0 \sin\omega t$$

D ¦ÜÒ$ÑüÆÿ×ê°² AÐþÑüË¯þ… ^þÄý$V>

$$R\frac{di}{dt} + \frac{1}{c}\frac{dq}{dt} = E_0\omega \sin\omega t$$

$$R\frac{di}{dt} + \frac{i}{c} = E_0\omega \sin\omega t \quad \text{.............. (1)}$$

$$\left(\because \frac{dq}{dt} = i\right)$$

¦ÜÒ$ÑüÆÿ×ý… (1) Äý$$ÑüP ¦³ÇÚëPÆÿÐþ$$

$$i = i_0 \sin(\omega t - \phi) \quad \text{.................... (2)}$$

i_0 Ðþ$ÇÄý$$ ϕ ÑË$ÐþË$ Ñü¯þ$Vö¯þÐþËÜ¯þ ¦ÜÆ>…ÑüÐþ$$Ë$. Ðþ$$…§þ$ ´ëu>Å…ôýÐþ$$ÌZÐþ*¨ÇV> Òsý ÑË$ÐþË¯þ$ Ñü¯þ$Vö¯þÐþ^þ$a. Òsý ÑË$ÐþË$

$$i_0 = \frac{E}{\sqrt{\left\{R^2 + \left(\frac{1}{\omega^2 c^2}\right)\right\}}} \quad \text{............... (3)}$$

$\therefore$ C…¦³yþ¯þÞ $$Z = \frac{E_0}{i_0} = \sqrt{\left\{R^2 + \left(\frac{1}{\omega^2 c^2}\right)\right\}} \quad \text{........ (4)}$$

Ðþ$ÇÄý$$ $\phi = \tan^{-1}\left\{\frac{\left(\frac{1}{\omega c}\right)}{R}\right\} = \tan^{-1}\left(\frac{X_C}{R}\right)$ .... (5)

¦Ü¨Ôé _{™¦þÐ¦þ$$@

D _{™þÐþ$$ §éÓÆ> ÐþËÄý$... Äý$$¦¦üP C...¦³yþ¯þÞ ÑË$Ðþ¯þ$ "§þÔý" ÑË$Ðþ¯þ$ ´÷...§þÐþ^þ$a. Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å°²Æø§þ¦³# ¦¦ö¯þË Ðþ$$§þÅ ÐøÌýh J¦¦ü §þÔýÌZ E¯é²Äý$° ¡¦Ü$¦¦ö°, ©°™ø ´ù Í a™þ¦¦ü...yþ¯þÞÆÿ$ ¦¦ö¯þË Ðþ$$§þÅ ÐøÌýh 90° Ðþ¯þ$¦¦ü°yþ E... r $...§þ° ¡¦Ü$¦¦ö° ¦Ü¨Ôé _{™é°² XÝëÆÿ$. E_R Ðþ$ÇÄý$$ E_C Ë$ ÐþÆÿ$¦ÜV> Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ R Ðþ$ÇÄý$$ ¦¦ü...yþ¯þÞÆÿ$ C Ë Äý$$¦¦üP ¦¦ö¯þË Ðþ$$§þÅ ´÷sý° Äý$Ìý ¿ý§þÐþ$$Ë$. A¦³#yþ$

$$E_R = iR \text{ Ðþ\$ÇÄý\$\$ } E_C = iX_C = \frac{i}{\omega C}$$

D Æ>Ôý$Ë¯þ$ ÐþÆÿ$¦ÜV> OA Ðþ$ÇÄý$$ OB ¦³ r ... (18) ÌZ ^þ*¦³¯éÐþ$$.

$$E^2 = E_R^2 + E_C^2 \text{ .... (6)}$$

C¦¦üPyþ E - iZ , Z = ÐþËÄý$... Äý$$¦¦üP C...¦³yþ¯þÞ

$$E_R = iR \text{ and } E_C = \frac{i}{\omega C}.i$$

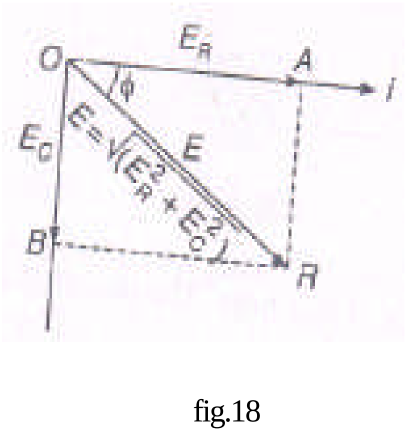


fig.18

D ÑË$ÐþË¯þ$ ¦ÜÒ$ÏüÆÿ×ýÐþ$$ (6) ÌZ {¦³†„ü¦³...^þ\/>

$$(iZ)^2 = (iR)^2 + \left(\frac{i}{\omega C}\right)^2$$

Ìý§é $$Z^2 = R^2 + \left(\frac{1}{\omega^2 C^2}\right)$$

$$\therefore Z = \sqrt{\left\{R^2 + \left(\frac{1}{\omega^2 C^2}\right)\right\}} \quad ....(7)$$

ÐþÇÄý$$ $$\tan\phi = \frac{E_C}{E_R} = \frac{1}{\omega CR}$$

Ìý§é $$\phi = \tan^{-1} = \left(\frac{1}{\omega CR}\right) \quad .... (8)$$

9.9 C...yþÏüÆÿ$ Ðþ$ÇÄý$$ Ïü´ë¦Ü r Æÿ$Ë™ø Ïü*yþ¯þ A.C ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐ¦þ$$@

C...yþÏü¯þÞ L Ðþ$ÇÄý$$ Ïü´ë¦Üsý¯þÞ C ™ø Ïü*yþ¯þ Ñ§þ$Å§þÓËÄý$... ¦³ r Ðþ$$ (19) ÌZ ^þ*¦³¯þ r $ ÏüË$¦³°yþ $E = E_0 \sin\omega t$ A¯þ$ Ñ.^é.° A¯þ$ÐþÇ...^þ°yþ r¯þ¨. H§þ° „ü×ý... t Ðþ$§þ Ïü...yþ¯þÞÆÿ$ ¦³ËÏüË Ò$§þ Ñ§þ$Å§éÐþÔýÐþ$$ q. ¦³ËÏüË Ðþ$$§þÅ ´÷sý°Äý$Ìý ¿ý§þÐþ$$ $\frac{q}{c}$ Ðþ$ÇÄý$$ C...yþÏü¯þÞÌZ {¦³Ç™þÐþ$¯þ ÐþÅ†ÆÿÏü Ñ§þ$Å^éeËÏü °ËÐþ$$ $L\left(\frac{di}{dt}\right)$. ¦œ Í™þ Ñ§þ$Å^éeËÏü °ËÐþ$$

$$\left(E_0 \sin\omega t - L\frac{di}{dt} - \frac{q}{c}\right)$$

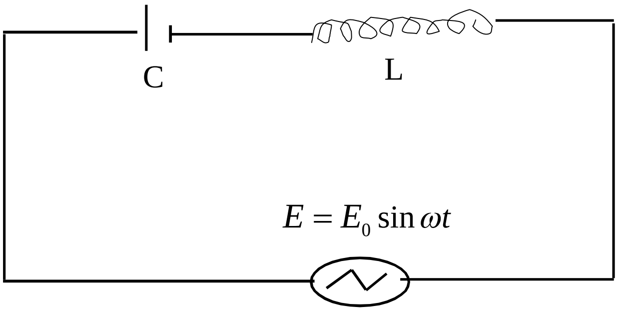


fig.19

ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ Ìý§þ$ ¦>ºsý

$$E_0 \sin \omega t - L\frac{di}{dt} - \frac{q}{c} = 0$$

Ìý§é $$L\frac{di}{dt} + \frac{q}{c} = E_0 \sin \omega t$$

D ¡ÜÒ$¦üÆÿ×ê°² AÐþ¦üË¯þ... ^þÄý$V>

$$L\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{1}{c}\frac{dq}{dt} = E_0 \omega \cos \omega t$$

Ìý§é $$L\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{i}{c} = E_0 \omega \cos \omega t \quad \text{...............} (1)$$

D ¡ÜÒ$¦üÆÿ×ýÐþ$$¯þ¦ü$ Äý$™þ² ¡³ÇÚëPÆÿÐþ$$ ¡ ¡Ü$¦ö...§éÐþ$$

$$i = i_0 \sin(\omega t - \phi) \quad \text{........................} (2)$$

¡ÜÒ$¦üÆÿ×ý... (2) ¯þ$...yþ i_0 Ðþ$ÇÄý$$ ϕ ¡ÜÆ>...¦>Ë¯þ$ ¦ü¯þ$Vö¯þÐþ^þ$a.

$$\frac{d^2 i}{dt^2} = -i_0 \omega^2 \sin(\omega t - \phi)$$

i Ðþ$ÇÄý$$ $\frac{d^2 i}{dt^2}$ ÑË$ÐþË¯þ$ ¡ÜÒ$¦üÆÿ×ý... (1) ÌZ {¡³†„ü¡³..._™þ

$$-Li_0 \omega^2 \sin(\omega t - \phi) + \left(\frac{i_0}{C}\right)\sin(\omega t - \phi) = E_0 \omega \cos \omega t$$

Ìý§é $$-Li\omega^2 \sin(\omega t - \phi) + \left(\frac{i_0}{C}\right)\sin(\omega t - \phi) = E_0 \omega \cos\left\{(\omega t - \phi) + \phi\right\}$$

$$= E_0 \omega \left[\cos(\omega t - \phi)\cos\phi - \sin(\omega t - \phi)\sin\phi\right] \quad \text{...............} (3)$$

Æÿ...yþ$ Ðþ¡³#Ìê $\sin(\omega t - \phi)$ Ðþ$ÇÄý$$ $\cos(\omega t - \phi)$ Äý$$¦üP Vü$×ý¦>Ë¯þ$ (3) ´ùËaV>

$$-Li_0^2 \omega^2 + \left(\frac{i_0}{C}\right) = -E_0 \omega \sin\phi$$

$$\left(-L\omega^2+\frac{1}{C}\right)i_0=-E_0\omega\sin\phi \text{ .... (4)}$$

$$0=E_0\omega\cos\phi \text{ .... (5)}$$

¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý… (4) Ðþ$ÇÄý$$ (5) Ë¯þ$ ÐþÆÿ… ^þ¦Ü Ìü*ybþ\>

$$\left(-L\omega^2+\frac{1}{C}\right)^2 i_0^2=E_0^2\omega^2$$

D ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ê°² ¦Ü*Ìü‡ÌüÇ…^þ\>

$$i_0=\frac{E_0\omega}{\left(-L\omega^2+\frac{1}{C}\right)}$$

$$i_0=\frac{E_0}{\left\{\omega L-\left(\frac{1}{\omega C}\right)\right\}} \text{ .... (6)}$$

¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý… (4) ¯þ$ ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý… (5) ^þ ¿êW…^þ\>

$$\tan\phi=\infty,\ \text{i.e. } \phi=\frac{\pi}{2} \text{ .... (7)}$$

i_0 Ðþ$ÇÄý$$ ϕ ÑË$ÐþË$ ÐþÆÿ$¦Ü\> ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý… (6) Ðþ$ÇÄý$$ ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý… (7) Ë¯þ$…yþ ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý… (2) ÌZ {¦³†„ü¦³…^þ\>

$$i=\frac{E_0}{\left\{\omega L-\left(\frac{1}{\omega C}\right)\right\}}\sin\left(\omega t-\frac{\pi}{2}\right) \text{ .... (8)}$$

¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý… (8) ™þ„ü×ý Ñ§þ$Å™þ{¦³Ðé¦ßý… ÑË$Ðþ¯þ$ C¦Ü$…¨. A¯þ$ÐþÇ…_¯þ Ñ.^é.°. ™ø Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý…¯þÌü$ \üË §þÔé¿ý§þÐþ$$ $\frac{\pi}{2}$ ÆÿybþÄý$¯þ. A…™þÌ>Ìü D.C. ÐþËÄý$…ÌZ Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ÐþÌý¯þ A.C. ÐþËÄý$…ÌZ $\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)$ Äý$$ÌüP ´ë{™þ E… r$…¨. ©°¯þ C…¦³yþ¯þÞ A…sêÆÿ$.

$$Z = \left\{ \omega L - \left(\frac{1}{\omega C} \right) \right\}$$

ωL ¯þ$ C...yþ¯üÐþ ÇÄý*¯ü¯þÞ A...sêÆÿ$. X_L ™ø ¡Ü*_ÝëÆÿ$. $\left(\frac{1}{\omega C} \right)$ ° ¯ü´ëÜsýÐþ ÇÄý*¯ü¯þÞ A...sêÆÿ$. X_C ™ø ¡Ü*_ÝëÆÿ$.

$$Z = X_L - X_C = \left\{ \omega L - \left(\frac{1}{\omega C} \right) \right\} \ldots\ldots. (9)$$

ÐþËÄý$...ÌZ° Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßýÐþ$$ A¯þ...™þÐþ$$ (VüÇ¡Ù...)

¡ÜÒ$¯üÆÿ×ý... (8) ¯þ$...yþ $\left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) = 0$

Ìý§é $\omega L - \frac{1}{\omega C}$ Ìý§é $\omega^2 = \frac{1}{LC}$ Ìý§é $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Ìý§é $2\pi f = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ Ìý§é $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}$ .... (10)

C¯üPyþ ÐþËÄý$... Äý$$¯üP ¡Ü¡ßý f ´û¯þ@¡³#¯þÅÐþ$$ $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ L - C ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... Äý$$¯üP ¯ü...¡³¯þ ¡³ÇÑ$† VüÇ¡ÙÐþ$$ Ðþ$ÐéÓË...sý A¯þ$ÐþÇ™þ Ñ.^é.º. Äý$$¯üP ´û¯þ@¡³#¯þÅÐþ$$ ÐþËÄý$... Äý$$¯üP ¡Ü¡ßý f ´û¯þ@¡³#¯þÅÐþ$$¯þ¯ü$ ¡ÜÐþ*¯þÐþ$Ðéó Í. C§þ "A¯þ$¯é§þÐþ$$" ¯þ¯ü ºº...§þ¯þ.

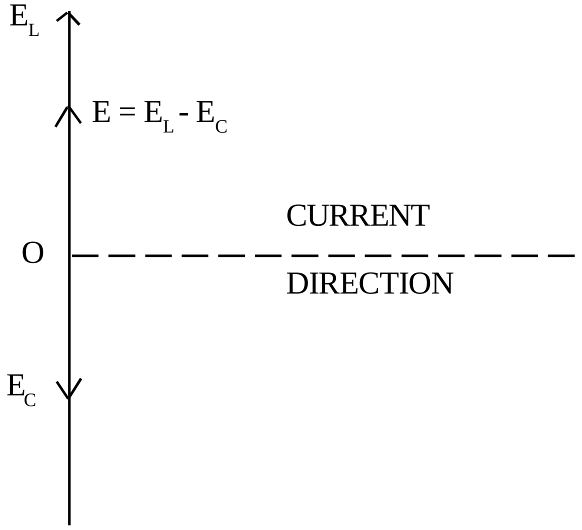


Fig. (20)

¡Ü¨ôé _{™þÐþ$$@

¡Ü¨ôé _{™þÐþ$$ ¡³ r... (20) ÌZ ^þ*¡³ºyþ¯þ¨. E_L Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... Ìü...sý 90º Ðþ$$...§þ$¯þ²¨. A§þ ¡ÜÐþ$Äý$...ÌZ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... Ìü...sý E_C 90º Ìü...sý Ðþ¯þ$Ìüºyþ E¯þ²¨. A¯þV>

$$E = E_L - E_C$$

{¡³¿êÑÌü Ñ.^é.º. Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... ¨ôýÌü...sý 90º Ðþ$$...§þ$¯þ²¨.

9.10. C...yþÌü¯þÞ, Ìü´ëÜsý¯þÞ Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å°²ÆøÐ§þÐþ$$Ë™ø Ìü*yþ¯þ A.C. ÐþËÄý$Ðþ$$@

$E = E_0 \sin wt$ A¯þ$ HÌ>...™þÆý Ñ.^é.º. A¯þ$ÐþÇ...^þºyþ¯þ C...yþÌü¯þÞ L, Ìü´ëÜsý¯þÞ C Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å°²ÆøÐ§þÐþ$$ R Ë$ {ôýxýÌZ ÌüË$¡³ºyþ¯þ Ñ§þ$Å§þÓËÄý$Ðþ$$ ¡³ r Ðþ$$ (21)ÌZ ^þ*¡³ºyþ¯þr$ ¡¡Ü$Ìü$...§éÐþ$$. H§þ¯é „ü×ý... t Ðþ§þ Ìü´ëÜr Æý ¡³ËÌüË¡³ Ñ§þ$Å§éÐþôýÐþ$$ q A¯þ$Ìö...§éÐþ$$. Ìü...yþ¯þÞÆý ¡³ËÌüË Ðþ$$§þÅ ´÷sý°Äý$Ìý ¿ý§þÐþ$$ q/c Ðþ$ÇÄý$$ C...yþÌü¯þÞ L ÐþË¯þ ÐþÅ†ÆýÌü Ñ.^é.º $L\frac{di}{dt}$.

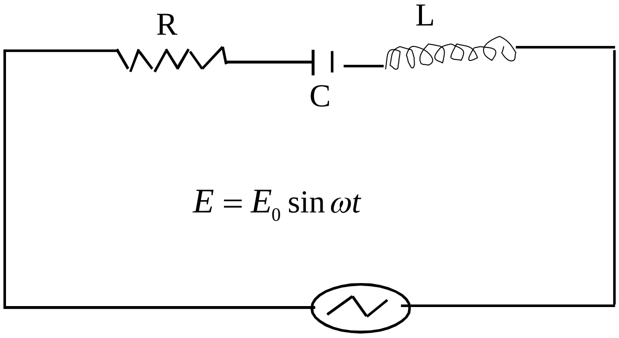


fig.21

¡œÍ™þ Ñ.^é.º $[E_0 \sin wt - (q/c) - L(di/d)]$. KÐþ$ ¡Ü*{™þ... {¡³Ì>Æý... C¨ iR Ìü$ ¡ÜÐþ*¯þÐþ$$.

$$E_0 \sin wt - \frac{q}{c} - L\frac{di}{dt} = Ri$$

Ìý§é

$$L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{q}{c} = E_0 \sin wt$$

©°° CÆý$Ðþ¡³#Ìê AÐþÌüË¯þ... ^þÄý$V>

$$L\frac{d^2i}{dt^2}+R\frac{di}{dt}+\frac{1}{c}\frac{dq}{dt}=E_0 w\cos wt$$

Ìý§é

$$L\frac{d^2i}{dt^2}+R\frac{di}{dt}+\frac{i}{c}=E_0 w\cos wt \text{ .... (1)}$$

¡ÜÒ$×üÆý×ýÐþ$$ (1) Äý$$×üP Äý$™þ² ¡³ÇÚëPÆý Æý*¡³Ðþ$$

$$i=i_0\sin(wt-\phi) \text{ .... (2)}$$

i_0 Ðþ$ÇÄý$$ ϕ Ë$ ×ü¯þ$Vö¯þÐþË¡Ü¯þ ¡ÜÆ>...×üÐþ$$Ë$.

¡ÜÒ$×üÆý×ýÐþ$$ (2) ¯þ$ AÐþ×üË¯þÐþ$$ ^þÄý$V>

$$\frac{di}{dt}=i_0 w\cos(wt-\phi)$$

Ðþ$ÇÄý$$ $$\frac{d^2i}{dt^2}=-i_0 w^2\sin(wt-\phi)$$

i, (di/dt) Ðþ$ÇÄý$$ (d^2i/dt^2) Ë¯þ$ (1)ÌZ {¡³†„ü¡³...^þV>

$$-Li_0w^2\sin(wt-\phi)+Ri_0w\cos(wt-\phi)+(i_0/c)\sin(wt-\phi)=E_0w\cos wt$$

$$=E_0w\cos\{(wt-\phi)+\phi\}$$

$$=E_0w\cos(wt-\phi)\cos\phi-E_0w\sin(wt-\phi)\sin\phi$$

$\sin(wt-\phi)$ Ðþ$ÇÄý$$ $\cos(wt-\phi)$ Äý$$×üP Vü$×ý×üÐþ$$Ë¯þ$ ¡ÜÒ$×üÆý×ýÐþ$$ (3)ÌZ CÆý$Ðþ¡³#Ìê ´üËaV>

$$=-Li_0w^2+(i_0/c)=E_0w\sin\phi$$

Ìý§é $$=\{-Lw^2+(1/c)\}i_0=--=E_0w\sin\phi \text{ .... (4)}$$

Ðþ$ÇÄý$$ $$Rwi_0=E_0w\cos\phi \text{ .... (5)}$$

¡ÜÒ$×üÆý×ýÐþ$$ (4) Ðþ$ÇÄý$$ (5) Ë¯þ$ ÐþÆýÐþ$$^þ¡Ü ×ü*ýþV>

$$\{-Lw^2+(1/c)\}^2 i_0^2+R^2w^2i_0^2=E_0^2w^2$$

Ìý§é $i_0^2\left[R^2w^2+\left\{-Lw^2+(1/c)\right\}^2\right]=E_0^2w^2$

Ìý§é $i_0^2\left[R^2+\left(wL-\frac{1}{wc}\right)^2\right]=E_0^2$

Ìý§é $$i_0=\frac{E_0}{\sqrt{\left[R^2+\left(wL-\frac{1}{wc}\right)^2\right]}}\ .... (6)$$

¦ÜÒ$ (4) ¯þ$ ¦ÜÒ$ (5) ^þ ¿êW...^þV>

$$\tan\phi=\frac{-\left\{-Lw^2+1/c\right\}}{Rw}=\frac{(wL-1/wc)}{R}\ .... (7)$$

A¯þV>

$$i=\frac{E_0}{\sqrt{\left[R^2+\left(wL-\frac{1}{wc}\right)^2\right]}}-\sin(wt-\phi)\ .... (8)$$

C¦³#ýþ$ Ðþ$¯þ... D {Mü...¨ Ñ¦ÙÄý*Ë¯þ$ ¦³ÇÖ Í§éÐþ$$.

(i) ÐþËÄý$...ÌZ° VüÇ¦Ù Ñ§þ$Â™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$.

$$i=\frac{E_0}{\sqrt{\left[R^2+\left(wL-\frac{1}{wc}\right)^2\right]}}$$

A¯þV> $\sqrt{\left[R^2+\left(wL-\frac{1}{wc}\right)^2\right]^{1/2}}$ A¯þ$¦³§þÐþ$$ D.C. ÐþËÄý$...ÌZ° Ñ§þ$Â°²Æø§þÐþ$$ ÐþÌý {¦³ÐþÇ¦Ü$...¨.

ÐþËÄý$... Äý$$MüP C...Í³ýþ¯þÞ $Z=\sqrt{\left[R^2+\left(wL-\frac{1}{wc}\right)^2\right]}=\sqrt{\left[R^2+\left(X_L-X_C\right)^2\right]}$

$X_L=wL=$ C...ýþMüÐþÇÄý*Mü¯þÞ Ðþ$ÇÄý$$ $X_C=\frac{1}{wc}=$ Mü´ ë¦ÜsýÐþ ÇÄý*Mü¯þÞ.

C...yþMü¯þÞ ÐþË¯þ Mü Í W¯þ {¡³¿êÐþMü Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ wL ¯þ$ C...yþMüÐþ ÇÄý*Mü¯þÞ A...sêÆÿ$. Mü´ëÜsý¯þÞ ÐþË¯þ Mü Í W¯þ {¡³¿êÐþMü Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ $\frac{1}{wc}$ ° Mü´ëÜsýÐþ ÇÄý*Mü¯þÞ A...sêÆÿ$.

(ii) §þÔé¡³Æÿ...V> Ñ§þ$Å^éeËMü ºËÐþ$$ Mü...sý Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... ϕ Møxý̄Ðþ$$ §éÓÆ> Ðþ¯þ$Müºyþ E... r$...¨.

$$\phi = \tan^{-1}\frac{\{wL-(1/wc)\}}{R} = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right)$$

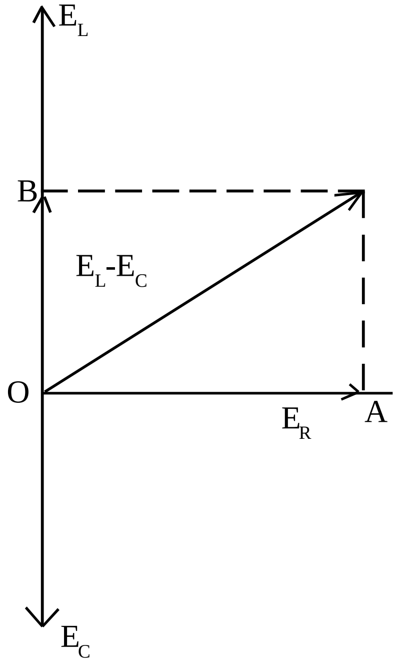
D {Mü...¨ ¡Ü...§þÆ>ÂË$ E™þµ¯þ²Ðþ$Ðþ#™éÆÿ$$.

(a) $wL > 1/wc,$ AÆÿ$$¯þ¡³#yþ$, ϕ §þ¯é™þÅMüÐþ$$, i.e.; A¯þ$ÐþÇ™þ Ñ.^é.º Mü...sý Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... Ðþ¯þ$Müºyþ E... r$...¨.

(b) $wL > -1/wc,$ AÆÿ$$¯þ¡³#yþ$ $\phi = 0$, i.e. Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... Ñ.^é.º ™ø JMü §þÔýÌZ E... r$...¨.

(c) $wL < 1/wc,$ ϕ ÑË$Ðþ º$$×ê™þÅMüÐþ$$, i.e.; Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... Ñ.^é.º Mü...sý Ðþ$$...§þ$... r$...¨.

¡Ü¨Ôé _{™þÐþ$$: ¡³ rÐþ$$ÌZ LCR {Ôý×ýÐþËÄý$... ÄýMüP ¡Ü¨Ôé _{™þÐþ$$ ^þ*¡³ºyþ¯þ¨. Ñ§þ$Å°²Æø§þ¡³# Möþ¯Ë Ðþ$$§þÅ ´÷sý°Äý$Ìý ¿ý§þÐþ$$ E_R ¯þ$ $OA = Ri_0$ ™ø¯þ$, C...yþMü¯þÞ Möþ¯Ë Ðþ$$§þÅ ÐøÌýh° E_L ¯þ$ $OB = wLi_0$ ™ø ¯þ$¡Ü*_ÝéÆÿ$. E_L Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... Mü...sý 90° Ðþ$$...§þ$... r$...¨. E_R Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... JMü ¨ÔýÌZ E...sêÆÿ$$. && VüÇ¡Ù Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý.... Mü´ëÜrÆÿ¡³ËMüË Ðþ$$§þÅ ´÷sý°Äý$Ìý ¿ý§þÐþ$$ $E_C = i_0/wC,$ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... Mü...sý 90° Ðþ¯þ$Müºyþ E... r$...¨. A¯þV> E_L ÐþÇÄý$$ E_C Ë$ ÐþÅ†ÆÿMü§þÔýÌZ E...sêÆÿ$$. Òsý {¡³¿êÐþMü ÑË$Ðþ $E = E_L - E_C = i_0\{wL - (1/wc)\}$. E_R ÐþÇÄý$$ E ÄýMüP ¡œÍ™þÐþ$$¯þ$ ¡Ü¨Ôé¡Ü...MüË¯þ ¡³§þ†¯þ ´÷...§þÐþ^þ$a¯þ$. ©°° OR ™ø ¡Ü*_...^éÆÿ$.



$$E_0^2 = (OR)^2 = (Ri_0)^2 + i_0^2\left[wL - \frac{1}{wc}\right]^2$$

$$= i_0^2\left[R^2 + \left(wL - \frac{1}{wc}\right)^2\right]$$

$$OR = i_0\left[R^2 + \left(wL - \frac{1}{wc}\right)^2\right]^{1/2} = E$$

A...§þ$ÐþË¯þ $Z = \frac{E_0}{i_0} = \sqrt{\left[R^2 + \left(wL - \frac{1}{wc}\right)^2\right]}$

¦³ r… ¯þ$…yþ $\tan\phi = \dfrac{\{wL-(1/wc)\}}{R}$

CÌüPyþ ϕ A¯þ¨ wL Ðþ$ÇÄý$$ $(1/wc)$ ÑË$ÐþË¦³ B§éÆÿ¦³yþ Ðþ$$…§þ$ Ìý§é Ðþ¯þ$Ìü°yþ E…sý §þÔé¿ý§þÐþ$$¯þ$ ™þË$¦³# ÌØ×ýÐþ$$.

9.11. {Ôý×ý A¯þ$Ðé§þ ÐþËÄý$Ðþ$$@

Ðþ$$…§þsý A…Ôý…ÌZ A¯þ$ÐþÇ™þ Ñ.^é.º. $E = E_0 \sin wt$ \/> ¡¦Ü$Ìö¯é²Ðþ$$. C…yþÌü¯þÞ L, Ìü´ë¦Üsý¯þÞ C Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å°²ÆØ§þÐþ$$ R Ë$ {Ôý×ýÌZ ÌüË$¦³ºyþ¯éÆÿ$$. ¦³ r…ÌZ ÐþËÄý$… ^þ*¦³ºyþ¯þ¨. ¦Ü¨Ôé ¦³§þ† ¦ÜàÄý$…™Ø \/üÇ¦Ù Ìý§é rms Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… ÑË$Ðþ¯þ$Ìü*yé ¡¦Ü$Ìü$…§éÐþ$$. ¦œÍ™éË$ CÌüPyþ {\/üßý§éÐþ$$.

$$i_0 = \frac{E_0}{\left[R^2 + \left\{wL - \dfrac{1}{wc}\right\}^2\right]^{1/2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

¦œÍ™þ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ A¯þ$ÐþÇ™þ Ñ.^é.º Ë Ðþ$$§þÅ §þÔé¿ý§þÐþ$$

$$\tan\phi = \left\{\frac{wL-(1/wc)^{2^{1/2}}}{R}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ÐþËÄý$…ÌZ° C…í³yþ¯þÞ

$$Z = \left[R^2 + \left(wL - \frac{1}{wc}\right)^2\right]^{1/2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

L-C-R ÐþËÄý$Ðþ$$ AËµ ´û¯þ@¦³#¯þÅ… Ðþ§þ A¨Ìü Ìü´ë¦ÜsýÐþ ÇÄý*Ìü¯þÞ (1/wc) Ðþ$ÇÄý$$ A¨Ìü ´û¯þ@¦³#¯þÅ… Ðþ§þ A¨Ìü C…yþÌüÐþ ÇÄý*Ìü¯þÞ wL. JÌü {¦³™þÅÌü ´û¯þ@¦³#¯þÅ… Ðþ§þ ÐþËÄý$…ÌZ° Ðþ$$™þ… ÇÄý*Ìü¯þÞ Ôý*¯þÅÐþ$$ (wL=1/wc). °Ç¦Ù ´û¯þ@¦³#¯þÅ… Ðþ§þ LCR {Ôý×ý ÐþËÄý$… Äý$$ÌüP C…í³yþ¯þÞ Ìü°¦ÙÐþ$$ (Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… Ìü°¦ÙÐþ$$). D ´û¯þ@¦³#¯éÅ°² A¯þ$Ðé§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$ A° ÐþËÄý*°² {Ôý×ý A¯þ$Ðé§þ ÐþËÄý$… A…sêÆÿ$.

A¯þ$¯é§þ… ´û¯þ@¦³#¯þÅ… Ðþ§þ

$$wL = (1/wc)$$

Ìý§é $\quad w = \left\{1/\sqrt{(LC)}\right\}$

{Ôý×ý A¯þ$¯é§þ ÐþËÄý$… Äý$$ÌüP A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$ f_o AÆÿ$$™þ

$$2\pi f_0 = 1/\sqrt{(LC)}$$

Ìý§é

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(LC)}} \text{ .... (4)}$$

¦ÜÒ$ (4) {¦³¥>Æÿ... A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅ... L Ðþ$ÇÄý$$ C Äý$$¥üP Ëº... ¡³ B§éÆÿ¦³yþ$™þ$...¨. ¥>° R ¡³ B§éÆÿ¦³yþ§þ$. A¯þ$ÐþÇ™þ Ñ.^é.º Äý$$¥üP ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$ VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý...™ø Ðþ*Æÿ ¡Æÿ$¯þ$ ¦³ r... (23) ¦Ü*_¦Ü$...¨. ÐþËÄý$... Äý$$¥üP Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ AËµ...V> R ¥ü$ ¦ÜÐþ*¯þÐþ$Æÿ$$¯þ¦³#yþ$, VüÇ¦Ù...V> ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ 2R ¥ü$ ¦ÜÐþ*¯þÐþ$Æÿ$$¯þ¦³#yþ$ Æÿ...yþ$ ÐþÆÿÓÆÿ$ Ðþ{¥üÐþ$$Ë$ ^þ*¦³ºyþ¯éÆÿ$$.

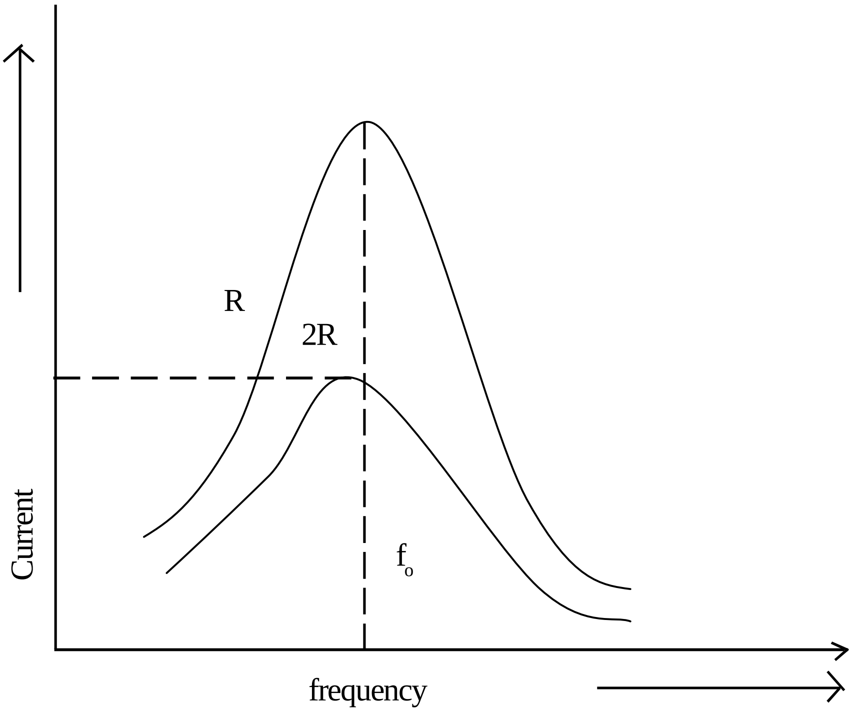


Fig.22

™öË$™þ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... ¯þÐþ$Ä¨V> ¡³ÇW, B ™þÆ>Ó™þ ÐþVü...V> ¡³ÇW ´û¯þ@¦³#¯þÅ... A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$ f_o ¯þ¥ü$ ^þÆÿ r¦³µsý¥ü VüÇ¦ÙÐþ$Ðþ#™þ$...¨. B ™þÆ>Ó™þ ™þVü$™þ$...¨. Ðþ$¯þ... D {¥ü...¨ Ñ¦ÙÄý*Ë¯þ$¦³ÇÖ Í...^þVüËÐþ$$.

(i) A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅ... A¯þºyþ f_o °Ç¦Ù ´û¯þ@¦³#¯þÅ... Ðþ§þ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... VüÇ¦ÙÐþ$Ðþ#™þ$...¨.

(ii) VüÇ¦Ù ÑË$Ðþ ÐþËÄý$... Äý$$¥üP Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$¡³ B§éÆÿ¦³yþ$™þ$...¨. R ÑË$Ðþ AËµ...V> E¯þ²¦³#yþ$ {V>œ ÆÿQ Äý$$¥üP ÕQÆÿÐþ$$ ¦³§þ$¯þ$V> E... r$...¨ Ðþ$ÇÄý$$ G¥ü$PÐþV> E¯þ²¦³#yþ$ ÕQÆÿÐþ$$ ÐþyþË$µV> E... r$...¨. ÕQÆ>{VüÐþ$$¯þ¥ü$ A¯þ$Æÿ*¦³ ´û¯þ@¦³#¯éÅ°² A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅ... A...sêÆÿ$. ÕQÆ>{Vü¦³# G™þ$ G¥ü$PÐþV> E...sý A¯þ$¯é§þ... ¦³§þ$¯þ$V> E¯þ²§þ° AÆÿÐþ$$.

(iii) {Ôý×ý A¯þ$¯é§þÐþËÄý*°² Ìö°² ¦Ü…§þÆýÂÌZ ¦ÜÓÌ>Æý Ñ§þ$Å§þÓËÄý$… A…sêÆý$. C¦³šyþ$ ÐþËÄý$…ÌZ° C…¦³yþ¯þÞ Ìü°¦Ù…V> E… r$…¯.

9.12. ÐþËÄý$… Äý$$ÌüP Vü$×ý¿ê f ÌüÐþ$$@

A.C. Ñ§þ$Å™þ$¯þ$ A¯þ$ÐþÇ…_¯þ¦³#yþ$ C…yþÌüÆý Ìý§é Ìü´ëÜ r ÆýÌZ ÔýÌü° °ËÓ^þ¦Ü$Ìö¯þ §þ„ü™þ Äý$$ÌüP ÌöË™þ¯þ Vü$×ý¿ê f Ìü… Q A…sêÆý$. C…yþÌüÆý Ìý§é Ìü´ëÜ r ÆýÌZ °ËÐþ E…yþ VüÇ¦Ù ÔýÌüÌü J Ìü BÐþÆý¯þ…ÌZ¯þ¦Ù´ùÄý$ ÔýÌüÌü VüË °¦Ùµ†° 2π ^þ Vü$×ý…^þV> Ðþ^þa ÑË$Ðþ¯þ Vü$×ý¿ê f ÌüÐþ$$ Q V> °ÆýÓ_ÝéÆý$.

$$f_0 Q = 2\pi \times \frac{\text{ÔýÌü °ËÓ}}{\text{BÐþÆý¯þ Ì>Ë…ÌZ ÔýÌü ¯þ¦Ù…}}$$

Ìü´ëÜ r ÆýÌZ AÆý$$™þ ÆýÿyþÆý¦³ËÌüË Ðþ$$§þÅ HÆýµyþ¯þ Ñ§þ$Å™þ „ü{™þ…ÌZ ÔýÌü °ËÓ E… r$…¯. VüÇ¦Ù BÐþÆý$$§þ ÐøÌýh v_0 AÆý$$¯þ „ü×ý…ÌZ ¦³ËÌüË Ðþ$$§þÅ °ËÓ E¯þ² ÔýÌü $\frac{1}{2}cv_0^2$, C…§þ$ÌZ C Ìü…yþ¯þÞÆý$ Äý$$ÌüP Ìü´ëÜsý. CÌü C…yþÌüÆý$ÌZ AÆý$$™þ ÔýÌü C…yþÌüÆý$ ^þ$r* HÆýµyþ¯þ AÄý$ÝëP…™þ „ü{™þ…ÌZ °ËÓ E… r$…¯. C…yþÌüÆý$ §éÓÆ> VüÇ¦Ù AÐþÆý$$§þ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ i_0 AÆý$$™þ B „ü×ý…ÌZ °ËÓÔýÌü $(1/2)Li_0^2$. C¦³šyþ$

$$Q = 2\pi \frac{\text{°ËÓ E¯þ²ÔýÌü}}{\text{J Ìü BÐþÆý¯þ…ÌZ ÔýÌü ¯þ¦Ù…}}$$

$$= 2\pi f \frac{\text{ÔýÌü °ËÓ}}{\text{J Ìü BÐþÆý¯þ…ÌZ ÝëÐþ$ÆýüÅ ¯þ¦Ù…}}$$

$$= 2\pi f \cdot \frac{\frac{1}{2}Li_0^2}{\frac{1}{2}i_0^2 R} = \frac{2\pi fL}{R} = \frac{wL}{R}$$

C§þ Ñ§þ…V> $Q = 1/WCR$ A° ^þ*¦³Ðþ^þ$a. A¯þ$¯é§þ´û¯þ@¦³#¯þÅ… Ðþ§þ C…yþÌüÐþ ÇÄý*Ìü¯þÞÌü$, Ìü´ëÜsýÐþ ÇÄý*Ìü¯þÞÌü$ Ðþ$$§þÅ VüË °¦Ùµ†¯þ Vü$×ý¿ê f ÌüÐþ$$V> °ÆýÓ_…^þÐþ^þ$a. A¯þ$¯é§þ… Ðþ§þ $X_L = X_C$, i.e., WL = 1/WC, Æý…yþ$ ¦ÜÒ$ÌüÆý×êË ¯þ$…yþ Q ÑË$Ðþ Ðþ*{™þ… J Ìü ÑË$Ðþ¯þ$ Ìü Í W E… r$…¯.

A¯þ$¯é§þ ¯þÕ™þÅÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ Vü$×ý¿ê f ¥üÐþ$$ Q Ë Ðþ$$§þÅ ¡Ü...º...§þÐþ$$@

LCR {Ôý×ý ÐþËÄý$Ðþ$$¯þ¥ü$ A¯þ$ÐþÇ..._¯þ H¥>...™þÆÿ Ñ.^é.º. $E_0 = \sin wt$ A¯þ$¥ü$...§éÐþ$$. A¯þ$ÐþÇ™þ Ñ.^é.º. ´û¯þ@¡³#¯þÅ...™ø ¡ÜÐþ*¯þÐþ$¯þ ´û¯þ@¡³#¯þÅ...™ø ÐþËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å™þ yøË¯þÐþ$$Ë$ HÆÿµyþ™éÆÿ$$. ÐþËÄý$...ÌZº Vü Ç¡Ù Ñ§þ$Å™þ ÑË$Ðþ ¥ü$ ¡ÜÒ$¥üÆÿ×ý....

$$i_0 = \frac{E_0}{\sqrt{\left[R^2 + \left(wL - \frac{1}{wc}\right)^2\right]}}$$

ÐþËÄý$... Äý$$¥üP C...¡³yþ¯þÞ $\left\{R^2 + \left(wL - \frac{1}{wc}\right)^2\right\}^{1/2} = Z$

A¯þ$¯é§þ... Ðþ§þ, $w = w_0 = 1/\sqrt{(LC)}$, Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý VüÇ¡Ù ÑË$Ðþ $i_0 = E_0/R$. ÐþËÄý$... Äý$$¥üP C...¡³yþ¯þÞ R ¥ü$ ¡ÜÐþ*¯þÐþ$$. C™þÆÿ ´û¯þ@¡³#¯þÅÐþ$$Ë$ Ðþ§þ VüÇ¡Ù Ñ§þ$Å™þ$ ÑË$Ðþ i_0 ¥ü...sý ™þ¥ü$PÐþ Ðþ$ÇÄý$$ C...¡³yþ¯þÞ Z ÑË$Ðþ R ¥ü...sý G¥ü$PÐþ.

A¯þ$ÐþÇ™þ ´û¯þ@¡³#¯þÅ...ÌZº Ðþ*Æÿ$µ™ø»ê r$ A¯þ$¯é§þ ÑË$Ðþ (E_0/R) ¯þ$...yþ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... ™þÓÇ™þVü†¯þ ¡³™þ¯þÐþ$Vü$ r¯þ$ A¯þ$¯é§þ ¯þÕ™þÓÐþ$$V> ºÆÿÓ_...^þÐþ^þ$a. A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¡³#¯þÅÐþ$$Ë$ w_0 ¥ü$ A¯þ$¯é§þ... Ðþ§þ ÑË$ÐþÌZ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ Ðþ Ðþ...™þ$¥ü$ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... ¡³™þ¯þÐþ$¯þ ÑË$Ðþ¥ü$ A¯þ$Æÿ*¡³ ´û¯þ@¡³#¯þÅÐþ$$Ë$ w_1 Ðþ$ÇÄý$$ w_2 Ë »ý§þ...¥ü$ VüË º¡Ùµ†º A¯þ$¯é§þ ¯þÕ™þÅ¡³# ¥üöË™þV> {Vü¡ßý...^þÐþ^þ$a.

$\therefore$ A¯þ$¯é§þ ¯þÕ™þÅÐþ$$ $= \frac{\omega_0}{(\omega_2 - \omega_1)}$

ω_2 Ðþ$ÇÄý$$ ω_1 Ë¯þ$ AÆÿ ÝëÐþ$ÆÿüÅ ´û¯þ@¡³#¯þÅÐþ$$ Ë...sêÆÿ$. G...§þ$^þ™þ¯þ...sý, D ´û¯þ@¡³#¯éÅË Ðþ§þ ÐþËÄý$... Äý$$¥üP ÝëÐþ$ÆÿüÅÐþ$$ VüÇ¡Ù ÑË$ÐþÌZ ¡ÜV>º¥ü ™þVü$™þ$...¨. {Ôý×ý A¯þ$¯é§þ ÐþËÄý$...ÌZ, Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... i_0

$$i_0 = \frac{E_0}{\sqrt{\left[R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega c}\right)^2\right]}}$$

A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¡³#¯þÅ... w_0 Ðþ§þ C...¡³yþ¯þÞ R ¥ü$ ¡ÜÐþ*¯þÐþ$$. A...§þ$ÐþË¯þ w_1 Ðþ$ÇÄý$$ w_2 Ë Ðþ§þ D ÑË$Ðþ $\sqrt{2}R$ AÐþ#™þ$...¨. A...§þ$^þ™þ

$$\sqrt{R^2+\left(wL-\frac{1}{wc}\right)^2}=\sqrt{2}R$$

$$\left(wL-\frac{1}{wc}\right)=\pm R$$

$w_2 > w_1$ AÆý$$™þ A¦³šýþ$,

$$w_1L-\frac{1}{w_1c}=-R \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(1)}$$

Ðþ$ÇÄý$$ $w_2L-\frac{1}{w_2c}=+R$ .... (2)

9.13 HÌ>...™þÆý Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý¦³# ÐþËÄý$...ÌZ ÝëÐþ$ÆýüÅÐþ$$@

ÐþËÄý$Ðþ$$¯þÌü$ A¯þ$ÐþÇ..._¯þ Ñ.^é.º $E=E_0\sin wt$ ¡¦Ü$Ìü$...§éÐþ$$. Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ $i=i_0\sin(wt-\phi)$, A.C. ÐøÌýh Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$Ë Ðþ$$§þÅ §þÔé¿ý§þÐþ$$ ϕ. ™þ„ü×ý ÝëÐþ$ÆýüÅÐþ$$

$$Ei=E_0i_0\sin wt\sin(wt-\phi)$$

Ñ°Äý*Vü¦³# ÝëÐþ$ÆýüÅÐþ$$ Ì>Ë...™ø »êr$ Ðþ*Æý$™þ* E...r$...¨. A...§þ$ÐþË¯þ HÌ>...™þÆý Ñ§þ$Å™þ ÐþËÄý$...ÌZ ¦ÜVü r$ ÝëÐþ$ÆýüÅÐþ$$ P.

$$P=\frac{\int_0^T Eidt}{\int_0^T dt}=\frac{1}{T}\int_0^T E_0i_0\sin wt\sin(wt-\phi)dt$$

$$=\frac{1}{T}\int_0^T\frac{E_0i_0}{2}\left[\cos(wt-wt+\phi)-\cos(wt+wt-\phi\right]dt$$

$$=\frac{1}{T}.\frac{E_0i_0}{2}\left[\int_0^T\cos\phi dt-\int_0^T\cos(2wt-\phi)dt\right]$$

$$= \frac{1}{T}.\frac{E_0 i_0}{2}\left[\left\{t\cos\phi\right\}_0^T - \left\{\frac{\sin(2wt-\phi)}{2w}\right\}_0^T\right]$$

$$= \frac{1}{T}.\frac{E_0 i_0}{2}\left[T\cos\phi - \frac{1}{2w}\left\{\sin(2wt-\phi)-\sin\phi\right\}\right]$$

$$= \frac{1}{T}.\frac{E_0 i_0}{2}\left[T\cos\phi - \frac{1}{2w}\left\{\sin\left(2.\frac{2\pi}{T}T-\phi\right)-\sin\phi\right\}\right]$$

$$= \frac{1}{T}.\frac{E_0 i_0}{2}.T\cos\phi = \frac{E_0 i_0}{2}\cos\phi$$

$$= \frac{E_0}{\sqrt{2}}.\frac{i_0}{\sqrt{2}}\cos\phi = E_{rms}\times i_{rms}\times\cos\phi$$

$$\therefore\ P = E_{rms}\times i_{rms}\times\cos\phi$$

¡ÜÒ$ÍüÆÿ×ý... (2) ¯þ$...yþ ¡ÜÒ$ÍüÆÿ×ý... (1) ° ¡ ÍÜÐþÄý$V>

$$(w_2-w_1)L+\frac{1}{c}\left(\frac{1}{w_1}-\frac{1}{w_2}\right)=2R$$

Ìý§é $$(w_2-w_1)L+\frac{1}{c}\left(\frac{w_2-w_1}{w_1 w_2}\right)=2R$$

Ìý§é $$(w_2-w_1)\left[L+\frac{1}{cw_1w_2}\right]=2R$$

Ìý§é $$(w_2-w_1)\left[L+L\right]=2R \qquad (\because w_1w_2=1/LC)$$

Ìý§é $$(w_2-w)=\frac{R}{L} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$\therefore \frac{w_2-w_1}{w_0}=\frac{R}{w_0L}$$

Ìý§é $$\therefore \frac{f_2-f_1}{f_0}=\frac{R}{w_0L}=\frac{1}{Q} \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

¦ÜÒ$ÌüÆý×ýÐþ$$ (5) ¯þ$…yþ A¯þ$¯é§þ¯þÕ™þÅÐþ$$ ¦Ü*¨V> E…yþÐþÌý¯þ…sý Q Vü$×ýÌüÐþ$$ GÌü$PÐþV> E…yþÐþÌý¯þ$.

¦³sýÌ> ÐþyþË$µ:

AÆý ÝëÐþ$ÆýüÅ ´ û¯þ@¦³#¯éÅË »ý§þÐþ$$ ($f_2 - f_1$) ¯þ$ A¯þ$¯é§þ Ðþ{ÌüÐþ$$ Äý$$ÌüP ¦³sýÌ> ÐþyþË$µ A…sêÆý$. is called as band width of the resonance curve.

$$\therefore \text{ ¦³sýÌ> ÐþyþË\$µ } = f_2 - f_1 = (f_0 / Q) = \frac{f_0 R}{w_0 L} = \frac{R}{2\pi L}$$

¦³sýÌ> ÐþyþË$µ ¦Ü*¨V> E…yþÐþÌý¯þ¯þ² R Ìü°¦Ù…V>¯þ$ L VüÇ¦Ù…V>¯þ$ E…yéÍ.

A¯þV> ÐøÌýh Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… Äý$$ÌüP r.m.s. ÑË$ÐþË Ëº Ðþ$$¯þ$ $\cos\phi$ Vü$×ýÌüÐþ$$^þ Vü$×ý…^þV> Ðþ^þa ÑË$Ðþ Ðþ–§é AÆý$$¯þ ÝëÐþ$ÆýüÅÐþ$$¯þ$ ™þË$¦³#™þ$…¨. $\cos\phi$ ° ÝëÐþ$ÆýüÅ Vü$×ýÌüÐþ$$ A…sêÆý$. Ñ§þ$Å™þ °Æø§þÐþ$$, Ìü´ëÜsý¯þÞ Ðþ$ÇÄý$$ C…yþÌü¯þÞ™ø Ìü*yþ E¯þ² {Ôý×ý ÐþËÄý$…ÌZ

$$\tan\phi = \frac{\{wL - (1/wc)\}}{R}$$

$$\cos\phi = \frac{R}{\left[\left\{R^2 + \left(wL - \frac{1}{wc}\right)\right\}^2\right]^{1/2}}$$

C¨ ÝëÐþ$ÆýüÅ Vü$×ýÌüÐþ$$ Äý$$ÌüP ¦ÜÒ$ÌüÆý×ýÐþ$$.

ÐþËÄý$…ÌZ Ñ°Äý*VüÐþ$¯þ ÝëÐþ$ÆýüÅÐþ$$ Ôý*¯þÅÐþ$™þ, Ñ§þ$Å™þ$¯þ$ “ÐésýÌýÜ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý…” A…sêÆý$. ÝëÐþ$ÆýüÅÐþ$$ Ôý*¯þÅÐþ$¯þ¦³#yþ C¨ Ýë§þÅÐþ$Ðþ#™þ$…¨.

$\cos\phi = 0$ or $\phi = \pi / 2$

A¯þV> Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ ÐøÌýhË Ðþ$$§þÅ §þÔé¿ý§þÐþ$$ $\pi/2$. E§é¦ßýÆý×ýÌü$ Ôý$$§þ C…yþÌü¯þÞ ÐþËÄý$…ÌZ ÐøÌýh Ìü…sý Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ $\pi/2$ ÆýyþÄý$¯þ Ðþ¯þ$Ìü°yþ E… r $…¨. A…§þ$ÐþË¯þ Ôý$$§þ C…yþÌü¯þÞ ¡ Vü^þ$ r ÌZ ÔZ¦Ù™þÐþ$¯þ ¦ÜVü r $ ÝëÐþ$ÆýüÅÐþ$$ Ôý*¯þÅÐþ$$.

9.14 ¦ÜÐþ*…™þÆý A¯þ$¯é§þÐþËÄý$$Ðþ$$@

¦ÜÐþ*…™þÆý A¯þ$¯é§þ ÐþËÄý$$Ðþ$$ ¦³ r …ÌZ ^þ*¦³ºyþ¯þ¨. C…yþÌü¯þÞ L Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å™þ°Æø§þÐþ$$ R Ë$ {Ôý×ýÌZ JÌü ÔéQV> ÌüË$¦³ºyþ Ìü´ëÜ r Æý C ÐþÆöÌü ÔéQÌZ E…yþ, D Æý…yþ$ ÔéQË$¦³Æý¦ÜµÆý ¦ÜÐþ*…™þÆýÐþ$$V> E…sêÆý$$ $E = E_0 \sin wt$.

HÍ>...™þÆÿ Ñ.^é.º Äý$$ÌüP f¯þÌüÐþ$$ ÐþËÄý$...ÌZ ÌüË$¡³ºyþ¯þ¨. f¯þÌü... ¯þ$...yþ ËÀ...^þ ÝüÇ¡Ù Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... i_0. ÌüÆ>Pœ ¡Ü*{™éË ¯þ$...yþ Æÿ...yþ$ ôéQËÌZ° Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßýÐþ$$Ë$ i_1 Ðþ$ÇÄý$$ i_2 AÆÿ$$™þ

$$i_0 = i_1 + i_2 \quad .... (1)$$

ÐþËÄý$...ÌZ° C...¡³yþ¯þÞ z A¯þ$Ìö...§éÐþ$$.

Ìü...yþ¯þÞÆÿ$ Äý$$ÌüP C...¡³yþ¯þÞ $= (R + jwL)$

Ìü...yþ¯þÞÆÿ$ Äý$$ÌüP C...¡³yþ¯þÞ $= 1/(jwc)$

¡ÜÒ$ (1) ¯þ$...yþ

$$\frac{E_0}{Z} = \frac{E_0}{R + jwL} + \frac{E_0}{1/jwc}$$

$$\frac{1}{Z} = \left[\frac{1}{R + jwL} + jwc\right] \quad .... (2)$$

C¡³šyþ$ GyþÅsý¯þÞ

$$\gamma = \frac{1}{Z} = \frac{1}{(R + jwL)} + jwc$$

Ìý§é $$\gamma = \frac{(R - jwL)}{(R - jwL)(R + jwL)} + jwc$$

$$= \frac{(R - jwL)}{(R^2 + w^2 L^2)} + jwc$$

$$= \frac{R}{(R^2 + w^2L^2)} + j\left[wc - \frac{wL}{(R^2 + w^2L^2)}\right]$$

GypÅsý¯þÞ Äý$$ÌüP ¦³ÇÐþ*×ýÐþ$$

$$|\gamma| = \left[\left\{\frac{R}{(R^2 + w^2L^2)}\right\}^2 + \left[\left\{wc - \frac{wL}{(R^2 + w^2L^2)}\right\}^2\right]\right]^{\frac{1}{2}} \quad ....\ (3)$$

°Ç¦Ù ´û¯þ@¦³#¯þÅ… Ðþ§þ C…¦³yþ¯þÞ VüÇ¦Ù…V>¯þ$ Ìý§é GypÅsý¯þÞ Ìü°¦Ù…V>¯þ$ E…sêÆÿ$$.

A¦³#yþ$

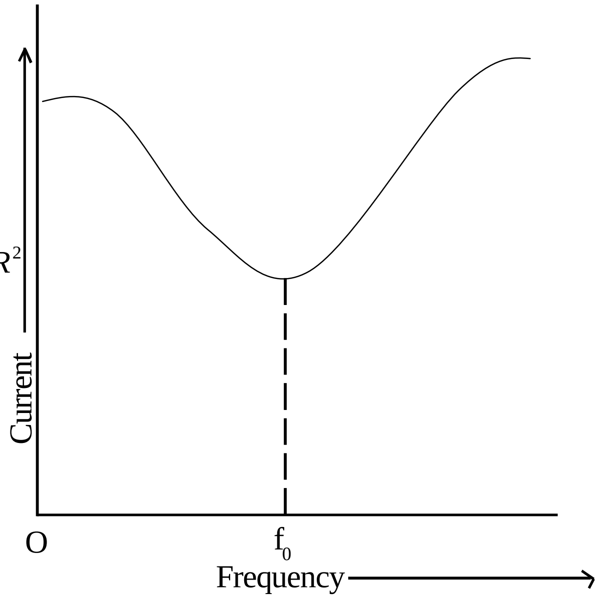
$$wc = \frac{wL}{(R^2 + w^2L^2)}$$

Ìý§é $c = \frac{L}{(R^2 + w^2L^2)}$

Ìý§é $cR^2 + cw^2L^2 = L$ Ìý§é $cw^2L^2 = L - cR^2$

Ìý§é $w^2 = \frac{L - cR^2}{cL^2} = \left(\frac{1}{Lc} - \frac{R^2}{L^2}\right)$

Ìý§é $w = \left[\left(\frac{1}{Lc} - \frac{R^2}{L^2}\right)\right]^{\frac{1}{2}}$



$$\therefore\ f = \frac{w}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\left[\left(\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}\right)\right]^{\frac{1}{2}}$$

¦³ r Ðþ$$ (24)

´û¯þ@¦³#¯þÅ… Ðþ§þ GypÅsý¯þÞ ÑË$Ðþ Ìü°¦ÙÐþ$$. A…§þ$ÐþË¯þ Ñ§þ$Å™þ{¦³Ðé¦ßý… Ìü°¦ÙÐþ$$. D ´û¯þ@¦³#¯éÅ°² A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$ A…sêÆÿ$. ÐþËÄý*°² ¦ÜÐþ*…™þÆÿ A¯þ$¯é§þ ÐþËÄý$… A…sêÆÿ$. ´û¯þ@¦³#¯þÅ…™ø »êr$ Ñ§þ$Å™þ{¦³Ðé¦ßý… Ðþ*Æÿ ¡Æÿ$ ¦³ r …ÌZ ^þ*¦³°yþ¯þ¨. A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅ… Ðþ§þ ÐþËÄý$… Äý$$ÌüP GypÅsý¯þÞ

$$\gamma = \frac{R}{R^2 + w^2L^2}$$

Ìý§é Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ $\frac{R^2 + w^2L^2}{R}$

ÑË$ÐþË¯þ$ {¦³†„üí³...^þV>

$$Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ = \frac{R^2 + L^2\left[\left(\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}\right)\right]}{R}$$

$= \frac{L}{RC}$ = ÐþËÄý$... Äý$$ÌMüP Vü†Ìü Ñ§þ$Å°²Æø§þ... A...sêÆÿ$.

A¯þ$¯é§þ... Äý$$ÌMüP Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... = (f¯þÌü... ¯þ$...yþ f°...^þ VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å™þ$ C)

$$= \{E_0/(L/RC)\} = \frac{E_0RC}{L}$$

Ìü´ëÍÜ r Æÿ §éÓÆ> {¦³ÐþíßÝ...^þ VüÇ¦Ù Ñ§þ$Å™þ$

$$= \{E_0/(1/WC)\} = E_0WC$$

D Ñ§þ$Å™þ ¦³Ðé¦ßýÐþ$$ A¯þ$ÐþÇ™þ ÐøÌýh Ìü...sý $\pi/2$ Ðþ$$...§þ$... r$...¨.

C¦³#yþ$

yøÌêÄý$Ðþ*¯þ {¦³Ðé¦ßý... Äý$$ÌMüP Ìü...¦³¯þ ¦³ÇÑ$†

$$Q = \frac{E_0WL}{(E_0RC/L)} = \frac{WL}{R}$$

©°¯þ Vü$×ý¿ê fÌüÐþ$$ Q A...sêÆÿ$. C¨ Ñ§þ$Å™þ ÐþÆÿ¯þÐþ$$ Äý$$ÌMüP ¦³ÇÐþ*×ýÐþ$$¯þ Q V> ¿êW...^þÐþ^þ$a.

7.15 Ýë¨..._¯þ ¦ÜÐþ$¦ÜÅË$@

1). 50 íßýÆÿgý ´û¯þ@¦³#¯þÅ... VüË 200 Ðø. Ñ.^é.° VüË f¯þÌüÐþ$$ Ìü ÍW 0.01 íßý{± {¦³ÆÿÌü™þÓÐþ$$, 5Ω Ñ§þ$Å§þÓËÄý$...ÌZ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$¯þ$ Vü×ý...^þ...yþ.

Ýë§þ¯þ@

ÐþËÄý$... Äý$$ÌMüP C...í³yþ¯þÞ Z Ìü$ ¦Ü*{™þÐþ$$

$$Z = \sqrt{R^2 + W^2L^2} = \sqrt{R^2 + 4\pi^2 f^2L^2}$$

$$= \sqrt{5^2 + 4\pi^2 \times (50)^2 \times (0.01)^2} = \sqrt{25 + 9.868}$$

$$= \sqrt{34.868} = 5.906\Omega$$

Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… = $I_{rms} = \frac{E_{rms}}{Z} = \frac{200}{5.906} = 33.86amp$

2. $L = 5mh, C = 0.1\mu F, R = 100K\Omega$ Ë™ø Ìü*yþ¯þ LCR {Ôý×ý ÐþËÄý$… Äý$$ÌüP A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅ…¯þ$ Vü×ý…^þ…yþ.

Ýë§þ¯þ@

L - C Ë™ø Ìü*yþ¯þ ÐþËÄý$… Äý$$ÌüP A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$ f Äý$$ÌüP ¦Ü*{™þÐþ$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$= \frac{1}{2\pi\sqrt{(5\times10^{-3})\times(0.1\times10^{-6})}}$$

$$= 3.184\times10^{8} Hz$$

3. $L = 10mh, C = 0.1\mu F, R = 1K\Omega$ Ë™ø Ìü*yþ¯þ LCR ¦ÜÐþ*…™þÆý A¯þ$¯é§þ ÐþËÄý$… Äý$$ÌüP A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅ…¯þ$ Vü×ý…^þ…yþ.

Ýë§þ¯þ@

¦ÜÐþ*…™þÆý LCR ÐþËÄý$…ÌZ A¯þ$¯é§þ… Ðþ§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}$$

CÌüPyþ $L = 10mH = 10\times10^{-3}H$ and $C = 1\mu F = 10^{-6}F$

$$\therefore f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{10^{-2}\times10^{-6}}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{10^{8}} = \frac{10^{4}}{2\pi}$$

= 1592 Hz.

4. 25 Ðþ${Ìø ¡ßý{± C…yþÌü¯þÞ 0.0001 μF Ìü´ë¦Üsý¯þÞ VüË ÐþËÄý$… Äý$$ÌüP ¦Ü¦ßý f ´û¯þ@¦³#¯þÅ…¯þ$ Ìü¯þ$ÌöP…yþ. G…™þ ™þÆý…Vü §þÆýüÅÐþ$$¯þÌü$ ¦Üµ…¨¦Ü$…¨.

Ýë§þ¯þ@

LC ÐþËÄý$... Äý$$÷üP ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$ $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$$= \frac{1}{2\pi\sqrt{(25\times10^{-6})\times(0.0001\times10^{-6})}}$$

$$= 3.184\times10^{-6}\,Hz$$

A¯þ$Æÿ*¦³ ™þÆÿ...Vü§þÆÿüÅÐþ$$ λ AÆÿ$$™þ

$$C = f\lambda \text{ Ìý§é } \lambda = \frac{C}{f} = \frac{3\times10^{8}}{3.184\times10^{6}}$$

= 9.401 Ò$

5. 30Ω Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ VüË ¡Vü ^þ$ r Ðþ$ÇÄý$$ 30Ω Ë ÇÄý*÷ü¯þÞ VüË ÐþËÄý$... Äý$$÷üP ÝëÐþ$ÆÿüÅ Vü$×ý÷ü... G...™þ? ÐøÌýh Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé àË Ðþ$$§þÅ §þÔé¿ý§þ... G...™þ?

Ýë§þ¯þ@

ÝëÐþ$ÆÿüÅ Vü$×ý÷üÐþ$$ $\cos\phi$ ÷ü¯þ$Vö¯þ$ ¦Ü*{™þÐþ$$

$$\cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{30}{\sqrt{(30)^2+(30)^2}} = \frac{30}{30\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

and $\phi = 45^0 = \dfrac{\pi}{4}$.

7.16 Ðþ$$W...¦³#:

H÷>...™þÆÿ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý ¿êÐþ¯þ¯þ$ ÑÐþÇ...^þ$ r ™ø»ê r $ Ôý$$§þ Ñ§þ$Å°²Æø§þ ÐþËÄý$...ÌZ ÐøÌýh Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé àË Ðþ$$§þÅ ¦Ü...º...§þ... ÑÐþÇ...^þºýþ¯þ¨. Ôý$$§þ C...ýþ÷üÆÿ ÐþËÄý$...ÌZ¯þ$, Ôý$$§þ ÷ü´ ëÜ r Æÿ ÐþËÄý$...ÌZ¯þ$ ¦Ü¨Ôé _{™þÐþ$$Ë™ø ¦Üà ÑÐþÇ...^þºýþ¯þÑ. LCR {Ôý×ý A¯þ$¯é§þ ÐþËÄý$Ðþ$$, ¦ÜÐþ*...™þÆÿ A¯þ$¯é§þÐþËÄý$Ðþ$$Ë$ ^þÇa...^þºýþ¯þÑ. Vü$×ý¿ê f ÷üÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ ÝëÐþ$ÆÿüÅ Vü$×ý÷üÐþ$$Ë$ °ÆÿÓ_..._ ÑÐþÇ...^þºýþ¯þÑ.

9.17 Ðþ$$QÅ ¦³§þÐþ$$Ë$:

¦³NÆÿ BÐþÆÿ¯þÐþ$$, AÆÿ BÐþÆÿ¯þÐþ$$, ÐþÆÿ Ðþ$$§þÅÐþ$ ÑË$Ðþ, ¦ÜVü r $ ÑË$Ðþ RMS ÑË$Ðþ, §þÔé ÷ø×ýÐþ$$,

A¯þ$¯é§þÐþ$$, C...í³yþ¯þÞ, ¦Ü¨Ôé _{™þÐþ$$, A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$, A¯þ$¯é§þ ¯þÕ™þÅÐþ$$, ÕQÆý ÑË$Ðþ, Vü$×ý¿ê f MüÐþ$$.

9.18 ¦ÜÓÄý$... ¦ÜÒ$„> {¦³Ôý²Ë$:

(A) Ýë...QÅMü ¦ÜÐþ$¦ÜÅË$:

1. {Ôý×ýÌZ MüË$¦³ºyþ¯þ 200 Ohm Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ 40 μF Mü´ëÜsý¯þÞ VüË Mü...yþ¯þÞÆý$Ë¯þ$ 100 ÐøÌý & 50 Hz VüË HM>...™þÆý Ñ§þ$Å™þ ÝëÐþ$ÆýüÅÐþ$$¯þ$ Mü¯þ$MøP...yþ.

Hint: $P = E_{rms} I_{rms} \cos\phi$ A¯þ ¦Ü*{™é°²V>° Ìý§é $P = I_{rms}^2 R \cos\phi$ V>° ÐéyþÐþ^þ$a. $[Ans : 43.1w]$

2. 6Ω VüË Ñ§þ$Å™þ°Æø§þÐþ$$, 0.12H C...yþMüÆý$ Ðþ$ÇÄý$$ 45 μF Mü´ëÜrÆýË¯þ$ {Ôý×ýÌZ Mü Íí³ 230 ÐøÌý HM>...™þÆý Ñ§þ$Å™þ¯þ$ A¯þ$ÐþÇ...^éÆý$. AÆý$$™þ (a) A¯þ$¯é§þ ´û¯þ@¦³#¯þÅÐþ$$¯þ$ (b) C...yþMüÆý MöþË Ðþ$§þÅ ´÷sý°Äý$Ìý ¿ý§þÐþ$$¯þ$ (c) Mü´ëÜrÆý MöþË Ðþ$§þÅ ´÷s °Äý$Ìý ¿ý§þÐþ$$¯þ$ Mü¯þ$MøP...yþ.

(Ans:(a) f=68.5Hz, (b) V_L=1980V, (c) V_C=1980V)

3. A.C. Ðþ$Æý$$¯þÞ™ø A¯þ$ÐþÇ..._þ ÐøÌýh 220 Ðø. §þ¯þ AÆý BÐþÆý¯þ...ÌZ ¦ÜVü r$ Ñ.^é.º. ¯þ$ ÑË$Ðþ¯þ$ Mü¯þ$MøP...yþ.

(Hint: $E_{ar} = \frac{2E_0}{\pi}$) (Ans:198.2 Ðø)

4. 30Ω °Æø§þ... VüË ¡Vü ^þ$r Ðþ$ÇÄý$$ ÐþËÄý$... ÇÄý*Mü¯þÞ 30$\Omega$ AÆý$$™þ BÐþËÄý$... Äý$$MüP ÝëÐþ$ÆýüÅ Vü$×ýMüÐþ$$¯þ$ Mü¯þ$MøP...yþ. ÐøÌýh Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý... Ðþ$§þÅ §þÔé¿ý§þÐþ$$¯þ$ Mü¯þ$MøP...yþ.

(Ans:(a) $\cos\phi = \frac{1}{\sqrt{2}}$, (b) $\phi = 45^0$))

(B) ÐéÅ¦ÜÆý*¦³ {¦³Ôý²Ë$@

1. HM>...™þÆý Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$ Ðþ$¯þV> ¯þÑ$? HM>...™þÆý ÐþËÄý$...ÌZ (a) ¦³NÆý BÐþÆý¯þ...ÌZ Ñ§þ$Å™þ ¦ÜVü r$ ÑË$Ðþ¯þ$ (b) AÆý BÐþÆý¯þ...ÌZ ¦ÜVü r$ ÑË$Ðþ¯þ$ (c) Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý Ðþ$ÇÄý$$ ÐøÌýh Äý$$MüP rms ÑË$ÐþË¯þ$ ÑÐþÇ...^þ...yþ.

2. (a) Ôý$$§þ Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþËÄý$Ðþ$$, (b) Ôý$$§þ Mü´ëÜrÆý ÐþËÄý$Ðþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ (c) Ôý$$§þ C...yþMüÆý$ ÐþËÄý$Ðþ$$ËÌZ HM>...™þÆý Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý Ðþ$ÇÄý$$ ÐøÌýhË Ðþ$§þÅ ¦Ü...º...§þÐþ$$¯þ$ Æ>º r$...yþ.

3. Ñ§þ$Å°² Æø§þÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ C...yþMü¯þÞË™ø Mü*yþ¯þ HM>...™þÆý Ñ§þ$Å§þÓËÄý$...ÌZ A¯þ$ÐþÇ™þ ÐøÌýh Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé àË Ðþ$§þÅ ¦Ü...º...§é°² Æ>º r...yþ. C...í³yþ¯þÞ A¯þV> ¯þÑ$? Vü$×ý¿ê f MüÐþ$$ A¯þV> ¯þÑ$?

4. {Ôý×ýÌZ MüË$¦³ºyþ¯þ Mü´ëÜrÆý, C...yþMüÆý Ðþ$ÇÄý$$ Ñ§þ$Å°²Æø§þÐþ$$Ë™ø Mü*yþ¯þ ÐþËÄý$Ðþ$$¯þMü$ HM>...™þÆý

ÐøÌýh° A¯þ$ÐþÇ...^þºyþ¯þ¨. C...ʲ³yþ¯þÞMü$ ÐþËÄý$...ÌZ° Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé àÐþ$$ËMü$ ¦ÜÒ$MüÆÿ×êË¯þ$ Æ>º r ...yþ. A¯þ$¯é§þ... Ðþ§þ LCR ÐþËÄý$... Äý$$MüP {¦³ÐþÆÿ¯þ HÑ§þ...V> E... r $...¨?

5. HM>...™þÆÿ Ñ§þ$Å™þ ÐþËÄý$...ÌZ “ÝëÐþ$ÆÿüÅÐþ$$” ¯þMü$ ¦ÜÒ$MüÆÿ×ê°² Æ>º r ...yþ. ÝëÐþ$ÆÿüÅ Vü$×ýMüÐþ$$¯þ$ ÑÐþÇ...^þ...yþ.

6. LCR {Ôý×ý ÐþËÄý$...ÌZ $X_C > X_L$ Ðþ$ÇÄý$$ $X_C < X_L$. AÆÿ$$¯þ¦³#yþ$ ÐþËÄý$... Äý$$MüP {¦³ÐþÆÿ¯þ¯þ$ ÑÐþÇ...^þ...yþ. LCR ÐþËÄý$...ÌZ A¯þ$¯é§þ §þ–WÓ¦ÙÄý*°² ^þÇa...^þ...yþ.

7. A.C. ÐþËÄý$ ÑÔý¦Ù×ýÌZ (a) R - C ÐþËÄý$Ðþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ (b) L - R ÐþËÄý$Ðþ$$Ë Äý$$MüP {¦³ÐþÆÿ¯þ¯þ$ ¦Ü¨Ôé _{™þÐþ$$Ë ¦³§þ†¯þ HÑ§þ...V> ÑÐþÇ...^þVüËÐþ#?

9.19 ^þ§þ$Ðþ§þW¯þ {Vü...£éË$:

1. Electronic devices and circuits - Milliman and Halkies

2. Electricity and Electronics - Tayal

3. Physics Vol.II - Holiday and Resnik

4. Electricity - Berkeley Physics series.

యూనిట్ - 3

పాఠము -10

విద్యుదయస్కాంత తరంగములు మరియు మాక్స్‌వెల్ సమీకరణములు

ఈ పాఠ్యాంశం చదివిన తరువాత ఈ క్రింది విషయాలు గూర్చి నేర్చుకుంటారు.

- విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు మరియు మాక్స్‌వెల్ తరంగాలు విషయసంగ్రహము
- విద్యుత్ శాస్త్రము మరియు అయస్కాంతత్వం ప్రాథమిక సూత్రాలు
- విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ప్రసారానికి తరంగ సమీకరణము మరియు విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు స్వభావము
- పాయింటింగ్ సిద్ధాంతము దాని అభిలక్షణములు

పాఠ్యాంశ నిర్మాణము :

10.1 పరిచయము

10.2 విద్యుత్ శాస్త్రము మరియు అయస్కాంతత్వం ప్రాథమిక సూత్రాలు

10.3 డిస్‌ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహం

10.4 వాహక ప్రవాహం మరియు డిస్‌ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహం

10.5 మాక్స్‌వెల్ సమీకరణాల అవకలన రూపం

10.6 విద్యుదయస్కాంత తరంగాలకు మాక్స్‌వెల్ సమీకరణాలు

10.7 సమలీతి సమతల తరంగాలు

10.8 విద్యుదయస్కాంత తరంగాల తిర్యక్ స్వభావం

10.9 పాయింటింగ్ సిద్ధాంతం

10.10 విషయ సంగ్రహం

10.11 ముఖ్యమైన పదాలు

10.12 స్వయం సమాధాన ప్రశ్నలు

10.13 విషయ గ్రంథాలు

10.1 పరిచయం :

ఈ పాటికి విద్యుత్ మరియు అయస్కాంతత్వములకు సంబంధించిన ప్రాథమిక సూత్రములు గూర్చి మరియు విద్యుత్ మరియు అయస్కాంతక్షేత్ర ప్రభావాల గూర్చి తెలుసుకునివున్నారు.
ఈ క్షేత్రాలకు సంబంధించి నిలకడ పరిస్థితులను మాత్రమే చర్చించాం. కాని ఈ క్షేత్రాలు కాలంతో అత్యంత వేగంతో మార్పు చెందుతు ఉంటాయి అని మనం చర్చించలేదు. విద్యుత్ మరియు అయస్కాంతక్షేత్రాలు అనేక సందర్భాలలో కాలంతో అధికంగా మార్పుచెందడం గమనించవచ్చు. రేడియో మరియు టెలివిజన్ ప్రసారలలో విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు అత్యంత వేగంగా మార్పుచెందుతూ అంతరాళంలో ప్రయాణిస్తూ ఉంటాయి. ఈ పాఠంలో కాలంతో వేగంగా మారే విద్యుత్ మరియు అయస్కాంతక్షేత్రాల గూర్చి, వాటి ప్రాథమిక సూత్రాల గూర్చి మరియు విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ధర్మాల గూర్చి నేర్చుకుంటాము.

ఇప్పడు మనము కాలంతో అధిక వేగంగా మార్పు చెందే విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత క్షేత్రాలను గమనిద్దాము. ఈ సందర్భాలలో విద్యుత్ మరియు అయస్కాంతక్షేత్రాలు వాటి స్వతంత్రధర్మాలను కోల్పోతాయి.కాలంతో మారే అయస్కాంతక్షేత్రం వలన కాలంతో మారే విద్యుత్ క్షేత్రము మరియు కాలంతో మారే విద్యుత్ క్షేత్రం వలన కాలంతో మారే అయస్కాంతక్షేత్రము జనిస్తాయి అనే విషయాన్ని మాక్స్‌వెల్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు తన స్థానభ్రంశ విద్యుత్ ప్రవాహము అనే భావన ద్వారా వెలుగులోనికి తెచ్చాడు. కావున ఇకపై విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రము అనే భావనలోనే చర్చిస్తాము.విద్యుదయస్కాంతక్షేత్రాల ప్రవర్తన కాలంతో పాటు మారేవిధమును మాక్స్‌వెల్ నాలుగు ముఖ్యమైన సమీకరణాలు ద్వారా వివరించాడు. వీటిని మాక్స్‌వెల్ సమీకరణములు అంటారు మాక్స్‌వెల్ విద్యుదయస్కాంతతరంగాల ద్వారా శక్తి ప్రసారం జరుగుతుంది అని ప్రతిపాదించాడు. ఈ తరంగాలు (శూన్యయానకంలో) కాంతి వేగంతో ప్రయాణిస్తాయి అని కూడా నిరూపించాడు.

10.2 విద్యుత్ శాస్త్రానికి మరియు అయస్కాంతత్వశాస్త్రానికి సంబంధించిన ప్రాథమిక సూత్రాలు :

విద్యుత్ శాస్త్రంలోను మరియు అయస్కాంతత్వంలోను మనం చదివిన ప్రాథమిక సూత్రాలు క్రింద ఇవ్వబడ్డాయి

1) స్థిర విద్యుత్ శాస్త్రంలో గాస్‌నియమం ప్రకారం ఏదైనా సంవృత ఉపరితలం గుండా ప్రవహించే మొత్తం లంబవిద్యుత్ అభివాహం విలువ ఆ ఉపరితలంలోపల వుండే విద్యుదావేశమును యానకం యొక్క పెర్మిటావిటీ ε_0 తో భాగిస్తే వచ్చే విలువకు సమానము. $\oint \overline{E} \cdot \overline{dS} = \frac{q}{\varepsilon_0} \quad \rightarrow (1)$

2) ఇది స్థిరఅయస్కాంతశాస్త్రం లో గాస్ నియమం. దీని ప్రకారం ఏదయినా ఒక సంవృత తలం గుండా ప్రవహించే మొత్తం అభిలంబ అయస్కాంత అభివాహం విలువ సున్న. $\oint \overline{B} \cdot \overline{dS} = 0 \quad \rightarrow$ (2

3) ఇది ఫారడే విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ నియమం ఈ సూత్రం ప్రకారం కాలంతో మారే అయస్కాంతక్షేత్రము విద్యుత్‌క్షేత్రాన్ని జనింపచేస్తుంది అని తెలియజేస్తుంది $\oint \overline{E} \cdot \overline{dl} = -\frac{\partial \phi_B}{\partial t} \quad \rightarrow (3)$

4) దీనిని ఆంపియర్ నియమం అంటారు ఈ సూత్రం ఒక వాహకంలో ప్రవహిస్తున్న విద్యుత్ ప్రవాహం కారణంగా దీని చుట్టూ ఏర్పడే అయస్కాంతక్షేత్రం ఏ విధంగా వితరణచెందింది అనే విషయాన్ని తెలుపుతుంది ఈ నియమం ప్రకారం ఒక వాహకంలో విద్యుత్ ప్రవాహం ఉన్నప్పుడు దాని అయస్కాంత ప్రేరణ B అయితే ప్రమాణ అయస్కాంత ఆ ధృవం వలన వాహకం చుట్టూ సంవృత వలయం వెంబడి తీసుకుంటే వచ్చే విలువ యానకం పెర్మియబిలిటి μ_0 మరియు విద్యుత్ ప్రవాహం i. ల లబ్దానికి సమానము. $\oint \overline{B} \cdot \overline{dl} = \mu_0 i \quad \rightarrow (4)$

10.3 డిస్ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహం :

ఒక వాహకంలో ప్రవహించే విద్యుత వలన అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడుతుందని తెలుసుకున్నాము. మాక్స్‌వెల్ సిద్ధాంతము ప్రకారం శూన్యంలో కలిగే విద్యుత్ క్షేత్రంలోని మార్పు వలన కాని రోధకంలో కలిగే విద్యుత్ క్షేత్రంలోని మార్పువలన కాని అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడుతుందని తెలిసింది. అందువలన విద్యుత్‌క్షేత్రంలోని మార్పు అనగా ఒక సాధారణ విద్యుత్ వాహకంలోని విద్యుత్ ప్రభావం వలన కలిగే అయస్కాంత ప్రభావం, కాలంతో మారే విద్యుత్ క్షేత్రం వలన కలిగే అయస్కాంత ప్రభావం ఒకటే అని భావించారు. ఒక వాహకములో ప్రవాహించు విద్యుత్ ప్రవాహము వలన అయస్కాంత క్షేత్రము ఏర్పడుతుందని మనము చదువు కున్నాము అయితే మారే విద్యుత్ ప్రవాహం వలగ శూన్యంలోను లేదా రోధక పదార్థంలో అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడుతుందని మాక్స్‌వెల్ నిరూపించెను. అనగా మారేవిద్యుత్ క్షేత్రమునకు అనుగుణంగా విద్యుత్ ప్రవాహం ప్రవహిస్తుందని ఈ విద్యుత్ ప్రవాహం విద్యుత్ క్షేత్రంలో మార్పులు సంభవించుచున్నంతకాలం మాత్రమే ఉంటుందని మరియు ఇది సాదారణ విద్యుత్ ప్రవాహం మాదిరిగానే అదే అయస్కాంత ప్రభావంను ఏర్పరుచును. దీనికి "డిస్ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహం" అనిపేరు పెట్టారు. ఈ భావనలు ఉపయోగించి ఆంపియర్ సూత్రాన్ని క్రింది విధంగా మార్పు చేశారు.

సదిశా రూపంలో ఆంపియర్ సూత్రం $\bar{\nabla} \text{ X } \bar{B} = \mu_0 \bar{j}$ → (1) j ను ప్రవాహ సాంద్రత అంటారు.

రెండు వైపులా అపసరణ తీసుకుంటే $\bar{\nabla} . \left(\bar{\nabla} \text{ X } B\right) = \text{div curl } B = \text{div } \mu_0 \bar{j} = \mu_0 . \text{div } j$

కాని ఒక కర్ల్ యొక్క డైవర్జన్స్ ఎల్లప్పుడూ శూన్యము. అందువలన $\text{div } j = 0 \quad \left[\because \bar{\nabla}.\left(\mu_0 \bar{j}\right) = 0\right] \rightarrow (2)$

దీని ప్రకారం ఒక సంవృత వలయంలోని విద్యుత్ ప్రవాహం వలన జనించే అభివాహం విలువ శూన్యము అంటే విద్యుత్ ఎప్పుడూ మూయబడి వుంటుంది. విద్యుత్ జనించడం కాని శోషించడం కాని జరగదు.

కాని ఇది సాంతత్య నియమం $\text{div } j + \dfrac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ ప్రకారం విరుద్ధం. ρ ఆవేశ సాంద్రతను సూచిస్తుంది.

సమీకరణము (1) $\bar{\nabla} \text{ X } \bar{B} = \mu_0 \bar{j}$ ఆంపియర్ సూత్రము. ఇది కేవలం ఆవేశసాంద్రత స్థిరంగా వున్నప్పుడు మాత్రమే వర్తిస్తుంది అనిభావించాడు. కాని ఆవేశ సాంద్రత కనుక కాలంతో పాటు మారుతూ వుంటే ఈ సమీకరణము సరిపడదు. అంటే $\dfrac{\partial \rho}{\partial t}$ విలువ శూన్యం కాదు. కనుక నిలకడ విద్యుత్‌క్షేత్రాలు మరియు కాలంతో పాటుగా మారే విద్యుత్ క్షేత్రాలకు రెండింటికి వర్తించే విధంగా ఆంపియర్ సూత్రాన్ని సవరించాలని మాక్స్‌వెల్ తలంచాడు. దీని కోసం సమీకరణము 1 లో రెండువైపులా అపసరణ సరిపోయేట్లుగా ఒక పదాన్ని చేర్చాలని భావించాడు. ఆ విధంగా

$\bar{\nabla} \text{ X } \bar{B} = \mu_0 \bar{j} + \text{something}$ → (4) భావించాడు.

ఈ something ని తెలుసుకోవడం కోసం మాక్స్‌వెల్ క్రింది విధంగా ప్రతిపాదించాడు కాలంతో పాటు మారే అయస్కాంత క్షేత్రం వలన కాలంతోపాటె మారే విద్యుత్‌క్షేత్రం జనిస్తుంది అని భావించాడు.అదే విధంగా కాలంతో పాటు మారుతూవున్న విద్యుత్‌క్షేత్రం విలువ ఒక విద్యుత్ వాహకం గుండా విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్నపుడు మార్పు చెందే విద్యుత్‌క్షేత్రంలోని మార్పువలన సంభవించే అయస్కాంత ప్రభావానికి సమానము.దీనినే స్థానభ్రంశ విద్యుత్ ప్రవాహము అంటారు.

సదిశా రూపంలో గాస్ సూత్రాన్ని ఈ విధంగా వ్రాయవచ్చు. $\nabla.\bar{D} = \rho E$ ఇక్కడ $(\bar{D} = \varepsilon_0 \bar{E})$

రెండువైపులా t దృష్ట్యా అవకలనం చేస్తే $\nabla.\dfrac{\partial \bar{D}}{\partial t} = \dfrac{\partial \rho}{\partial t}$

$\nabla.\bar{j}$ నురెండువైపులా కలిపి మరల క్రమాన్ని సరిచేయగా

$$\nabla.\bar{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = \nabla.\bar{j} + \bar{\nabla}.\frac{\partial \bar{D}}{\partial t}$$

$$= \bar{\nabla}.\left(\bar{j} + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t}\right)$$

పెర్మిటివిటీ తో భాగిస్తే వచ్చే విలువకు సమానము

కాని సాంతత్య సమీకరణము ప్రకారం $\nabla.\bar{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = \bar{\nabla}.\left(\bar{j} + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t}\right) = 0$

అందువలన $\nabla.\bar{j} = 0$ స్థిరవిద్యుత్ ప్రవాహాలకు $\rightarrow$ (5)

మరియు $\bar{\nabla}.\left(\bar{j} + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t}\right) = 0$ అన్నివేళల

ఈ విధంగా మాక్స్‌వెల్ ఆంపియర్ సూత్రంలోని j ని $\left(\bar{j} + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t}\right)$ గామార్చుచేశారు

ఆంపియర్ సూత్రం

$$\boxed{\text{curl } B = \mu_0 \left(\bar{j} + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t}\right)} \rightarrow (6)$$

దీనిలో $\frac{\partial \bar{D}}{\partial t}$ ను స్థానభ్రంశ ప్రవాహసాంద్రత అంటారు. దీని విలువ కాలంతో మారుతూ వుంటుంది.

సమీకరణం (6) ను ఈ విధంగా వ్రాయవచ్చు

$$\boxed{\text{curl } B = \mu_0 \left(\bar{j} + \varepsilon_0 \frac{\partial \bar{E}}{\partial t}\right)} \rightarrow (7)$$

10.4 వహన విద్యుత్ మరియు డిస్‌ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహము.

భౌతిక భావన :

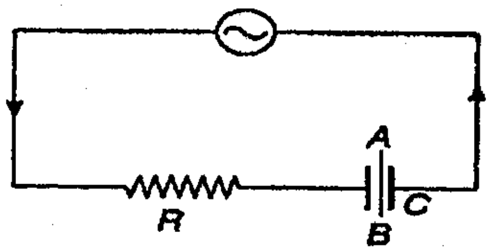


Fig. (1)

ఒక సమాంతరపలకల కండెన్సర్ శ్రేణిలో నిరోధము కలుపబడి వ్యవస్థ ఒక ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహజనకానికి కలుపబడినది అనుకొనుము. పటము 1 లో చూపబడినది శ్రేణి వలయంలో ఏ మధ్యచ్ఛేధం వద్ద చూసినా ఒకే విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంటుంది అని తెలుసు. ఒక రోధకం పెర్మిటివిటీ కెపాసిటర్ వలయంలో ఉంది. ఈ రోధకం విద్యుత్ బంధకం కాబట్టి దీనిలో ఆవేశాలుస్వేచ్ఛాగాకదలలేవు. అందువలన కెపాసిటర్ మధ్యచేద్దాన్ని ఎక్కడ అయినా తీసుకుని చూస్తే అక్కడ వహన విద్యుత్ ప్రవాహం వుండడానికి అవకాశం లేదు వహన ఎలక్ట్రాన్‌లు కెపాసిటర్ పలకలలో ఒక దానిలోనికి ప్రవేశిస్తాయి. రెండవ పలకలనుండి వహన ఎలక్ట్రాన్ బయటకు నడుస్తాయి.కాని పలకల మధ్య నుండే రోధకంలో మాత్రం స్వేచ్ఛాఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రవాహంవుండదు. ఈ విధంగా కెపాసిటర్ పలకల మధ్య ప్రదేశంలో ఒక విచ్ఛిన్నత (discontinuity) ఏర్పడుతుంది.ఈ విచ్ఛిన్నతను పొగొట్టి, శ్రేణి వలయంలో అన్ని మధ్యచ్ఛేదముల వద్ద విద్యుత్ ప్రవాహం ఒకే విలువను కలిగియుండునట్లుగా చేయడానికి మాక్స్‌వెల్ శాస్త్రజ్ఞుడు డిస్‌ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహం అనే భావనను ప్రవేశపెట్టాడు.

వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం (i_c) కాలంతో పెరుగుతున్నపుడు ఏదయినా ఒకా నొక ప్రత్యేకసమయములో కెపాసిటర్ పలకలమీద ఆవేశం q అనుకుందాము.

వాహన విద్యుత్ ప్రవాహం $i_c = \frac{dq}{dt} \rightarrow (1)$

విద్యుత్ డిస్‌ప్లేస్‌మెంట్ $D = \sigma = \frac{q}{A} \rightarrow (2)$

σ ఉపరితలఆవేశసాంద్రత , A కెపాసిటర్ పలక వైశాల్యం

కావునా $q = D.A \rightarrow (3)$

1) మరియు 3) సమీకరణముల నుండి $i = \frac{d}{dt}(D.A) = A.\frac{dD}{dt} \rightarrow (4)$

ఇక్కడ $A.\frac{dD}{dt}$ పదమును రోధకము లోపలి ప్రవాహముగా భావించ వచ్చునని మాక్స్‌వెల్ ప్రతిపాదించాడు. దీనినే

"డిస్‌ప్లేస్‌మెంట్" ప్రవాహము i_d అన్నారు. కావునా $\boxed{i_d = A.\frac{dD}{dt}} \rightarrow (5)$

మరియు $\overline{J_d}$ డిస్‌ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహ సాంద్రత $\boxed{\overline{J_d} = \frac{d\overline{D}}{dt}} \rightarrow (6)$

$\overrightarrow{D}$ విలువ అంతరాళం ను బట్టి మారుతుంది కావునా $\boxed{\overline{J_d} = \frac{\partial \overline{D}}{\partial t}} \rightarrow (7)$

అందువలన రోధకం లోపల డిస్‌ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహం i_d వుంటుంది ఇది వలయంలోని వాహన ప్రవాహం i_c తో సమానము. ఫలితంగా, వలయంలో ఏ మధ్యచ్ఛేధాల వద్ద చూచినా మొత్తం ప్రవాహం i అవుతుంది.

<u>ముఖ్య విషయాలు</u>

1) వాహన విద్యుత్ ప్రవాహము మరియు సానబరంశ విద్యుత్ పవాహము అనే భావన పటంలో చూపబడినది.

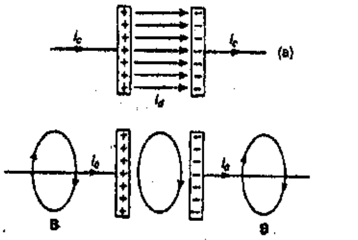


Fig. (2) Concepts of conduction and displacement current

2) Âb Íd % sYÿ ¿£| ‰¿£qT+& Ie T] j TT¿£| ‰¿£qT r >\ < Ç I y IV lq $ < TÔY¢ ¥ IV I+ i_c ప్రవహిస్తుంది. కాని కెపాసిటర్ పలకలమధ్య కాలంతో మారే విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పంపినపుడు కెపాసిటర్ పలకలమధ్య స్థానభ్రంశ విద్యుత్ ప్రవాహం i_d పవహిస్తుందని మాక్స్‌వెల్ ప్రతిపాదించాడు.

3) డిస్ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహ సాంద్రత J_d కెపాసిటర్ పలకల ద్వారా నేరుగా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని సూచించదు.ఒక పలక నుండి రెండవ పలకకు చేరే ఆవేశప్రవాహాల రేటుని దృశాప్రవాహంగా సూచిస్తుంది.అందువలనే దీని డిస్ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహం అన్నారు.

4) వాహన ప్రవాహం మరియు డిస్ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహాలు సమానం. $i_c = i_d$

5) వాహన ప్రవాహంలాగే డిస్ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహం కూడా అయస్కాంతక్షేత్ర జనకం ద్వారానే ఉద్భవిస్తుంది.

6) వాహకాలలో వాహన ప్రవాహంతోపోలిస్తే డిస్ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహం అత్యల్పంగా వుంటుంది.అయితే అత్యధిక పౌనఃపున్యంగల ఏకాంతర ప్రవాహాల విషయంలో మాత్రం వాహకాలలో డిస్ప్లేస్‌మెంట్ ప్రవాహం తగినంత ప్రాముఖ్యం కల్గివుంటుంది.

7) విద్యుత్ క్షేత్రం E కాలనుగుణంగా మారుతూవున్నంత సేపు మాత్రమే డిస్ప్లేస్‌మెంట్ విద్యుత్ ప్రవాహం D వుంటూ అదికూడా కాలంతో మారుతూవుంటుంది కెపాసిటర్ కు అందించిన గరిష్ఠ వరకూ కెపాసిటర్ ఆవేశ పూరితమయినపడు, వలయంలోని విద్యుత్ ప్రవాహం సున్నాకు చేరుతుంది. అపుడు పలకల మధ్య విద్యుత్‌క్షేత్రం E అనే స్థిర విలువకు చేరుతుంది. అపుడు DE /dt) మరియు (d D/ dt) లు సున్నా విలువను పొందుతాయి.

8)డిస్ప్లేస్‌మెంట్ విద్యుత్ ప్రవాహం కూడా సాధారణ విద్యుత్ ప్రవాహమితులను కలిగివుంటుంది.అందువలనే దీనిని డిస్ప్లేస్‌మెంట్ విద్యుత్ ప్రవాహం అంటారు.

<u>10.5 అవకలనరూపంలో మాక్స్‌వెల్ సమీకరణాలు :</u>

1861 సంవత్సరంలో మాక్స్‌వెల్ విద్యుత్ శాస్త్రానికి మరియు అయస్కాంత శాస్త్రానికి సంబంధించిన 4 ప్రాథమిక సూత్రాలను తయారు చేశాడు.వీటినే మాక్స్‌వెల్ సూత్రాలు అంటారు.వాటి సమాకలన రూపాలు క్రిందన ఈయబడ్డాయి.

ఉదా :

$$\oint \overline{E} \cdot \overline{dS} = \frac{q}{\varepsilon_0} \rightarrow (1)$$

$$\oint \overline{B} \cdot \overline{dS} = 0 \rightarrow (2)$$

$$\oint \overline{E} \cdot \overline{dl} = -\frac{\partial \phi_B}{\partial t} \rightarrow (3)$$

$$\oint \overline{B} \cdot \overline{dl} = \mu_0 \left(\overline{j} + \varepsilon_0 \frac{\partial \overline{E}}{\partial t} \right) \rightarrow (4)$$

వీటికి అవకలన రూపాలను కూడా ఈ క్రింది విధంగా వ్రాయవచ్చు.

$$\text{div } \overline{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0} \rightarrow (5)$$

$$\text{div } \overline{B} = 0 \rightarrow (6)$$

$$\text{Curl } \overline{E} = -\frac{\partial \overline{B}}{\partial t} \rightarrow (7)$$

$$\text{Curl } \overline{B} = \mu_0 \left(\overline{j} + \varepsilon_0 \frac{\partial \overline{E}}{\partial t} \right) \rightarrow (8)$$

ఉత్పాదన : సమాకలన రూపాలనుండి అవకలన రూపంలోనికి ఈ క్రింది విధంగా మార్చవచ్చు.

1 వ సమీకరణం విద్యుత్ శాస్త్రంలో గౌస్ నియమాన్ని సూచిస్తుంది. అది $\oint \overline{E} \cdot \overline{dS} = \frac{q}{\varepsilon_0}$

ఆవేశం ρ ని , ఘనపరిమాణ ఆవేశసాంద్రత dV పరంగా ఈక్రింది విధంగా వ్రాయవచ్చు $q = \int_V \rho \, dv$

$$\therefore \oint \overline{E} \cdot \overline{dS} = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_V \rho \, dv$$

$$\oint \varepsilon_0 \overline{E} \cdot \overline{dS} = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_V \rho \, dv$$

$$\oint \overline{D} \cdot \overline{dS} = \int_V \rho \, dv \quad (\because \overline{D} = \varepsilon_0 \overline{E})$$

కాని అపసరణ సిద్ధాంతం ప్రకారం $\oint \overline{A} \cdot \overline{dS} = \int_V \left(\nabla . \overline{A} \right) dv$

అందువలన $\oint \overline{D} \cdot \overline{dS} = \int_V \left(\nabla . \overline{D} \right) dv$

$$\int_V \left(\nabla . \overline{D} \right) dv = \int_V \rho \, dv$$

$$\therefore \overline{\nabla} . \overline{D} = \rho \text{ లేక } \overline{\nabla} . \overline{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

$$\boxed{\text{div } \overline{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}} \rightarrow (a) \quad \text{లేక} \quad \frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

2) అయస్కాంతశాస్త్రానికి సంబంధించిన గాస్ నియమం ప్రకారం $\oint \overline{B} \cdot \overline{dS} = 0$

ఉపరితల సమతలాలనిని ఘనపరిమాణసమతలాలనిగా మార్చుచేస్తే ఈ విధంగా వ్రాయవచ్చు $\oint \overline{B} \cdot \overline{dS} = \int_V \left(\nabla . \overline{B}\right) dv$

$$\int_V \left(\nabla . \overline{B}\right) dv = 0$$

ఇక్కడ ఘనపరిమాణం ఎంతయినా $\boxed{\nabla . \overline{B} = 0}$ $\rightarrow$ (b) అవ్వవచ్చు లేక $\frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial y} + \frac{\partial B_z}{\partial z} = 0$

3) ఫారడే విద్యుత్ అయస్కాంత సిద్ధాంతం ప్రకారం

$$\oint \overline{E} \cdot \overline{dl} = -\frac{\partial \phi_B}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t}\int_S \overline{B} . \overline{dS} = -\int_S \frac{\partial \overline{B}}{\partial t} . \overline{dS}$$

స్టోక్ సిద్ధాంతమును అను వర్తింప చేయగా $\oint \overline{E} \cdot \overline{dl} = \int_S \left(\overline{\nabla} X \overline{E}\right) . \overline{dS}$

$$\int_S \left(\overline{\nabla} X \overline{E}\right) . \overline{dS} = -\int_S \frac{\partial \overline{B}}{\partial t} . \overline{dS}$$

అన్ని తలాలకు సమీకరణం నిజము కావునా $\overline{\nabla} X \overline{E} = -\frac{\partial \overline{B}}{\partial t}$ లేక $\boxed{\text{Curl } \overline{E} = -\frac{\partial \overline{B}}{\partial t}}$ $\rightarrow$ (c)

లేక $\bar{i}\left[\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z}\right] + \bar{j}\left[\frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x}\right] + \bar{k}\left[\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y}\right] = -\frac{\partial}{\partial t}\left[B_x \bar{i} + B_y \bar{j} + B_z \bar{k}\right]$

$$\therefore \left[\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z}\right] = -\frac{\partial B_x}{\partial t}$$

$$\left[\frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x}\right] = -\frac{\partial B_y}{\partial t}$$

$$\left[\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y}\right] = -\frac{\partial B_z}{\partial t}$$

4) ఆంపియర్ సిద్ధాంతం ప్రకారం $\oint \overline{B} \cdot \overline{dl} = \mu_0 i$

$$\oint \overline{B} \cdot \overline{dl} = \int_S \left(\overline{\nabla} X \overline{B}\right) . \overline{dS}$$

$$\therefore \int_S \left(\overline{\nabla} X \overline{B}\right) . \overline{dS} = \mu_0 \int_S \bar{j} . \overline{dS}$$

j ని $\bar{j}+\varepsilon_0 \frac{\partial \bar{E}}{\partial t}$ గా మార్చుచేస్తే $\bar{\nabla} X \bar{B} = \mu_0 \bar{j}$

లేక

$$\boxed{\bar{\nabla} X \bar{B} = \mu_0 \left(\bar{j} + \varepsilon_0 \frac{\partial \bar{E}}{\partial t} \right)} \rightarrow (d)$$

10.6 మాక్స్‌వెల్ తరంగ సమీకరణము లేక విద్యుదయస్కాంత తరంగ సమీకరణము.

మాక్స్‌వల్ విద్యుదయస్కాంత సమీకరణాలను సమరీతి సమదైశిక రోధక యానకానికి వర్తింపచేద్దాము (శూన్య యానకముతో సహా, పెర్మిటివిటీ విలువ) $\varepsilon = \varepsilon_0$ రోధక యానకము విద్యుత్ ప్రవాహానికి అనంతమైన నిరోధాన్ని ఆపాదిస్తుంది కావునా దాని వాహకత్వ గుణకము శూన్యము .అనగా సమరీతి సమదైశిక యానకంలో ఆవేశం ఘనపరిమాణ ఆవేశ సాంద్రాత శూన్యము .కావునా $\bar{j} = 0$, $\rho=0$, $\bar{D} = k\varepsilon_0 \bar{E} = \varepsilon E$ మరియు $\bar{B} = \mu_0 \mu_r \bar{H}$,

కావునా రోధక యానకానికి మాక్స్‌వల్ సమీకరణములు $\nabla . \bar{E} = 0 \rightarrow (1)$

$$\nabla . \bar{B} = 0 \rightarrow (2)$$

$$\nabla X \bar{E} = -\frac{\partial \bar{B}}{\partial t} \rightarrow (3)$$

$$\nabla X \bar{B} = \mu\varepsilon \frac{\partial \bar{E}}{\partial t} \rightarrow (4)$$

రోధక యానకములో తరంగ చలనానికి సమీకరణం రాబట్టలంటే 3) మరియు 4) సమీకరణముల నుండి $\bar{E}$ ను తప్పించాలి.

సమీకరణము 4) కు రెండు వైపులా కర్ల్ తీసుకుంటే $\nabla X \nabla X \bar{B} = \nabla X \mu\varepsilon \frac{\partial \bar{E}}{\partial t} = \mu\varepsilon \left(\nabla X \frac{\partial \bar{E}}{\partial t} \right)$

$$= \mu\varepsilon \frac{\partial}{\partial t} \left(\nabla X \bar{E} \right)$$

$$= \mu\varepsilon \frac{\partial}{\partial t} \left(-\frac{\partial \bar{B}}{\partial t} \right)$$ సమీకరణము 3) నుండి

$$= -\mu\varepsilon \frac{\partial^2 \bar{B}}{\partial t^2}$$

$$\nabla X \nabla X \bar{B} = -\mu\varepsilon \frac{\partial^2 \bar{B}}{\partial t^2} \rightarrow (5)$$

$\nabla X \nabla X \bar{B} = \nabla \left(\nabla . \bar{B} \right) - \nabla^2 \bar{B}$ మరియు $= \nabla (0) - \nabla^2 \bar{B}$ సమీకరణము (2) నుండి కావునా

$$\nabla X \nabla X \bar{B} = -\nabla^2 \bar{B} \rightarrow (6)$$

సమీకరణం (6) ను సమీకరణం (5) $\nabla X \nabla X \overline{B}$ లో ప్రతిక్షేపించగా $-\nabla^2\overline{B} = -\mu\varepsilon\frac{\partial^2\overline{B}}{\partial t^2}$

$$\boxed{\nabla^2\overline{B} = \mu\varepsilon\frac{\partial^2\overline{B}}{\partial t^2}} \rightarrow (7)$$

(B) సమీకరణం (3) కు రెండువైపులా కర్ల్ తీసుకుంటే $\nabla X\left(\nabla X \overline{E}\right) = \nabla X -\frac{\partial\overline{B}}{\partial t}$

$$= -\frac{\partial}{\partial t}\left(\nabla X \overline{B}\right)$$

సమీకరణం (4) నుండి

$$= -\mu\varepsilon\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial\overline{E}}{\partial t}\right)$$

$$= -\mu\varepsilon\frac{\partial^2\overline{E}}{\partial t^2}$$

$$\therefore \nabla X\left(\nabla X \overline{E}\right) = -\mu\varepsilon\frac{\partial^2\overline{E}}{\partial t^2} \rightarrow (8)$$

$\nabla X \nabla X \overline{E} = \nabla\left(\nabla . \overline{E}\right) - \nabla^2\overline{E}$ కావునా

సమీకరణం 1 నుండి $= \nabla\left(0\right) - \nabla^2\overline{E}$

సమీకరణం (8) మరియు (9) ల నుండి $-\nabla^2\overline{E} = -\mu\varepsilon\frac{\partial^2\overline{E}}{\partial t^2}$

$$\boxed{\nabla^2\overline{E} = \mu\varepsilon\frac{\partial^2\overline{E}}{\partial t^2}} \rightarrow (10)$$

తరంగవేగము : సమీకరణములు (7) మరియు (10) లు అయస్కాంత క్షేత్రము $\overline{B}$ మరియు విద్యుత్‌క్షేత్రము $\overline{E}$ ల కాలముతోను యానకముతోను మార్పును సూచించును. ఈ సమీకరణాలను $\overline{B}$ మరియు $\overline{E}$ లకు సంబంధించిన తరంగ సమీకరణములు ఇవి సాధారణ తరంగ అవకలనసమీకరణములు.

సాధారణ తరంగ సమీకరణము $\nabla^2 y = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \rightarrow (11)$

ఇక్కడ 'v' తరంగవేగము మరియు y తరంగ కంపన పరిమితి.సమీకరణములు 10) మరియు 11) లను పోల్చగా

$\frac{1}{v^2}$ విలువ $\mu\varepsilon$ కు సమానము అని తెలియుచున్నది.దీనిని బట్టి $\overline{E}$ మరియు $\overline{B}$ లు సమతి తిమరియు సమజాతీయ యానకంలో కాలానుగుణంగా మార్పు చెందుతూ ప్రయాణిస్తున్నాయి అని తెలియుచున్నది.

$$\frac{1}{v^2} = \mu\varepsilon \text{ లేక } v^2 = \frac{1}{\mu\varepsilon} \qquad \boxed{\therefore\ v = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}} \rightarrow (12)$$

μ మరియు ε లు యానకము యొక్క పెర్మియబిలిటీ మరియు పెర్మిటివిటీలను సూచిస్తాయి.

దీనిని బట్టి విద్యుత్క్షేత్రసదిశ $\overline{E}$ మరియు అయస్కాంత క్షేత్ర సదిశ $\overline{B}$ లు అంతరాళంలో $v = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$ అనే తరంగ వేగంతో చలిస్తాయి. వీటిని సర్వసాధారణంగా విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు అంటారు.

శూన్యయానకంలో $v = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$ కాని $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ మరియు $\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9}$

$$\therefore\ v = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}} = \frac{1}{\sqrt{\left(4\pi \times 10^{-7}\right)\left(\frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9}\right)}}$$

$$= \sqrt{9 \times 10^{16}} = 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$$

ఈ విధంగా $\overline{E}$ మరియు $\overline{B}$ లు చలించే ప్రసారవేగం శూన్యంలో కాంతివేగానికి సమానము.
సమీకరణములు (7) మరియు (10) లు త్రిదిశా అంతరాళంలో తరంగ చలనాన్ని సూచిస్తాయి. ఈ తరంగాలు విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత సదిశలతో కూడి ఆవర్తన చలనంగా ఉంటాయి. కావునా వీటిని విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు అంటారు. ఈవిధంగా త్రిదిశా అంతరాళంలో ప్రయాణించే విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు కాంతి తరంగాలని మాక్స్‌వెల్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు ఋజువుచేసాడు.

రోధకం యొక్క వక్రీభవన గుణకం కనుగొనుట :-

ఒక రోధక లేదా అవాహక యానకంలో విద్యుదయస్కాంతతరంగాలు వేగము $v = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}} \rightarrow (1)$

μ మరియు ε లు యానకం యొక్క పెర్మియబిలిటీ మరియు పెర్మిటివిటీలు. శూన్యంలో విద్యుదయస్కాంత తరంగాల వేగము $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$

యానకం యొక్క వక్రీభవనగుణకం 'n' అయితే $n = \frac{c}{v} = \frac{\frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}}{\frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}} = \sqrt{\frac{\mu\varepsilon}{\mu_0\varepsilon_0}}$

ఎక్కువ రోధక యానకాలకు $\mu = \mu_0$

$$\therefore\ n = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}} = \sqrt{k}$$ k యానకం యొక్క రోధక స్థిరాంకము

ఈ విధంగా యానకం యొక్క వక్రీభవన గుణకం 'n' ఆ యానకం యొక్క రోధక స్థిరాంకం k యొక్క వర్గమూలానికి సమానము.

వక్రీభవన గుణకం పరంగా యానకంలో విద్యుదయస్కాంత తరంగాల వేగము :-

శూన్య యానకంలో విద్యుదయస్కాంత తరంగాల వేగము $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}}$

రోధక యానకంలో విద్యుదయస్కాంత తరంగాల వేగము $c_m = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$

ఇక్కడ $\mu = \mu_0\mu_r$ మరియు $\varepsilon = k\varepsilon_0$

ను యానకం యొక్క వక్రీభవన గుణకం అంటారు

10.7 ఏకరీతిసమతల తరంగము :-

ఏకరీతిసమతల తరంగము అనునది తరంగ సమీకరణము యొక్క ప్రత్యేక సందర్భము సమతల తరంగం విషయంలో విద్యుత్‌క్షేత్ర సదిశ $\overline{E}$, y మరియు z అక్షంలపై ఆధారపడదు. x అక్షం మీద, కాలము t మీద మాత్రమే ఆధారపడుతుంది. అట్టి తరంగాన్ని సమతల తరంగము అంటారు.

సమతల తరంగాన్ని ఈ విధంగా వ్రాయవచ్చు. $\frac{\partial^2 \overline{E}}{\partial x^2} = \mu\varepsilon \frac{\partial^2 \overline{E}}{\partial t^2}$

విద్యుత్ క్షేత్ర సదిశ $\overline{E}$ అంశం పరంగావ్రాస్తే

$$\frac{\partial^2 E_x}{\partial x^2} = \mu\varepsilon \frac{\partial^2 E_x}{\partial t^2} \rightarrow (1a)$$

$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \mu\varepsilon \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} \rightarrow (1b)$$

$$\frac{\partial^2 E_z}{\partial x^2} = \mu\varepsilon \frac{\partial^2 E_z}{\partial t^2} \rightarrow (1c)$$

ఆవేశ సాంద్రత $\rho = 0$ అనే ప్రాంతంలో $\overline{\nabla} . \overline{E} = 0$

మరియు
$$\frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z} = 0 \rightarrow (2)$$

ఏకరీతి సమతల తరంగం విషయంలో సదిశ $\overline{E}$, y మరియు z అక్షాలపై ఆధారపడదు

కావున $\frac{\partial E_y}{\partial y}$ మరియు $\frac{\partial E_z}{\partial z} = 0 \therefore \frac{\partial E_x}{\partial x} = 0$ లేక $E_x =$ స్థిరము - (3)

(3) e d■T%&B+ qT+&■ X- దిశలో E_X స్థిరము అని తెలియుచున్నది. అనగా సమతలతరంగములోని విద్యుత్‌క్షేత్ర సదిశ ఎల్లప్పుడూ తరంగాగ్రానికి సమాంతరంగా వుండాలి అంటే సమతల తరంగాగ్రానికి సమాంతరంగా వుండాలి అంటే సమతల తరంగ ప్రసారదిశకు లంబంగా వుండాలి. అంటే $\overline{E}$ లో X- అంశము వుండరాదు. అదే విధంగా $\overline{E}$ లో ముడిపడివున్న $\overline{B}$ యొక్క $\overline{H}$ కు కూడా X- అంశము వుండదు. అంటే ఏకలీతి సమతల తరంగానికి తిర్యక్ స్వభావం వుంటుంది $\overline{E}$ మరియు $\overline{H}$ లు తరంగ ప్రసారదిశకు పరస్పరం లంబంగా వుంటాయి.

<u>10.8) విద్యుదయస్కాంత తరంగాల తిర్యక్ స్వభావం :-</u>

విద్యుదయస్కాంత తరంగములో $\overline{E}$ సదిశ మరియు $\overline{B}$ సదిశలు ఒకే అక్షం (X-అక్షం) పరంగాను మరియు కాలం t తోను మాత్రమే మార్పుచెందుతున్నట్లుగా వూహించుము అనగా $E = E(x,t)$ మరియు $B = B(x,t)$

కాని $\overline{\nabla} . \overline{E} = 0$ మరియు $\frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z} = 0$

$\therefore \frac{\partial E_x}{\partial x} = 0$ మరియు $E_x =$ స్థిరము $\rightarrow$ (1)

మరియు $\overline{\nabla} . \overline{B} = 0$ మరియు $\frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial y} + \frac{\partial B_z}{\partial z} = 0$

$\therefore \frac{\partial B_x}{\partial x} = 0$ $B_x =$ స్థిరము $\rightarrow$ (2)

$\overline{E}$ సదిశ మరియు $\overline{B}$ సదిశల అవకలనాలు Y అక్షం మరియు Z అక్షం పరంగా శూన్యము అని భావించి (1) మరియు (2) సమీకరణాలను సాధించాము.

మరియు curl $\overline{E} = -\frac{\partial \overline{B}}{\partial t}$

$$\therefore \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_x & E_y & E_z \end{vmatrix} = -\frac{\partial}{\partial t}\left[\bar{i} B_x + \bar{j} B_y + \bar{k} B_z\right]$$

ఇప్పుడు $\bar{i}\left[\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z}\right] = -\bar{i}\frac{\partial B_x}{\partial t} = 0 \rightarrow (3)$

$\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} = 0$ ($\because$ E సదిశ X అక్షం పరంగా మాత్రమే మారుతుంది)

సమీకరణం (3) నుండి $\frac{\partial B_x}{\partial t} = 0$ లేక $B_x =$ స్థిరము $\rightarrow$ (4)

అదేవిధంగా $\overline{B}$ కర్ల్ తీసుకుంటే E_x = స్థిరము అని చూపవచ్చు.

దీనిని బట్టి E_x మరియు B_x లు కాలంతో బాటు అంతరాళంలో స్థిరంగా వుంటాయి.వాటి అంశాలు కూడ స్థిరము మరియు తరంగ ప్రసారంలో వాటి ప్రభావం కూడ వుండదు.

అందువలన $\overline{E} = \bar{j}\, E_y + \overline{K}\, E_z$

మరియు $\overline{E} = \bar{j}\, E_y + \overline{K}\, E_z$

$\overline{E}$ మరియు $\overline{B}$ సదిశలకు x అక్షం అంశాలు లేవు కాబునా x అక్షం దిశ తరంగప్రసారదిశను సూచిస్తుంది.ఈ అంశాలు తరంగ ప్రసార దిశకు లంబంగా వుంటాయి.అందువలన విద్యుదయస్కాంతతరంగాలు తిర్యక్ తరంగాలు అని భావించవచ్చు.

<u>2 వ రకం సాధన :</u>

విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు $\nabla^2\overline{B} = \mu\varepsilon\left(\dfrac{\partial^2\overline{B}}{\partial t^2}\right) = \dfrac{1}{c^2}\left(\dfrac{\partial^2\overline{B}}{\partial t^2}\right)$

$$\nabla^2\overline{E} = \mu\varepsilon\left(\frac{\partial^2\overline{E}}{\partial t^2}\right) = \frac{1}{c^2}\left(\frac{\partial^2\overline{E}}{\partial t^2}\right)$$

ఇక్కడ 'c' ను తరంగప్రసార వేగం అంటారు. పై సమీకరణాలకి సమతల పురోగామి సాధన

$$\overline{B} = \overline{B_0}\exp\left(-i\left(\omega t - \bar{k}.\bar{r}\right)\right)$$

$$\overline{E} = \overline{E_0}\exp\left(-i\left(\omega t - \bar{k}.\bar{r}\right)\right) \quad \rightarrow (1)$$

ఇక్కడ $\bar{k}$ ను తరంగ ప్రసార సదిశ లేదా తరంగ సదిశ అంటారు. ఇక్కడ $i = \sqrt{-1}$ అంటారు.

$$\bar{k} = k\hat{n} = \frac{2\pi}{\lambda}\hat{n} = \frac{2\pi f}{c}\hat{n} = \frac{\omega}{c}\hat{n}$$

ఇక్కడ $\hat{n}$ ను ప్రసారదిశ యొక్క ప్రమాణ సదిశ అంటారు.

$$\overline{\nabla}.\overline{E} = \overline{\nabla}\,.\left[\overline{E_0}\exp\left(-i\left(\omega t - \bar{k}.\bar{r}\right)\right)\right]$$

$$\therefore\ \overline{\nabla}.\overline{E} = \left[\bar{i}\frac{\partial}{\partial x} + \bar{j}\frac{\partial}{\partial y} + \bar{k}\frac{\partial}{\partial z}\right].\left[\overline{E_0}\exp\left(-i\left(\omega t - \bar{k}.\bar{r}\right)\right)\right]$$

$$= \left[\bar{i}\frac{\partial}{\partial x} + \bar{j}\frac{\partial}{\partial y} + \bar{k}\frac{\partial}{\partial z}\right].\left[\overline{E_0}\exp\left(-i\left(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z\right)\right)\right]$$

$$= \left[\bar{i}\frac{\partial}{\partial x} + \bar{j}\frac{\partial}{\partial y} + \bar{k}\frac{\partial}{\partial z}\right].\left[\bar{i}\,E_{0x} + \bar{j}\,E_{0y} + \bar{k}\,E_{0z}\right] \times \exp\left(-i\left(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z\right)\right)$$

$$= \left[E_{0x}\frac{\partial}{\partial x} + E_{0y}\frac{\partial}{\partial y} + E_{0z}\frac{\partial}{\partial z}\right] \times \exp\left(-i\left(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z\right)\right)$$

$$= \left[E_{0x} i\, k_x + E_{0y} i\, k_y + E_{0z} i\, k_z\right] x \exp\left(-i\left(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z\right)\right)$$

$$= i\left[E_{0x}\, k_x + E_{0y}\, k_y + E_{0z}\, k_z\right] x \exp\left(-i\left(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z\right)\right)$$

$$= i\left(\bar{k} \cdot \overline{E_0}\right) \exp\left(-i\left(\omega t - \bar{k}.\bar{r}\right)\right) = i\,\bar{k} \cdot \bar{E} = 0$$ (మాక్స్‌వెల్ సమీకరణం నుండి)

$$\boxed{\therefore \bar{k} \cdot \bar{E} = 0} \rightarrow (2)$$

ఈ సమీకరణం నుండి $\bar{k}$ మరియు $\bar{E}$ సదిశల బిందు లబ్ధము శూన్యము. అనగా ఈ రెండు సదిశలు ఒక దానికి ఒకటి లంబంగావున్నాయి. అనగా విద్యుత్‌క్షేత్రాసదిశ $\bar{E}$ ప్రసార సదిశ $\bar{k}$ కు లంబంగా వుంటుంది.

$\bar{B}$ యొక్క తిర్యక్ స్వభావాన్ని చూపుట :-

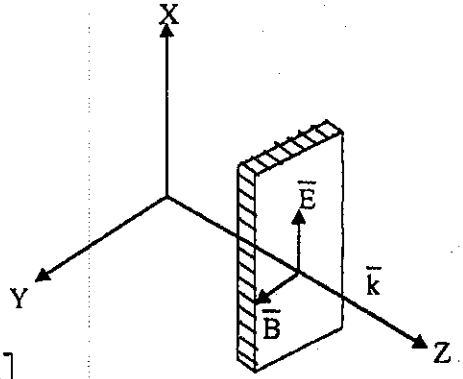


Fig - 3

$$\bar{\nabla}.\bar{B} = \bar{\nabla} \cdot \left[\overline{B_0} \exp\left(-i\left(\omega t - \bar{k}.\bar{r}\right)\right)\right]$$

$$\left[\bar{i}\frac{\partial}{\partial x} + \bar{j}\frac{\partial}{\partial y} + \bar{k}\frac{\partial}{\partial z}\right] \cdot \left[\overline{B_0} \exp\left(-i\left(\omega t - \bar{k}.\bar{r}\right)\right)\right]$$

$$= \left[\bar{i}\frac{\partial}{\partial x} + \bar{j}\frac{\partial}{\partial y} + \bar{k}\frac{\partial}{\partial z}\right] \cdot \left[\overline{B_0} \exp\left(-i\left(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z\right)\right)\right]$$

$$= \left[\bar{i}\frac{\partial}{\partial x} + \bar{j}\frac{\partial}{\partial y} + \bar{k}\frac{\partial}{\partial z}\right] \cdot \left[\bar{i} B_{0x} + \bar{j} B_{0y} + \bar{k} B_{0z}\right] x \exp\left(-i\left(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z\right)\right)$$

$$= \left[B_{0x}\frac{\partial}{\partial x} + B_{0y}\frac{\partial}{\partial y} + B_{0z}\frac{\partial}{\partial z}\right] x \exp\left(-i\left(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z\right)\right)$$

$$= \left[B_{0x} i\, k_x + B_{0y} i\, k_y + B_{0z} i\, k_z\right] x \exp\left(-i\left(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z\right)\right)$$

$$= i\left[B_{0x}\, k_x + B_{0y}\, k_y + B_{0z}\, k_z\right] x \exp\left(-i\left(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z\right)\right)$$

$$= i\left(\bar{k} \cdot \overline{B_0}\right) \exp\left(-i\left(\omega t - \bar{k}.\bar{r}\right)\right) = i\,\bar{k} \cdot \bar{B} = 0$$ (మాక్స్‌వెల్ సమీకరణం నుండి)

$$\boxed{\therefore \bar{k} \cdot \bar{B} = 0} \rightarrow (3)$$

దీనిని బట్టి $\bar{k}$ మరియు $\bar{B}$ ల బిందు లబ్ధము కూడ శూన్యము. అందువలన $\bar{k}$ మరియు $\bar{B}$ లు ఒక దానికి ఒకటి లంబంగా వుంటాయి. అంటే అయస్కాంతసదిశ $\bar{B}$, ప్రసార సదిశ $\bar{k}$ కు లంబంగా ఉంటుంది. సమీకరణం (2) నుండి విద్యుత్ సదిశ $\bar{E}$ తరంగ ప్రసార సదిశ $\bar{k}$ కు లంబంగా వుంటుంది అని తెలిసింది. సమీకరణం (3) నుండి అయస్కాంతసదిశ $\bar{B}$, ప్రసార సదిశ $\bar{k}$ కు లంబంగావుంటుంది అని తెలిసింది. $\bar{E}, \bar{B}$ మరియు $\bar{k}$ లు ఒక దానికి ఒకటి లంబంగా వుంటాయి కావునా తరంగప్రసారంలో $\bar{E}, \bar{B}$ మరియు $\bar{k}$ లు ఒకదానికి ఒకటి లంబంగా వుంటాయి. దీనినే విద్యుత్ అయస్కాంతతరంగాల తిర్యక్ స్వభావం అంటారు.

10.9 పాయింటింగ్ సిద్ధాంతము :

విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ముఖ్యలక్షణము ఒక బిందువునుండి మరియొక బిందువుకి శక్తి ప్రసారం చేయుట.తరంగ ప్రసారం దిశకు లంబంగా వున్న ఏదయినా ఒక సమతలం ద్వారా ఏకాంక వైశాల్యం గుండా ప్రసారం అయ్యే శక్తి రేటుని (అనగా ఏకాంక కాలంలో ప్రసారం అయ్యేశక్తిని, శక్తి సామర్ధ్యాన్ని) తెలియజేసే దానినే పాయింటింగ్ సదిశ అంటారు.దీనిని $\bar{P}$ తో సూచిస్తారు.ఉదాహరణకు సమతల విద్యుదయస్కాంత తరంగాల విషయంలో $\bar{E}$ మరియు $\bar{B}$ లు ఒకదానికి ఒకటి లంబంగా వుంటూ తరంగ ప్రసార సదిశ $\bar{k}$ కు కూడా లంబంగా వుంటూ శక్తి ప్రసారం జరుగుతుంది.

ఈ సంధర్భంలో విద్యుదయస్కాంత శక్తి $EB \operatorname{Sin} 90 = EB$ అవుతుంది. ఈ శక్తి తరంగ ప్రసారదిశలో వుంటుంది $\bar{P}$ కి ప్రమాణాలు జౌల్/ మీటర్^{2} - సెకను లేక వాట్ / మీటర్^{2}.

<u>సమాసాన్ని ఉత్పాదించుట.</u>

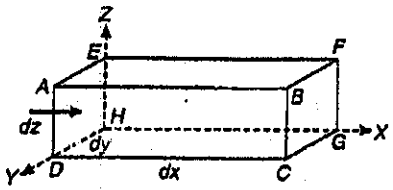


Fig. (4)

పటంలో చూపినట్లుగా dx dy dz. ఘనపరిమాణం వున్న ఒక ఘనపరిమాణ అల్పాంశ మూలకాన్ని తీసుకొని పరిశీలిద్దాం ఈమూలకం గుండా ఒక సమతల విద్యుదయస్కాంత తరంగము ధన Xఅక్షం దిశలో ప్రసారం అవుతోంది అని అనుకునుము.ప్రసారం అవుతున్న విద్యుదయస్కాంతశక్తికి లంబంగా వున్న వైశాల్యతలం dy dz. ఈ ఘనపరిమాణంలోవున్న విద్యుదయస్కాంత శక్తి U అనుకునుము. శక్తి లోని మార్పురేటు $\frac{\partial U}{\partial t}$

$$\frac{\partial U}{\partial t} = -\int \bar{P} \cdot \overline{dS} \quad \rightarrow (1)$$

ఋణగుర్తు ఘనపరిమాణంలోనికి శక్తి ప్రవేశించడాన్ని తెలియజేస్తుంది.

ఇప్పుడు

1) విద్యుత్ క్షేత్రం $\overline{E}$ లో ప్రమాణ ఘనపరిమాణానికి శక్తి సాంద్రత $u_E = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$

2) అయస్కాంతక్షేత్రం $\overline{B}$ లో ప్రమాణ ఘనపరిమాణానికి శక్తి సాంద్రత $u_B = \frac{1}{2}\mu_0 H^2$ అని మనకు తెలుసు

మొత్తం శక్తి $U = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 + \frac{1}{2}\mu_0 H^2$

శక్తి ప్రసారంలో dVఘనపరిమాణం కోల్పోయిన శక్తి $= -\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 + \frac{1}{2}\mu_0 H^2\right)dV$

ఘనపరిమాణం V లో శక్తి తగ్గుదలతో మార్పురేటు $-\frac{\partial U}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 + \frac{1}{2}\mu_0 H^2\right)dV$

$$= -\frac{\partial}{\partial t}\int_V\left(\frac{1}{2}\varepsilon_0 \overline{E}\cdot\overline{E} + \frac{1}{2}\mu_0 \overline{H}\cdot\overline{H}\right)dV$$

$$-\frac{\partial U}{\partial t} = \int_V -\left(\varepsilon_0 \overline{E}\left(\frac{\partial \overline{E}}{\partial t}\right) + \mu_0 H\left(\frac{\partial \overline{H}}{\partial t}\right)\right)dV \rightarrow (3)$$

మాక్స్‌వెల్ సమీకరణాలనుండి $\overline{\nabla}\times\overline{H} = \overline{j} + \frac{\partial \overline{D}}{\partial t} = \varepsilon_0\left(\frac{\partial \overline{E}}{\partial t}\right)$

$$\therefore \left(\frac{\partial \overline{E}}{\partial t}\right) = \frac{\overline{\nabla}\times\overline{H}}{\varepsilon_0} \rightarrow (4)$$

మరియు $\overline{\nabla}\times\overline{E} = -\left(\frac{\partial \overline{B}}{\partial t}\right) = -\mu_0\left(\frac{\partial \overline{H}}{\partial t}\right)$

$$\therefore \frac{\partial \overline{H}}{\partial t} = -\frac{\overline{\nabla}\times\overline{E}}{\mu_0} \rightarrow (5)$$

(4) మరియు (5) సమీకరణములను సమీకరణం(3) లోప్రతిక్షేపించగా

$$-\frac{\partial U}{\partial t} = \int_V -\left(\varepsilon_0 \overline{E}\left(\frac{\overline{\nabla}\times\overline{H}}{\varepsilon_0}\right) - \mu_0 H\left(\frac{\overline{\nabla}\times\overline{E}}{\mu_0}\right)\right)dV \rightarrow (6)$$

సమీకరణం (6) ను ఈ విధంగా వ్రాయవచ్చు $-\frac{\partial U}{\partial t} = \int_V \overline{H}\cdot\left(\overline{\nabla}\times\overline{E}\right) - \overline{E}\cdot\left(\overline{\nabla}\times\overline{H}\right)dV$

$$= \int_V \overline{\nabla}\cdot\left(\overline{E}\times\overline{H}\right)dV$$

గాస్ అపసరణ సిద్ధాంతం ప్రకారం ఘనపరిమాణ సమాకలనాన్ని ఉపరితల సమాకలనిగా మార్చుచేయవచ్చు.

$$\text{కావునా } -\frac{\partial U}{\partial t} = \int_V \overline{\nabla}.\left(\overline{E} X \overline{H}\right).dV = \iint_S \left(\overline{E} X \overline{H}\right).\hat{n}\, dS \quad \rightarrow (7)$$

ఇక్కడ $\hat{n}$ ఉపరితలానికి లంబంగా ప్రమాణ సదిశ.

సమీకరణం (2) మరియు (3)లను పోల్చగా $\int \overline{P} . \overline{dS} = \iint_S \left(\overline{E} X \overline{H}\right). \overline{dS}$

$$\text{లేక } \boxed{\overline{P} = \overline{E} X \overline{H}} \quad \rightarrow (8)$$

పరిమాణము $P = EH$.

ఈ సమీకరణము (8) నుండి శక్తి ప్రసారం $\overline{E}$ మరియు $\overline{H}$ లేక B లు కలిగివున్న తలానికి లంబంగా వుంది అని తెలియుచున్నది. E మరియు H లు సదిశల తక్షణ విలువలను తెలియచేస్తాయి.

<u>పాయింటింగ్ సదిశ అభిలక్షణములు :</u> పాయింటింగ్ సదిశ $\oint_V \overline{\nabla}.\overline{P}\, dV = \oint_V \overline{\nabla}.\left(\overline{E} X \overline{H}\right) dV$

విద్యుత్క్షేత్రసదిశ $\overline{E}$ కు మరియు అయస్కాంతక్షేత్ర సదిశ $\overline{H}$ కు లంబంగా వుంటుంది అందువలన $\overline{P}$ తరంగ ప్రసార దిశలో వుంటుంది ఒక సంవృతతలం దృష్ట్యా $\overline{P}$ యొక్క సమాకలని $\oint \overline{P} .d\overline{A} = \oint \left(\overline{E} X \overline{H}\right).d\overline{A}$

ఈ సమీకరణం ఒక సంవృత వలయం ను దాటిపోయే విద్యుదయస్కాంత ఆ శక్తి ప్రసారం ను చూపుతుంది.

$\overline{\nabla}.\overline{P}$ యొక్క ఘనపరిమాణ సమాకలని $\oint_V \overline{\nabla}.\overline{P}\, dV = \oint_V \overline{\nabla}.\left(\overline{E} X \overline{H}\right) dV$

ఈ సమీకరణం విద్యుదయస్కాంతక్షేత్రంలో మొత్తంశక్తి ప్రసారాన్ని తెలుపుతుంది.

3. ఏకాంతర విద్యుత్క్షేత్రాలలో శక్తి సైన్‌సోయిడల్‌గా మారుతుంది.

కావునా $\overline{P}$ యొక్క సగటు విలువ $P_{avg} = E_{rms} \times H_{rms} = \frac{1}{2}\left(E_0 \times H_0\right)$

దీనిని తరంగ తీవ్రత అంటారు.

<u>10.10 విషయ సంగ్రహము.</u>

- విద్యుత్‌శాస్త్రము మరియు అయస్కాంత శాస్త్రము ప్రాథమిక సూత్రాలను వాడి విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు స్వభావాన్ని చర్చించ బడినది.
- శూన్యంలో విద్యుదయస్కాంతతరంగాల వేగము మరియు రోధక యానకంలో విద్యుదయస్కాంతతరంగాలవేగము.

<u>10.11 ముఖ్యపదములు.</u>

డిస్ప్లేస్‌మెంట్ కరెంట్:-మాక్స్‌వెల్ సమీకరణాలు -రోధక పదార్థం-వక్రీభవన గుణకం - పాయింటింగ్ సదిశ.

10.12 స్వయం సమాధాన ప్రశ్నలు.

ఎ) పెద్ద సమాధాన ప్రశ్నలు .

1) మాక్స్‌వెల్ సమీకరణాల అవకలన మరియు సమాకలన రూపాలను వ్రాయుము

2) విద్యుదయస్కాంత తరంగాల విషయంలో విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత ప్రవాహ సాంద్రతలు దశలోను పరిమాణంలోను సమానం అని చూపుము.

3) పాయింటింగ్ సదిశ అనగా నేమి ? మాక్స్‌వెల్ సమీకరణాల నుండి పాయింటింగ్ సదిశకు సమీకరణాలను రాబట్టండి?దాని ఉపయోగాన్ని చర్చించండి?

4) మాక్స్‌వెల్ సమీకరణాల నుండి విద్యుదయస్కాంత తరంగ సమీకరణాన్ని రాబట్టండి మరియు తరంగవేగము అని చూపుము

బి) పొట్టి సమాధాన ప్రశ్నలు :-

1) విద్యుత్ శాస్త్రము మరియు అయస్కాంతశాస్త్రము ప్రాథమిక సూత్రాలను వ్రాయుము ?

2) పాయింటింగ్ సదిశకు సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించుము.

3) విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు తిర్యక్ స్వభావ తరంగాలు అని చూపుము.

10.13 విషయ గ్రంధాలు.

1. Electricity and Electronics - Tayal
2. Physics Vol. II - Holiday and Resnik.

Äý$*°s¦ý & IV

´ëuÿ… & 11

AÆÿÐé¦ßýMü ¿o†Mü Ôé¦ÜÐþ$$

Ñ¦ÙÄ¦ý*Ë$@

1. ¦œ$¯þ ¦³§éÆÿÐþ$$Ë ¦³sý ¦Ü§é…™þÐþ$$
2. ¦ÜÓ¿êÐþ f, A¦ÜÓ¿êÐþ f AÆÿÐé¦ßýMüÐþ$$Ë$
3. Æÿ…{§éË$, GË{¦Ø>¯þËMü$ AÑ_a¯þ² ¦ÜÒ$MüÆÿ×ýÐþ$$Ë$.

A¿êÅ¦Ü °Æ>Ã×ýÐ¦þ$$@

11.1 Ñ¦ÙÄý$ ¦³Ç^þÄý$Ðþ$$

11.2 ¦œ$¯þ ¦³§éÆÿÐþ$$Ë ¦³sý ¦Ü§é…™þÐþ$$

11.3 ¦Ü…Äý* f Mü ¦³sý, Ðþ¦ßý¯þ ¦³sý Ðþ$ÇÄý$$ °¦Ù§þ ÔýMü {´ë…™þÐþ$$

11.4 º…§þ¦Ø>Ë$, AÆÿÐé¦ßý¦Ø>Ë$ Ðþ$ÇÄý$$ Ðþ¦ßýMüÐþ$$Ë$

11.5 A¦ÜÓ¿êÐþ f, ¦ÜÓ¿êÐþ f AÆÿÐé¦ßýMüÐþ$$Ë$

11.6 N - ÆÿMü… A¦ÜÓ¿êÐþ f AÆÿÐé¦ßýMüÐþ$$Ë$

11.7 P - ÆÿMü… A¦ÜÓ¿êÐþ f AÆÿÐé¦ßýMüÐþ$$

11.8 AÑ_e¯þ² ¦ÜÒ$MüÆÿ×ýÐþ$$

11.9 ÝëÆ>…ÔýÐþ$$

11.10 Ðþ$$QÅ¦³§þÐþ$$Ë$

11.11 ¦ÜÓÄý$… ¦³ÇÖË¯þ {¦³Ôý²Ë$

11.12 ´ëuÿÅ ¦³#¦ÜMüÐþ$$Ë$

11.1 Ñ¦ÙÄý$ ¦³Ç^þÄý$Ð¦þ$$@

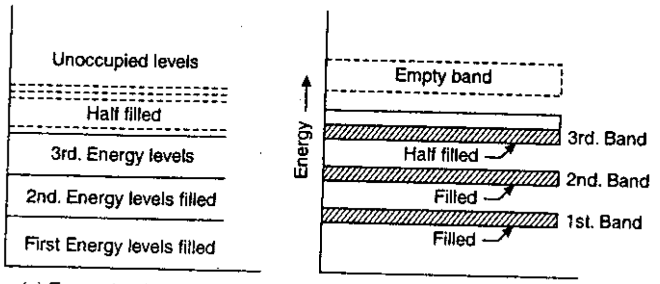
B§þ$°Mü GË{¦Ø>°Mü ¦³ÇMüÆÿÐþ$$ËÌZ Ðþ$$QÅÐþ$¯þÑ, °Æø§þÐþ$$Ë$, Mü´ë¦Ü r ÆÿË$, C…yþMüÆÿË$, {sê¯þÞ¸ëÆ>ÃÆÿ, ÐéË$ÓË$, AÆÿÐé¦ßýMü yþÄý*yþË$, {sê°Þ¦ÙÆÿË$, Ðþ$ÇÄý$$ ¦ÜÐþ*MüË¯þ ÐþËÄý$Ðþ$$Ë$. °Æø§þÐþ$$Ë$, Mü´ë¦Ü r Æÿ, C…yþMüÆÿ, {sê¯þÞ ¸ëÆ>ÃÆÿ Vü*Ça Vü™þÐþ$$ÌZ Ðþ$¯þMü$ ™þË$¦Ü$¯þ$. AÆÿ$$™þ AÆÿÐé¦ßýMü ¦³ÇMüÆÿÐþ$$Ë Vü*Ça ™þ ÍÄý*Ë…sý AÆÿÐé¦ßý¦Ø>Ë Vü*Ça ™þË$¦Ü$¦ØøÐé Í. Vü¨ EÚù{Vü™þ Ðþ§þ AÆÿÐé¦ßý¦Ø>Ë AÆÿ$$¯þ

f ÆÿÅ°Äý$..., ¡Ü Í¯Ì>¯þË$ Ðé¡ßýÌü™þÓ... ÌZ¡ßýË$ AÆÿ$$¯þ Æ>W, Ðþ...yþ Ìü¯þ² ™þÌü$PÐþ V>¯þ$, °...§þÌ>Ë$ AÆÿ$$¯þ ´÷Æÿþ Í¯þ, V>Ü, Ì v¯þ Æÿ°¾Æÿ$ Ìü¯þ² GÌü$PÐþV>¯þ$ E... r$...¨.

11.2 ¡œ$¯þ ¡³§éÆÿÐþ$$Ë ¡³sýÌ ¡Ü§é...™þÐþ$$ @

¡œ$¯þ ¡³§éÆÿÐþ$$ËÌZ ¡³ÆÿÐþ*xý$Ðþ#Ë$, ÐéÄý$$Ðþ#ËÌZÐþÌý Ì>Ìü$...yé JÌü {ÌüÐþ$ ¡³§þ†ÌZ AÐþ$Æÿa°yþ E...yþ r... ^þ™þ {¡³ÌüP ¡³ÆÿÐþ*xý$Ðþ#Ë {¡³¿êÐþÐþ$$ ¡³° ^þ¡Ü$...¨. ©° {¡³¿êÐþÐþ$$ ÐþË¯þ {¡³ÌüP ¡³ÆÿÐþ*xýÐþ#ËÌZ° GË{Ì>¯þË {¡³¿êÐþÐþ$$ ¡Ü...Äý* f Ìü GË{Ì>¯þ¡³ ¡³°^þ¡Ü$...¨. A...§þ$^þ™þ ÔýÌü Ýë Æÿ$$Ë$ JÌü §é°™ø Ðþ$ÆöÌüsý B{ÌüÑ$...^þyþ... ÐþË¯þ ÐésýÌZ A¯þÌü ÔýÌü ÝëÆÿ$$ÌZ Ðþ*Æÿ$µË$ HÆÿµyþ™éÆÿ$$. ¡œ Í™þ...V> ¡œ$¯þ ¡³§éÆÿÐþ$$ËÌZ JÌü ÔýÌü ÝëÆÿ$$ Ì>Ìü$...yé ÔýÌü¡³sýË$ HÆÿµyþ™éÆÿ$$. A...§þ$ÐþË¯þ D ÔýÌü¡³sý Ðþ$$™þ...¡³ÆÿÐþ*xý$Ðþ#Ìü$¡Ü...°...¨..._¯þ¨ AÐþ#™þ$...¨ ™þ¡³µ ÌüÐþË... JÌü GË{Ì>¯þÌü$¡Ü...°...¨..._¯þ¨ Ì>§þ$. ÔýÌü¡³sýÌZ ÔýÌü ÝëÆÿ$$ ÑË$ÐþË$ AÑ_e¯þ²...V> E...sêÆÿ$$.

D ÔýÌü¡³sý ¡Ü§é...™þÐþ$$¯þ$ ¡Ü Í¯Ì>¯þ ¡³ÆÿÐþ*xý$Ðþ#ÌZ° ÔýÌü ÝëÆÿ$$Ë B§éÆÿÐþ$$V> ¡³ r Ðþ$$Ë$ 1(a) Ðþ$ÇÄý$$ 1(b) Ë ¡Ü¡ßýÄý$...™ø ™þË$¡Ü$Ìö¯þÐþ^þ$a¯þ$. ¡Ü Í¯Ì>¯þ ¡³ÆÿÐþ*xý$Ðþ#ÌZ° 14 GË{Ì>¯þË¯þ$ K-Ìü„üüÅÌZ 2, L Ìü„üüÅÌZ 8, M Ìü„üüÅËÌZ 4 AÐþ$Æÿa°yþ E...sêÆÿ$$. 3P ÌZ E...yé Í Þ¯þ 6 GË{Ì>¯þËÌZ ÌüÐþË... 3 Ðþ*{™þÐþ$ °...¡³°yþE...sêÆÿ$$. A...§þ$^þ™þ 3d ÌZ A¡ÜË$ GË{Ì>¯þ E...yþÐþ#.



(a) Energy levels of a single isolated atom

(b) Energy bands in solid

Fig 1(a) Fig 1(b)

JÌü ¡œ$¯þ¡³§éÆÿÐþ$$ÌZ ¡Ü Í¯Ì>¯þ ¡³ÆÿÐþ*xý$Ðþ#¯þ$ ¡³ÇÖ Í§éÐþ$$. (AÌê...sýÑ 200 ¡³ÆÿÐþ*xý$Ðþ#Ë$ E¯é²Æÿ$$ A¯þ$Ìü$...§é...). ¡œ Í™þ...V> 200K Ìü„üüÅË$ ¡ÜÓËµ ÔýÌü ÝëÆÿ$$ ™þyéËÌZ E...sêÆÿ$$. ©°Ìü Ì>Æÿxý... JÌü Ìü„üüÅÌZ° H Æÿ...yþ$ GË{Ì>¯þ JÌü BÐþÔý{´ë...™þ... E...yþ§þ$. D 200K Ìü„üüÅË$, ¡ÜÓËµ ÔýÌü ™þyéË$ Ìü Í¯þÑ A°² Ñ$ã™þÐþ$$ AÆÿ$$ JÌü ÔýÌü¡³sý HÆÿµyþ$™þ$...¨. ©°¯þ¡³ r Ðþ$$ 1(b) ÌZ ^þ*Í³¯þ r$ Ðþ$$$§þsý ÔýÌü¡³sý HÆÿµyþ$™þ$...¨. C§þÑ§þÐþ$$V> Æÿ...yþÐþ ÔýÌü¡³sý HÆÿµyþ$™þ$...¨. C§þ Ñ§þ...V> Æÿ...yþÐþ ÔýÌü¡³sý HÆÿµyþ$™þ$...¨.

11.3 ¡Ü...Äý* f Ìü ÔýÌü¡³sý, Ðé¡ßý¯þ¡³sý Ðþ$ÇÄý$$ °¡Ü§þ ÔýÌü {´ë...™þÐþ$$@

¡œ$¯þ ¡³§éÆÿÐþ$$ËÌZ GË{Ì>¯þË$ Ðésý ¡³ÆÿÐþ*xý$Ðþ#ËÌZ {ÌüÐþ$ ¡³§þ†V> AÐþ$Æÿa°yþ E...sêÆÿ$$. D GË{Ì>¯þ A°² ¡³ÆÿÐþ*xý$ Ìü...{§þÌü... ^þr †Æÿ$VüÝ$™þ$...sêÆÿ$$. Ìü...{§þÌü... §þVüÆÿV> E¯þ² GË{Ì>¯þË$ VüsýV>

º...¨...^þºýþ E...sý ÐþË±Þ GË{Ì>¯þ ºËïßý¯þ...Ë> º...¨...^þºýþ E...sêÆý$$. »ê¡ßýÅ Ìü„üüÅËÌZ° GË{Ì>¯þ¯þ$ ¡Ü...Äý* fÌü GË{Ì>¯þ A...sêÆý$.

^éÌê ÌZ¡ßýÐþ$$ËÌZ ¡Ü...Äý* fÌü GË{Ì>¯þ Ìü...{§þÌüÐþ$$™ø ºËïßý¯þ...Ë> º...¨...^þºýþ E...sêÆý$$. Òsý° ïÜÓ^ée GË{Ì>¯þ A...sêÆý$. D ïÜÓ^ée GË{Ì>¯þË$ Ðé¡ßý¯þ {¡³{ÌüÄý$ÌZ ´ëÌŸ...sêÆý$$. Ì>ºsý Òsý¯þ Ðþ¡ßý¯þ GË{Ì>¯þË$ A° A...sêÆý$. ¡³ r Ðþ$$ÌZ ^þ*¡³¯þ r $Ë> D ¡³sý GË{Ì>¯þ™ø ¡³NÇË> °...¡³ºýþË> Ìý§é RêäË> Ë>° E... r $...¨. º...§þÌ>ËÌZ D ¡³sý ¡³NÇË> Rêä Ë> E... r $...¨.

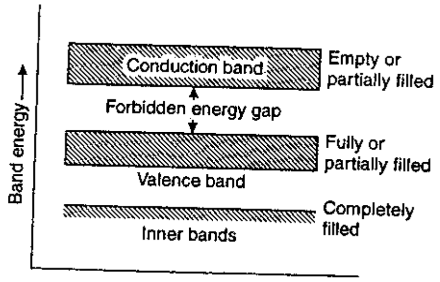


Fig. (2)

Ðé¡ßý¯þ ¡³sý, ¡Ü...Äý* fÌü ¡³sýË Ðþ$§þÅ ÔýÌü A...™þÆýÐþ$$¯þ$ °ïÜ§þÔýÌü {´ë...™þ... A...sêÆý$. D {´ë...™þ...ÌZ GË{Ì>¯þË$ °ïÜ¨...^þºýþ™éÆý$$.

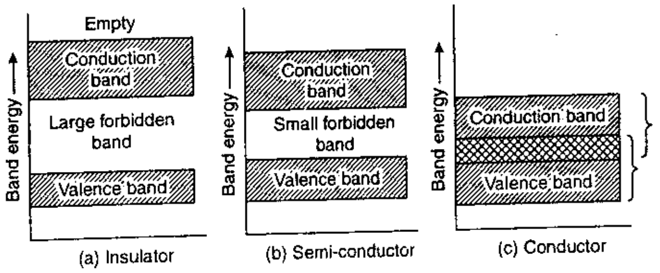
11.4 º...§þÌ>Ë$, AÆýÐé¡ßýÌ>Ë$ Ðþ$ÇÄý$$ Ðé¡ßýÌü Ðþ$$Ë$

°ïÜ§þ ÔýÌü ¡³sý ïÜ§é...™þ... B§éÆý...Ë> ¡œ$¯þ ¡³§éÆýÐþ$$Ë¯þ$ 3 ÆýÌüÐþ$$Ë$Ë> Ñ¿ýh...^éÆý$.

º...§þÌ>Ë$ @ º...§þÌ>ËÌZ Ðé¡ßý¯þ ¡³sý, ¡Ü...Äý* fÌü ¡³sêË Ðþ$§þÅ ÔýÌü A...™þÆý... ^éË GÌü$PÐþË> E... r $...¨. ¡³Ë> ¡Ü...Äý* fÌü GË{Ì>¯þË$ A°²Ìü...{§þÌü...Ë> Ýë§éÆý×ý EÚù{Vü™þË Ðþ§þ Vüsý Ë> º...¨...^þºýþ™éÆý$$. E§é¡ßýÆý×ýÌü$ Ë> k Ñ¡ÙÄý$...ÌZ 0ºK EÚù{Vü™ Ðþ§þ D ¡Ü...Äý* fÌü ¡³sý, Ðé¡ßý¯þ ¡³sýË Ðþ$§þÅ ÔýÌü A...™þÆý... 10 ev E... r $...¨. A¨Ìü Ñ§þ$Å™þ „ü{™þ...ÌZ Ìü*ýé GË{Ì>¯þË$ ¡Ü...Äý* fÌü ¡³sý ¯þ$...ýþ Ðþ¡ßý¯þ ¡³sýÌü Ðþ*ÆýÌýÐþ#. º...§þÌ>ËÌü$ °Æø§þ™þÓÐþ$$ 107 KÐþ$ & Ò$ r Æý$ E... r $...¨. (¡³ r Ðþ$$ 3 (a)).

AÆýÐé¡ßýÌ>Ë$ @ AÆý Ðé¡ßýÌüËÌZ ÔýÌü A...™þÆý... ^éË ™þÌü$PÐþ. fÆýÅ°Äý$..., ïÜ Í Ì>¯þËÌZ D ÑË$ÐþË$ ÐþÆý$¡ÜË> 0.72ev Ðþ$ÇÄý$$ 1.12ev. Òsý §þÆ>ÃË$ Ðé¡ßýÌ>Ë$, º...§þÌ>ËÌü$ Ðþ$$§þÅ¡Ü...Ë> E...sêÆý$$. ^éË ™þÌü$PÐþ ÔýÌü A...¨..._¯þ¯þ$ D GË{Ì>¯þË$ Ðþ... r ¯þ Ðé¡ßý¯þ {¡³{ÌüÄý$ÌZ ´ëÌŸ...sêÆý$$. EÚù{Vü™þ¯þ$ ¡³..._¯þ¡³#ýþ$ GË{Ì>¯þ ¡Ü...Äý* fÌü ¡³sý ¯þ$...ýþ Ðé¡ßý¯þ ¡³sýÌZ° Ðþ*Æý™éÆý$$. Òsý Ðé¡ßýÌü™þÓÐþ$$ 10^2 KÐþ$ Ò$ r Æý (¡³ r Ðþ$$ 3(b)).

Ðé¡ßýÌ>Ë$ @ ÒsýÌZ °ïÜ§þ ÔýÌü ¡³sý (A...™þÆý...) E...ýþ§þ$. Ðé¡ßý¯þ ¡³sý ¡Ü...Äý* fÌü ¡³sý¡³ A†´ë™þ... ^þ...§þ$™þ$...¨. ¡œ Í ™þ...Ë> A¨Ìü ¡Ü...QÅÌZ GË{Ì>¯þË$ Ðé¡ßý¯þ {¡³{ÌüÄý$ÌZ ´ëÌŸ...sêÆý$$. ¡œ Í ™þ...Ë> Ìüö...™þ ´÷sý°Äý$Ìý »ý§þ... HÆýµýþ, Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... HÆýµýþ$™þ$...¨. Ðé¡ßýÌ>ËÌZ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¡ßý... ÌüÐþË... GË{Ì>¯þË$ ÐþË¯þ ÌüË$Vü$™þ$...¨ (¡³ r Ðþ$$ 3c).



(3a) (3b) (3c)

AÆÿÐé¦ßýMü ¡§þÆ>ÅË$@

1. Òsý °ÆØ§þ™þ™þÓÐþ$$ Ðé¦ßýM>Ë Mü¯é² GMü$PÐþV>¯þ$ º...§þM>Ë Mü¯þ² ™þMü$PÐþV>¯þ$ E... r$...¨.
2. EÚù{Vü™þ ¡³ÇVü Mö¨ AÆÿÐé¦ßýM>Ë °ÆØ§þ™þÓÐþ$$ ™þVü$™þ$...¨.
3. Ðþ$Í¯éË$ AÆÿ$$¯þ BÇÞ°Mü, V>Í Äý$Ðþ$Ë¯þ$ MüÍ¡³¯þ¦³#ýþ$ Òsý Ðé¦ßýMü™þÓÐþ$$ Vü×ý±Äý$...V> ¡³Æÿ$Vü$™þ$...¨.

11.5 ¦ÜÓ¿êÐþf Ðþ$ÇÄý$$ A¦ÜÓ¿êÐþf AÆÿÐé¦ßýMüÐþ$$Ë$@

¦ÜÓ¿êÐþf AÆÿÐé¦ßýMüÐþ$$ @ ¡³Çôý$§þÐþ$¯þ AÆÿÐé¦ßýM>Ë¯þ$ ¦ÜÓ¿êÐþf AÆÿÐé¦ßýM>Ë$ A...sêÆÿ$. ÒsýÌZ GË{M>¯þË ¦Ü...QÅMü ¦ÜÐþ*¯þ...V> ¦Ü...Äý*fMü ¡³sýÌZ Æÿ...{£éË$ HÆÿµyþ™éÆÿ$$. ¦ÜÓ¿êÐþf AÆÿÐé¦ßýM>ËMü E§é¦ßýÆÿ×ýV> BÐþÆÿ¯þ ¡³sýMüÌZ 4 Ðþ {Vü*œ Ðþ$*ËM>Ë$ AÆÿ$$¯þ fÆÿÅ°Äý$..., ÍÜÍM>¯þ.

»ê¦ßýÅ Ñ§þ$Å™þ „ü{™þ... A¯þ$ÐþÇ...¡³ ^þÜ¯þ¦³#ýþ$ GË{M>¯þË$, Æÿ...{£éË$ ¦ÜÐþ*¯þ...V> Ðþ¦ßý¯þ {¡³{MüÄý$ÌZ ´ëÌŸ...sêÆÿ$$. Ðé¦ßý¯þ¡³sýÌZ° ¦ÜÓ^ée GË{M>¯þË$ »êÅ r È Äý$$MüP §þ¯éÐþôýÐþ$$, Æÿ...{§éË$ º$$×êÐþôý GË{M>yþ Ðþ¡³# ¡³Äý$°ÝëÆÿ$$. AÆÿÐé¦ßýMüÐþ$$ÌZ° Ðþ$$™þ... Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¦ßýÐþ$$, GË{M>¯þ Æÿ...{£éË Ðþ$$™þ... Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¦ßýÐþ$$¯þMü$ ¦ÜÐþ*¯þÐþ$$.

¡³ rÐþ$$ 4ÌZ ^þ*¡³¯þ r$ »ê¦ßýÅ ¡VüËÌZ Ñ§þ$Å™þ MüÐþË... GË{M>¯þË ÐþË¯þ fÆÿ$Vü$™þ$...¨. º$$×ý GË{Møyþ¯þ$ Æÿ...{§éË$ ^þÆÿ ¦ÜÐþ$Äý$...ÌZ AÑ GË{M>¯þË™ø ¡³#¯þ@Ü...Äý*Vü... ^þ...¨ ¯éôý¯þÐþ$$ AÐþ#™éÆÿ$$. C§þ ¦ÜÐþ$Äý$...ÌZ §þ¯éÐþôý GË{Møyþ Ðþ§þ GË{M>¯þË$ BMüÇ...¡³°yþ™éÆÿ$$. ¦œÍ™þ...V> ¯þ*™þ¯þ...V> HÆÿµyþ¯þ Æÿ...{§éË$ †ÇW º$$×ý rÇÃ¯þÌZ в Ðþ¦³# ^þÆÿ™éÆÿ$$.

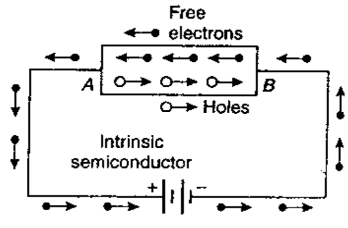


Fig. (4) Current flow in intrinisic semiconductor

**A¦Üô¿êÐþf AÆýÐé¦ßý¦¦üÐþ$$@** Vü¨ EÚù{Vü™þ ¦Üô¿êÐþf AÆýÐé¦ßý¦¦üÐþ$$ ^éË ™þ¦¦ü$PÐþ Ñ§þ$Å™þ Ðé¦ßý¦¦ü™þÓ Ë„ü×êË$ E…sêÆý$$. Ðésý° GË{¦¦>°¦¦ü ¡³Ç¦¦üÆýÐþ$$ËÌZ Ðéyé Í. A…sý Ðé¦ßý¦¦ü™þÓË„ü×êË$ ¡³…^é Í. A…§þ$ÐþË¯þ Ðé¦ßý¦¦ü™þÓ… ¡³…^þ r… ¦¦øÜ… Ðþ$Í¯éË$ (C™þÆý ¡³§éÆýÐþ$$Ë$) Ðésý ¦Üµsý¦¦>Ë¦¦ü$ ¦¦üË´ë Í. D Ðþ$Í¯éË¯þ$ 10^6 ¡³ÆýÐþ*×ýÐþ#Ë¦¦ JÐüsýV> ¦¦üË´ë Í. A r $Ðþ…sý A¡³Çôý$§þ AÆýÐé¦ßý¦¦>°², A¦Üô¿êÐþf AÆýÐé¦ßý¦¦üÐþ$$ A…sêÆý$. Ðþ$Í¯éË¯þ$ ¦¦ü Í ¡³ D {¡³{¦¦üÄý$° yø¡³…Vü A…sêÆý$.

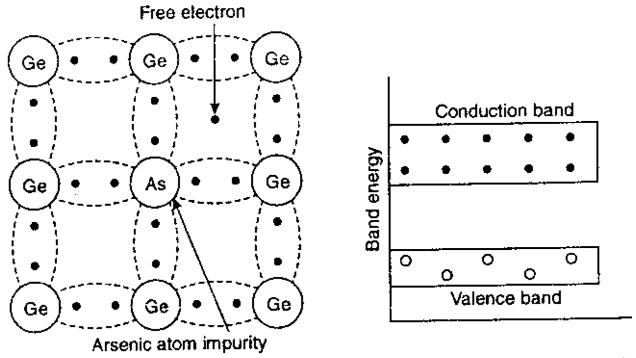
Ýë§éÆý×ý…V> D Ðþ$Í¯þ ¡³§éÆýÐþ$$Ë$ ¡³…^þ ¦Ü…Äý* f¯þ Ðþ$*Ë¦¦>Ë$ AÆý$$¯þ ¼¦ÜÃ™þ, Ðþ*…sýÄý*°, BÇÞ°¦¦ü Ìý§é {†¦Ü…Äý* f¯þ Ðþ$*Ë¦¦>Ë$ AÆý$$¯þ V> ÍÄý$…, C…ýþÄý$…, AË*ÅÑ$°Äý$…, »ŸÆ>¯þË¯þ$ E¡³Äý*WÝëÆý$. ¦¦üË$¡³#™þ$¯þ² D Ðþ$Í¯éË$ B§éÆý…V> A¦Üô¿êÐþf AÆýÐé¦ßý¦¦>Ë¯þ$ 2 Æý¦¦>Ë$V> Ñ¿ýhÝëÆý$.

1. N-Æý¦¦ü… A¦Üô¿êÐþf AÆýÐé¦ßý¦¦ü…

2. P-Æý¦¦ü… A¦Üô¿êÐþf AÆýÐé¦ßý¦¦ü…

N-Æý¦¦ü… A¦Üô¿ê f AÆýÐé¦ßý¦¦üÐþ$$@

A¦Üô¿êÐþf AÆýÐé¦ßý¦¦üÐþ$$ Äý$$¦¦üP ¦Üµsý¦¦ü °Æ>Ã×ýÐþ$$ÌZ J¦¦ü ¡³…^þ ¦Ü…Äý* f¯þ Ðþ$*Ë¦¦ü ¡³ÆýÐþ*×ý$Ðþ#° ¦¦üË¡³V> HÆýµyþ A¦Üô¿êÐþf AÆýÐé¦ßý¦¦>°² N-Æý¦¦ü… A¦Üô¿êÐþf AÆýÐé¦ßý¦¦ü… A…sêÆý$. fÆýÃ°Äý$… ¡³ÆýÐþ*Ðþ#Ë¦¦ü$, ¡³…^þ ¦Ü…Äý* f¯þ Ðþ$*Ë¦¦ü… AÆý$$¯þ BÇÞ°¦¦ü ¡³ÆýÐþ*Ðþ#° ¦¦üË$¡³#§éÐþ$$. C¨ fÆýÅ°Äý$… ¦Üµsý¦¦ü °Æ>Ã×ê¦¦ü-†ÌZ, ¡³ r Ðþ$$ (5) ÌZ ^þ*¡³¯þ r $¯éË$Vü$ ÐþË±Þ GË{¦¦>¯þË$ {¡³¦¦üP ¯þ$¯þ²¯éË$Vü$ f ÇÅ°Äý$… ¡³ÆýÐþ*×ý$Ðþ#Ë™ø ¦Ü…Äý* f±Äý$ º…§éË$ HÆýµÆý$a¦¦ü$…sêÆý$$. AÆý$$§þÐþ ÐþË±Þ GË{¦¦>¯þÞ ¡ÜÓ^éeV> ¡³§éÆýÐþ$$ÌZ E…yþ´ù™þ$…¨. D ¡ÜÓ^ée GË{¦¦>¯þ Ñ§þ$Å™þ Ðé¦ßý¦¦ü…V> E¡³Äý*Vü¡³yþ$™þ$…¨. D GË{¦¦>¯þ° ¡³ÆýÐþ*×ýÐþ# ¡³Ç¨ ¯þ$…yþ §ésý…^þyé°¦¦ü ^éË ™þ¦¦ü$PÐþ Ôý¦¦ü ^éË$¯þ$. E¦Ù AËfyþ {¡³{¦¦üÄý$ÌZ ËÀ…^þ Ôý¦¦ü D {¡³{¦¦üÄý$¦¦ü ¦ÜÇ´ù™þ$…¨. BÇÞ°¦¦ü ¡³ÆýÐþ*×ýÐþ#Ë ¦¦ü ÍÄý$¦¦ü, Ðþ¦ßý¯þ GË{¦¦>¯þË$ (¡ÜÓ^ée) ¦Ü…QÅ° Vü×ý±Äý$…V> ¡³…^þ$™þ$…¨. ¦œÍ™þ…V> Ðþ¦ßý¯þ ¡³sýÌZ GË{¦¦>¯þË ¦Ü…QÅ, ¦Ü…Äý* f¦¦ü ¡³sýÌZ° Æý…{£éË ¦Ü…QÅ ¦¦ü¯é² G¦¦ü$PÐþ E… r $…¨. G¡³šyþ™þ BÇÞ°¦¦ü ¡³ÆýÐþ*×ý$Ðþ# J¦¦ü GË{¦¦>¯þ° §é¯þÐþ$$ ^þÜ…§ø A¨ §þ¯éÐþôý¡³NÇ™þ BÄý*¯þV> Ðþ*Æý$™þ$…¨. AÆý$$™þ A¨ Ðþ¦ßý¯þ ¡³{¦¦üÄý$ÌZ ´ëÌŸ¯þÌý§þ$ ¦¦>Æý×ý… ¦Üµsý¦¦ü gêË…™ø A¨ Vüsý> º…¨…^þºyþ E… r $…¨.



(a) Crystal lattice with one germanium atom displaced by arsenic atom.

(b) Energy band description of N-type semi-conductor

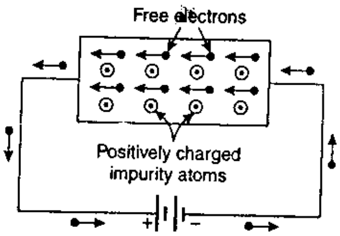
¦³r… (5)

Ðþ$$QÅ…ôýÐþ$$Ë$@

1. N-ÆÿMü… A¦Üó¿êÐþf AÆÿÐé¦ßýM>ËÌZ VüÇ¦Ù Ðé¦ßýM>Ë$ GË{M>¯þË$ Müº¦Ù Ðé¦ßýM>Ë Æÿ…{§éË$.

2. N-ÆÿMü…ÌZ GË{M>¯þË ¦Ü…QÅ GMü$PÐþV> E¯þ² A¨ ™þr¦Ü…V>¯þ E…r$…¨. Gr$Ðþ…sý BÐþôýÐþ$$ E…ýþ§þ$. M>Æÿ×ý… »ê¦ßýÅ…V> §éºMü §þ¯éÐþôý… V>º º$$×êÐþôý…V>º MüË$¦³Ìý§þ$.

3. N-ÆÿMü… A¦Üó¿êÐþf AÆÿÐé¦ßýMüÐþ$$¯þ$ ¦³rÐþ$$ (6)ÌZ ^þ*í³¯þr$ AÐþ$ÇÌÜ Ðþ$Í¯þ ¦³ÆÿÐþ*×ýÐþ# ÐþË¯þ §é¯þ… ^þÄý$ºýþ¯þ GË{M>¯þË$ §þ¯þ GË{Møýþ Ðþ¦³#Mü Mü§þ$Ë$™éÆÿ$$. ¦œÍ™þ…V> Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßý… HÆÿµýþ$™þ$…¨. D Ðþ¦ßý¯þ {¦³{MüÄý$¯þ$ N-ÆÿMü… Ðþ¦ßý¯þ {¦³{MüÄý$ A…sêÆÿ$.

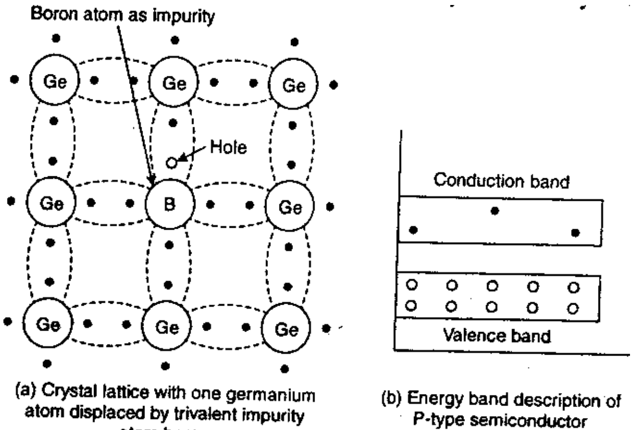


¦³r… (6)

11.7 P-ÆÿMü… A¦Üó¿êÐþf AÆÿÐé¦ßýMüÐþ$$ @

¦³Çôý$§þ AÆÿÐé¦ßýM>ºMü ¦ÜµsýMü AÀÐþ-¨ÌZ Ðþ*Í¯þÅ…V> JMü {† ¦Ü…Äý*fMü Ðþ$*ËMü ¦³ÆÿÐþ*×ý$¯þ$ MüË$¦³V> HÆÿµýþ A¦Üó¿êÐþf AÆÿÐé¦ßýÐþ$$. P-ÆÿMü…. ¦³Çôý$§þ fÆÿÅºÄý$… ¦ÜµsýM>ºMü ºÆøôý ¦³ÆÿÐþ*×ý$Ðþ#¯þ$ Ðþ*Í¯þÅ…V> Müí³™þ ¦³rÐþ$$(7) ÌZ ^þ*í³¯þr$V> 3 GË{M>¯þË™ø 3 ¦Ü…Äý*f±Äý$º…§éË$ HÆÿµÆÿ^{þ}Mü$…r$…¨. 4Ðþ ¦Ü…Äý*f±Äý$ º…§þ…ÌZ JMü GË{M>¯þ ™þMü$PÐþ AÐþ#™þ$…¨. D ™þMü$PÐþ ÐþË¯þ AMüPýþ

Æÿ...{§þ... HÆÿµyþ$™þ$...¨. lÌ>Ðþ#¯þ JlÌöPÌüP »ŸÆ>¯þ ¡³Æÿðþ* ×ý$Ðþ# JlÌöPÌüP Æÿ...{§þÐþ$$¯þ$ HÆÿµÆÿ$¦Ü$...¨. D Æÿ...{§éË$ A°² ¦Ü...Äý* fÌü ¡³sýÌZ HÆÿµyþ™éÆÿ$$.



(a) Crystal lattice with one germanium atom displaced by trivalent impurity atom boron

(b) Energy band description of P-type semiconductor

Fig. (7)

¡³ r... (7)

Ýë§éÆÿ×ý EÚù{Vü™þË Ðþ§þ E¦Ù AË f yþ ÐþË¯þ {¡³ÌüP º...§þ...ÌZ° GË{lÌ>¯þË$ D Æÿ...{§éËÌZ°Ìü §þ$Ñ$Ìü¯þ¡³#yþ$ AÑ Ðþ¨ Í¯þ {´ë...™éËÌZ Æÿ...{§éË$ HÆÿµyþ™éÆÿ$$. ¦œÍ™þ...V> Æÿ...{§éË ÐþË¯þ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¦ßýÐþ$$ HÆÿµyþ$™þ$...¨. GË{lÌ>¯þË¯þ$ BÌüÇ...^þ r... ^þ™þ D Ðþ* Í¯þÅÐþ$$ËÌü$ Ðþ* Í¯þÅ {Vüßý™þË$ A...sêÆÿ$. Ðþ$$QÅ...V> VüÐþ$°...^þ¨ W¯þ Ñ¦ÙÄý$..., Æÿ...{§éË ÐþË¯þ HÆÿµyþ¯þ Ñ§þ$Å™þ ¦ÜÓËµ...V> E... r $...¨. lÌ>Æÿ×ý... ÐésýÌü ¦ÜÓ^þe ™þÌü$PÐþ.

Ðþ¦ßý¯þ {¡³{ÌüÄý$ÌZ Æÿ...{§éË$ ´ëÌŸ¯þ r... ^þ™þ ©°° P-ÆÿÌü... A¦ÜÓ¿êÐþf AÆÿÐé¦ßýÌü... A...sêÆÿ$.

Ðþ$$QÅ...ôéË$@

1. P-ÆÿÌü... A¦ÜÓ¿êÐþf AÆÿÐé¦ßýlÌ>ËÌZ, Æÿ...{§éË$ VüÇ¦Ù Ðé¦ßýlÌ>Ë$V>¯þ$, GË{lÌ>¯þË$ Ìü°¦Ù Ðé¦ßýlÌ>Ë$V> E...sêÆÿ$$.
2. P-ÆÿÌü... AÆÿÐé¦ßýlÌ>Ë$ ™þ r¦Ü...V> (Ñ§þ$Å™þ ¡³Æÿ...V>) E...sêÆÿ$$.
3. ¡³ r Ðþ$$ (8) ÌZ ^þ*¡³¯þ r $ Ñ§þ$Å™þ {¡³Ðé¦ßý... Æÿ...{§éË$ ÐþË¯þ fÆÿ$Vü$™þ$...¨. lÌ>°sý ©°° Æÿ...{§þ Ñ§þ$Å™þ A...sêÆÿ$. ü

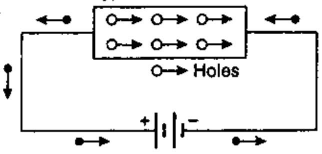


Fig. (8) P-type conductivity

11.8 AÑ_a¯þ² ¦ÜÒ$¥üÆÿ×ýÐþ$$@

AÑ_e¯þ² ¦ÜÒ$¥üÆÿ×ý... E™éµ¨...^þ Ðþ$$...§þ$ D {¥ü...¨ Ñ¦ÙÄý*Ë Vü*Ça ^þÇa...^þ$§éÐþ$$.

E™þµ† Ðþ$ÇÄý$$ ¦³#¯þ@¦Ü...Äý*VüÐþ$$ (BÐþôýÐþ$$Ë¥ü$)

¦ÜÓ¿êÐþ f AÆÿÐé¦ßý¥üÐþ$$ËÌZ GË{¥>¯þË$, Æÿ...{§éË ¦Ü...QÅ ¦ÜÐþ*¯þ...V> E... r$...¨. E¦Ù AË fyþ ÐþË¯þ GË{¥>¯þ & Æÿ...{§þÐþ$$Ë f... rË$ {¥ö™þV> HÆÿµyþ™éÆÿ$$. ¦³#¯þ@ ¦Ü...Äý*Vü {¦³{¥üÄý$ ÐþË¯þ D f... rË$ †ÇW A§þ-ÔýÅ... AÐþ#™éÆÿ$$. ¦³#¯þ@ ¦Ü...Äý*Vü...ÌZ GË{¥>¯þË$ Æÿ...{§éËÌZ ¦³yþ ¥üË¦Ü´ù™éÆÿ$$. D E™þµ†, ¦³#¯þ@ ¦Ü...Äý*VüÐþ$$Ë ¦ÜÆ>¦ÜÇ ¥>ËÐþ$$¯þ$ Ðé¦ßý¥>Ë Äý$$¥üP ¡ Ñ™þ¥>Ë... A...sêÆÿ$. Æÿ...{§éË¥ü T_p ™ø¯þ$ GË{¥>¯þË¥ü$ T_n ™ø¯þ$ D ¥>Ë... ^þ*¦ÜÝéÆÿ$.

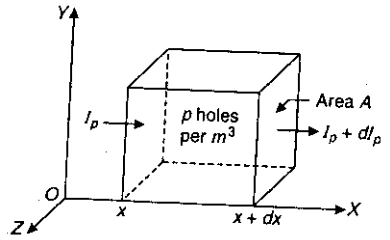
{yþ³ Ðþ$ÇÄý$$ ÐéÅ¦³¯þÐþ$$ Ñ§þ$Å™þË$@

»ê¦ßýÅ ´÷sý°Äý$Ìý A¯þ$ÐþÇ...¦³^þ¦Ü¯þ¦³#yþ$ ¦ÜÓ^ée GË{¥>¯þ º$$×êÐþÕ™þ GË{¥øyþ ¯þ$...yþ §þ¯éÐþÕ™þ GË{¥øyþ¥ü J¥ü ¦ÜÆÿÐþVü...™ø ¥ü§þË$™éÆÿ$$. ¦œÍ™þ...V> Ñ§þ$Å™þ E™þµ† AÐþ#™þ$...¨. D Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðé¦ßýÐþ$$¯þ$ {yþ³ Ñ§þ$Å™þ A...sêÆÿ$. A...sý »ê¦ßýÅ ÐöÌýh ¦ÜàÄý$...™ø GË{¥>¯þË¯þ$ {yþ³ ^þÄý$yþ... §éÓÆ> fÆÿ$Vü$™þ$...¨.

AÆÿÐé¦ßý¥>ËÌZ D {yþ³ Ñ§þ$Å™þ ¥>¥ü$...yé, ÐéÅ¦³¯þ Ñ§þ$Å™þ ¥ü*yé HÆÿµyþ$™þ$...¨. BÐþôýÐþ$$Ë$ ÐéÅ¦³¯þÐþ$$ ^þ...¨¯þ¦³#yþ$ HÆÿµyþ Ñ§þ$Å™þ¯þ$ ÐéÅ¦³¯þ Ñ§þ$Å™þ A...sêÆÿ$.

AÑ_e¯þ²ü² ¦ÜÒ$¥üÆÿ×ý... @ Ýë...™þ$ËÅ™ø ¦ÜÒ$¥üÆÿ×ý...@

J¥ü AÆÿÐé¦ßý¥ü...ÌZ GË{¥>¯þ Ìý§é Æÿ...{§éË V>Ëþ™þ ¥>ËÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ §þ*Æÿ...¦³ B§éÆÿ¦³yþ E... r$...¨. D V>Ëþ™þ° ¥>Ë... Ìý§é §þ*Æÿ... §þ-ÚëüÅ °Æ>Ç...^þ$r¥ü$ J¥ü ´ë„ü¥ü AÐþ¥üË¯þ ¦ÜÒ$¥üÆÿ×ý... Ýë¨...^þV> HÆÿµyþ §é°° AÑ_e¯þ² ¦ÜÒ$¥üÆÿ×ý... A...sêÆÿ$. D ¦ÜÒ$¥üÆÿ×ý... J¥ü AÐþ¥üË¯þ ¦ÜÒ$¥üÆÿ×ê°² ¦Ü*_¦Ü$...¨.



¦³r... (9)

¦³r Ðþ$$ (9) ÌZ ^þ*¦³¯þ r$ ´÷yþÐþ# d_x Ðþ$$§þÅ^þa§þÐþôéËÅ... A V> ¥üÍ¯þ J¥ü AÆÿÐé¦ßý¥üÌZ¦ßýÐþ$$ A ÌZ° ¿êVüÐþ$° ¦³ÇÖÍ§éÐþ$$. D ÐþôéËÅ...ÌZ Æÿ...{§éË ¦ÜÆ>¦ÜÇ V>Ëþ™þ P A¯þ$¥ü$...§éÐþ$$. D ¦ÜÐþ$¦ÜÅ° ¥üÐþË... H¥üÑ$¡Äý$ gêÅÑ$¡Äý$...V> ¦³ÇVü×ý§é.... ¦œ$¯þ¦³ÇÐþ*×ýÐþ$$ x V> ¥üÍ¯þ D ™þË...ÌZ I_p A¯þ¨ Ñ§þ$Å™þ ÌZ°¥ü Ðþ¦Ü t ¥>Ë... ™þÆÿ$Ðé™þ °Äý$r¥ü Ðþâý¨ I_p x dI_p. A...sý D ¦œ$¯þ¦³ÇÐþ*×ýÐþ$$¯þ$ §ésý dI_p Ñ§þ$Å™þ {¦³Ðþ¦ßý¦Ü$...¨. V>Ëþ™þÌZ° Ðþ*Æÿ$µVüË ¥>Æÿ×ýÐþ$$Ë$.

1. Æý…{§éË V>Éþ™þ ™þVü$™þ$…¨. (dI_p A§þ¯þ¦³# Ñ§þ$Å™þ ÐþË¯þ)

2. E¦Ù AËfyþ ÐþË¯þ Æý…{§éË V>Éþ™þ ¡³Æý$Vü$™þ$…¨.

3. ¦³#¯þ@ ¦Ü…Äý*Vüþ$$ ÐþË¯þ Æý…{§éË V>Éþ™þ ™þVü$™þ$…¨.

¡³ A…ôýÐþ$$Ë¯þ$ J¥üsý ™þÆý$Ðé™þ J¥üsý ¦³ÇÖ Í¦Ü

(i) B ¦œ$¯þ ¦³ÇÐþ*×ýÐþ$$ÌZ dI_p Ñ§þ$Å™þ ™þW™þ, Æý…{§éË V>Éþ™þ ™þW…¨. Æý…{§éË ™þVü$$§þË &. C¥üPyþ P A¯þ¨ BÐþôý ¦³ÇÐþ*×ýÐþ$$. ¥>ºsý Ñ§þ$Å™þ ÐþË¯þ Æý…{§éË V>Éþ™þ {¦³† ¦Ü¥ü…yþ$ ™þVü$$§þË

$$= \frac{dI_p}{e\,X\,(Adx)} = \frac{d\,J_p}{e\,dx} \qquad \left(Therefore\ J_p = \frac{I_p}{A}\right)$$ (C¥üPyþ dx = ¦œ$¯þ ¦³ÇÐþ*×ýÐþ$$)

(ii) E¦Ù AËfyþ ÐþË¯þ {¦³† ¦Ü¥ü…yþ$¥ü$ Æý…{§þÐþ$$Ë ¦Ü…QÅ P ^ö¦³š¯þ ¡³Æý$Vü$™þ$…¨. T_p A¯þ¨ Æý…{§éË i Ñ™þ¥>Ë… AÆý$$™þ V>Éþ™þ P_o Ðþ§þ ¦ÜÆý…V> E…yé Í A…s

$$G = \frac{P_o}{T_p}\text{ý}$$

(iii) P A¯þ¨ Æý…{§éË V>Éþ™þ AÆý$$™þ H¥>…¥ü ÐþôéËÅ…ÌZ G¥>…¥ü ¥>Ìê°¥ü ¦³#¯þ@ ¦Ü…Äý*Vü… ÐþË¯þ Æý…{§éËÌZ ™þVü$$§þË

¦³#¯þ@ ¦Ü…Äý*Vü Æý r$ = P/T_p

BÐþôýÐþ$$¯þ¥ü$ ¯éôý¯þ… V>° E™þµ† V>° Ìý§þ$ ¥>ºsý ¡³ A…ôéË$ ¦³ÇVü×ýÌZ°¥ü ¡¦Ü$¥ü$…sý

$$\frac{\partial\rho}{\partial t} = g - r - \frac{\partial J_p}{(e\partial x)}$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial t} = \frac{P_o}{\tau_p} - \frac{P}{\tau_p} - \frac{\partial J_p}{(e\partial x)}$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial t} = \frac{P_o - p}{\tau_o} - \frac{1}{e}\frac{\partial J_p}{\partial x} \quad \ldots\ldots\ldots(1)$$

¡³ ¦ÜÒ$¥üÆý×ýÐþ$$¯þ$ Ýë…™þ$ËÅ™é ¦ÜÒ$¥üÆý×ý… Ìý§é AÑ_e¯þ² ¦ÜÒ$¥üÆý×ý… A…sêÆý$.

GË{¥>¯þË¥ü C r $Ðþ…sý ¦ÜÒ$¥üÆý×ý… $\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{n_0 - n}{\tau_n} + \frac{1}{e}\frac{\partial J_p}{\partial t}$ ....(2)

Æÿ...{§éË ÐéÅ¦ÜÐþ$$ ÐþË¯þ HÆÿµyþ¯þ Ñ§þ$Å™þ Ýë...{§þ™þ

$$(J_p)_{diff} = eD_p \frac{\partial p}{\partial x}$$

CÌüPyþ D_p ° ÐéÅ¦³¯þ ¦ÜÆ>...Ìü... A...sêÆÿ$.

Æÿ...{§éË & ÐþË¯þ HÆÿµyþ¯þ {yþ³ Ñ§þ$Å™þ $(J_p)_{diff} = ep\mu_p E$

$$J_p = (J_p)_{diffusion} + (J_p)_{drift}$$

$$J_p = -eD_p \frac{\partial p}{\partial x} + ep\mu_p E \quad \text{.........................(3)}$$

(Ìý§é)

T_p ÑË$Ðþ ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý... (3) ¯þ$...yþ ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý... (1) ÌZ {¦³†„ü¦³...^þV>

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{p_0 - p}{\tau_p} - \frac{1}{e}\frac{\partial}{\partial x}\left[-eD_p \frac{\partial p}{\partial x} + ep\mu_p E\right]$$

(Ìý§é) $$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{p_0 - p}{\tau_p} + D_p \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} - \mu_p \frac{\partial (pE)}{\partial x}$$

©°¯þ Æÿ...{§éËÌü Ýë...™þ$ËÅ™é ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý... A...sêÆÿ$. C§þÑ§þ...V> GË{Ì>¯þËÌü$

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{n_0 - n}{\tau_n} + D_n \frac{\partial^2 n}{\partial x^2} - \mu_n \frac{\partial}{\partial x}(nE)$$

©°° GË{Ì>¯þËÌü Ýë...™þ$ËÅ™é ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý... A...sêÆÿ$.

11.9 ÝëÆ>...ÔýÐþ$$@

1. ¦œ$¯þ ¦³§éÆÿÐþ$$ËÌZ JÌöPÌüP ¦³ÆÿÐþ*×ý$Ðþ#yþ JÌöPÌüP ÔýÌü ÝëÆÿ$$Ì>Ìü$...yé ÔýÌü ¦³sýË$ HÆÿµyþ™éÆÿ$$.
2. ¦Ü...Äý*fÌü GË{Ì>¯þÞË ÔýÌü ÝëÆÿ$$Ë ¦ÜÐþ$$§éÄý*°² Ðþ¦ßý¯þ ¦³sý A...sêÆÿ$.
3. Ðé¦ßý¯þ GË{Ì>¯þË ÔýÌü ÝëÆÿ$$Ë ¦ÜÐþ$$§éÄý*°² Ðþ¦ßý¯þ ¦³sý A...sêÆÿ$.
4. ¦Ü...Äý*fÌü ¦³sý, Ðþ¦ßý¯þ ¦³sýË Ðþ$$§þÅ Rêä {¦³§þÔýÐþ$$¯þ$ °¦Ü§þ ÔýÌü {´ë...™þ... A...sêÆÿ$.
5. ¦³NÇV> °...¦³°yþ¯þ ¦Ü...Äý*fÌü ¦³sýÌü, RêäV> E¯þ² Ðþ¦ßý¯þ ¦³sýÌü Ðþ$$§þÅ ^éË ™þyé E...sý ¦³§éÆÿÐþ$$Ë$ °...§þÌüÐþ$$Ë$.
6. Ðé¦ßýÌ>ËÌZ Ðþ¦ßý¯þ ¦³sý, ¦Ü...Äý*fÌü ¦³sý A†´ë™þ... ^þ...¨ E...sêÆÿ$$.

7. AÆÿÐé¦ßýÌ>ËÌZ D ÔýÌü A...™þÆÿ... ^éË ™þÌü$PÐþ.

8. 0ºK Ðþ§þ AÆÿÐé¦ßýÌ>Ë$, º...§þÌ>Ë$V> ¦³°^þÝëÆÿ$$.

9. ¦ÜÓ¿ê f AÆÿÐé¦ßýÌü Ðé¦ßýÌü™þÓ... EÚù{Vü™þ™ø ´ë r $ ¡³Æÿ$Vü$™þ$...¨.

10. ¦ÜÓ¿êÐþ f AÆÿÐé¦ßýÌ>ËÌZ GË{Ì>¯þË$, Æÿ...{§éË ¦Ü...QÅ ¦ÜÐþ*¯þ....

11. AÆÿÐé¦ßýÌ>ËÌü Ðþ$ Í¯éË¯þ$ ÌüË¦³yþ... yø¡³...Vü A...sêÆÿ$.

12. yø¡³...Vü ^þÄý$ºyþ¯þ AÆÿÐé¦ßýÌ>°² A¦ÜÓ¿êÐþ f AÆÿÐé¦ßýÌü... A...sêÆÿ$.

13. AÆÿÐé¦ßýÌ>°Ìü ¦³...^þ ¦Ü...Äý* f Ìü Ðþ$*ËÌü ¦³ÆÿÐþ*×ý$Ðþ#Ë° Ðþ$ Í¯éË$V> Ìü Í¡³™þ HÆÿµyþ¨ N-ÆÿÌü....

14. AÆÿÐé¦ßýÌ>°Ìü, {†¦Ü...Äý* f Ìü Ðþ$*ËÌü ¦³ÆÿÐþ*×ý$Ðþ#Ë° Ìü Í¡³™þ HÆÿµyþ¨ P-ÆÿÌü....

15. N-ÆÿÌü...ÌZ GË{Ì>¯þÞË$ VüÇ¦ÙÐé¦ßýÌ>Ë$, Æÿ...{§éË$ Ìü°¦Ù Ðé¦ßýÌ>Ë$.

16. P-ÆÿÌü...ÌZ Æÿ...{§éË$ VüÇ¦ÙÐé¦ßýÌ>Ë$, GË{Ì>¯þË$ Ìü°¦Ù Ðé¦ßýÌ>Ë$.

17. A¨Ìü Ýë...{§þ™þ VüË Ñ§þ$Å§éÐþÔý {´ë...™éË ¯þ$...yþ, AËµ Ýë...{§þ™þ VüË {´ë...™þÐþ$$ËÌø º¨ Î {¡³{ÌüÄý$° ÐéÅ¦³¯þ... A...sêÆÿ$.

18. ÐéÅ¦³¯þ... ÐþË¯þ HÆÿµyþ¯þ Ñ§þ$Å™þ° ÐéÅ¦³¯þ Ñ§þ$Å™þ A...sêÆÿ$.

19. JÌü Æÿ...{§þÐþ$$, GË{Ì>¯þ™ø ¦³#¯þ@ ¦Ü...Äý*Vü...ÌZ ´ëÌZ¯þÌü Ðþ$$...§þ$ Ì>Ìê°² Æÿ...{§þÐþ$$ Äý$$ÌüP i Ñ™þ Ì>Ë... A...sêÆÿ$.

11.10 Ðþ$$QÅ¦³§þÐþ$$Ë$@

¦Ü...Äý* f Ìü ¦³sý & Ðþ¦ßý¯þ ¦³sý & °¦Ù§þÔýÌü {´ë...™þ... & º...§þÌ>Ë$ & Ðé¦ßýÌ>Ë$ & AÆÿÐé¦ßýÌ>Ë$ & ¦ÜÓ¿êÐþ f AÆÿÐé¦ßýÌ>Ë$ & yø¡³...Vü & A¦ÜÓ¿êÐþ f AÆÿÐé¦ßýÌ>Ë$ & Æÿ...{§éË$ & P-ÆÿÌü... AÆÿÐé¦ßýÌü... & N-ÆÿÌü... AÆÿÐé¦ßýÌü... & VüÇ¦Ù Ðþ$ÇÄý$$ Ìü°¦Ù BÐþÔý Ðé¦ßýÌ>Ë$ & {yþ³ Ðþ$ÇÄý$$ ÐéÅ¦³¯þÐþ$$ Ñ§þ$Å™þ & ¦ÜÆ>¦ÜÇ i Ñ™þ Ì>Ë....

11.11 ¦ÜÓÄý$... ¦³ÇÖË¯þ {¦³Óý²Ë$@

ÐéÅ¦ÜÐþ$$Ë$@

1. ÔýÌü ¦³sý ¡Ü§é...™þ... B§éÆÿ...V> ¦œ$¯þ ¦³§éÆÿÐþ$$Ë¯þ$ Ðé¦ßýÌ>Ë$ º...§þÌ>Ë$, AÆÿÐé¦ßýÌ>Ë$V> GÌê Ñ¿ýh...^éÆø ÑÐþÇ...^þ...yþ.

2. ¦ÜÓ¿êÐþ f, A¦ÜÓ¿êÐþ f AÆÿÐé¦ßýÌ>Ë Ðþ$$§þÅ »ý§éË$ ^þÇa..._ ÐésýÌZ Ðþ¦ßý¯þ {¦³{ÌüÄý$¯þ$ ÑÐþÇ...^þ...yþ.

3. JÌü AÆÿÐé¦ßýÌ>°Ìü (1) §é™þ Ðþ* Í¯þÅ... (2) {Vüißý™þ Ðþ* Í¯þÅ... Ìü Í¡Ü¯þ¦³#yþ$ Ðésý {¦³¿êÐþÐþ$$Ë$ ÑÐþÇ...^þ...yþ.

4. AÆÿÐé¦ßýÌ>ËÌZ Ýë...™þ$ËÅ™é ¦ÜÒ$ÌüÆÿ×ý E™éµ§þ¯þ ^þÄý$...yþ.

Ë¦œ$ ¦ÜÐ¦þ$¦ÜÅË$@

1. ¦ÜÓ¿êÐþ f , A¦ÜÓ¿êÐþ f AÆÿÐé¦ßýÌ>Ë Ðþ$$§þÅ ™þyéË$ ™þËµ…yþ.

2. P-ÆÿÌü…, N-ÆÿÌü… AÆÿÐé¦ßýÌ>Ë Ðþ$$§þÅ »ý§þÐþ$$Ë$ ™þËµ…yþ.

3. N-ÆÿÌü… AÆÿÐé¦ßýÌü…¦³ JÌü Ë¦œ$sýÌü {ÐéÄý$…yþ.

4. P-ÆÿÌü… AÆÿÐé¦ßýÌü…¦³ JÌü Ë¦œ$sýÌü {ÐéÄý$…yþ.

_¯þ² {¦³Ôý²Ë$@

1. Ðþ¦ßý¯þ GË{Ì>¯þ A¯þV> ¯þÑ$?

2. ¦ÜÓ¿êÐþ f , A¦ÜÓ¿êÐþ f AÆÿÐé¦ßýÌ>Ë$ A¯þV> ¯þÑ$?

3. Æÿ…{§þ… A¯þV> ¯þÑ$?

4. Æÿ…{§éË §þÆ>ÃË$ {ÐéÄý$…yþ.

5. ÔýÌü ¦³sý ¦Ü§é…™þ… ¦³ r Ðþ$$ XÄý$…yþ.

11.12 ¦³ÇÖË¯þ ´ëuÿÅ ¦³#¦ÜÌüÐ¦þ$$Ë$@

1. ¿o†Ìü Ôé¦Ü… & II .... ¦ßý Íyþ Ðþ$ÇÄý$$ Æÿ¦Ü²Ìü.

2. Ñ§þ$Å™þ Ðþ$ÇÄý$$ GË{Ì>°Ìüþ .... ™éÆÿ$$™ø

3. Ñ§þ$Å™þ .... ºÆÿPÌý ¿ê†Ìü Ôé¦Ü ÐþÆÿ$¦Ü

4. GË{Ì>°Ìü ÐþËÄý*Ë$ .... Ñ$°Ðþ*¯þ Ðþ$ÇÄý$$ ¦ßý ÍÌüÜ.

యూనిట్ – IV

పాఠం – 12

సంధి డయోడ్‌లు

ఉద్దేశ్యాలు:

1. సంధిడయోడ్ పనిచేసే విధానం
2. జీనర్ డయోడ్ పనిచేసే విధానం
3. అర్ధతరంగ, పూర్ణ తరంగ దిక్కరణం గూర్చి తెలుసుకోవడం
4. స్పందనాత్మక గుణకము నిర్గళన వలయాలు లను తెలుసుకోవడం.

పాఠ్యాంశ నిర్మాణవము:

12.1 P - N సంధిడయోడ్

12.2 జీనర్ డయోడ్

12.3 అర్ధతరంగ ఏకదిక్కరిణి

12.4 పూర్ణ తరంగ ఏకదిక్కరిణి

12.5 నిర్గళన వలయాలు

12.6 మాదిరి లెక్కలు

12.7 సారాంశము

12.8 కీలక పదములు

12.9 స్వయం సమీక్షా ప్రశ్నలు

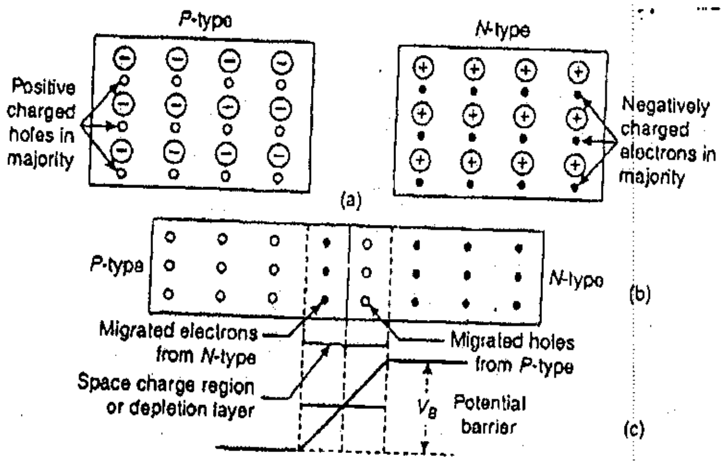
12.10 చదువవలసిన పుస్తకాలు

12.1 P - N సంధి డయోడ్:

రెండు ఎలక్ట్రోడ్‌లు వున్న పరికరాన్ని డయోడ్ అంటారు. P-N సంధి డయోడ్ అనేది Ge లేదా S_i స్ఫటికంతో తయారైన రెండు ధ్రువాలున్న పరికరం. ఈ రెండు ధ్రువాలు రెండు ఎలక్ట్రోడులుగా పని చేస్తాయి. ఒక P-రకం స్ఫటికాన్ని మరో N-రకం స్ఫటికంతో జతచేస్తే P-N సంధి డయోడ్ ఏర్పడుతుంది. అయితే ఈవిధంగా సంధి డయోడును ఏర్పరిస్తే సంధి వద్ద స్ఫటిక తలాల పొరలు, ఇతర క్రమరాహిత్యాలవల్ల స్ఫటిక నిర్మాణంలో అవిచ్ఛిన్నత కొనసాగదు.

అందువల్ల ఒకే ఒక జెర్మేనియం లేదా సిలికాన్ అర్ధవాహక స్ఫటికాన్ని తీసుకొని, దానిలో సగభాగం P-రకం అర్ధవాహకంగా, రెండో సగభాగం N-రకం అర్ధవాహకంగా అయ్యేటట్లు మాదికరణం చేయడం ద్వారా P-N సంధి డయోడ్‌ను తయారుచేస్తారు.

P-N సంధి డయోడ్ నిర్మాణం దిగువ పటము ద్వారా వివరింపవచ్చు. పటం 1a లో జతచేయడానికి ముందు వుండే P-రకం, N-రకం అర్ధవాహకాలు చూపబడ్డాయి. P-రకం అర్ధవాహకంలో ఋణాత్మక గ్రాహిత అయానులు (- గుర్తు అధిక సంఖ్యలో ధనావేశవాహకాలైన రంధ్రాలు వుంటాయి. అదేవిధంగా N-రకం అర్ధవాహకంలో ధనాత్మక దాత అయానులు (+ గుర్తు కలిగిన వృత్తాలతో చూపబడినవి) అల్ప సంఖ్యలోనూ, అధిక సంఖ్యలో ఋణావేశ వాహకాలైన ఎలక్ట్రానులు వుంటాయి.



(a) P-type and N-type semiconductor (not joined)
(b) P-N junction (after joining). (c) Potential barrier

(a) సంధిని ఏర్పరచడానికి ముందు P-రకం, N- రకం అర్ధవాహకాలు.

(b) P-N సంధిని ఏర్పరిచిన స్ఫటికం

(c) అవరోధ పొటెన్షియల్.

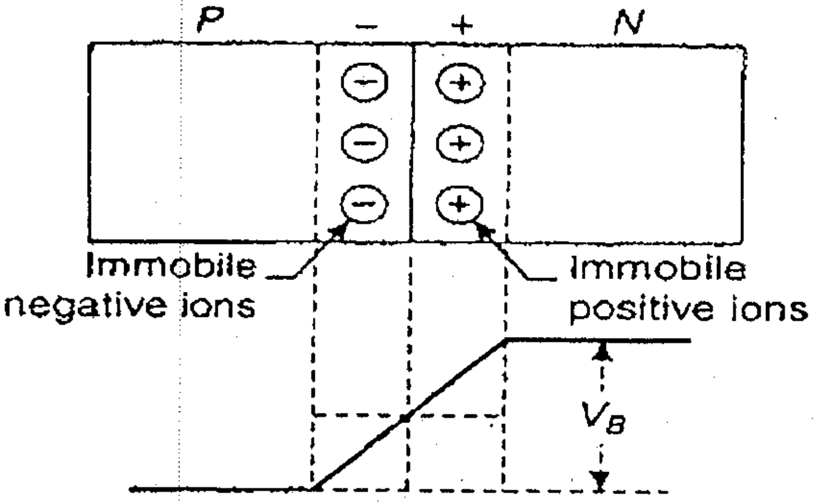
ఇప్పుడు ఈ రెండు రకాల అర్ధవాహకాలను జతచేసి 1.b లో చూపిన విధంగా P-N సంధి డయోడ్‌ను ఏర్పరిచినామనుకొనుము. అప్పుడు P-వైపు అధిక సంఖ్యలో వుండే ధనావేశ వాహకాలైన రంధ్రాలు N-భాగం వైపుకు, N-భాగంలో అధిక సంఖ్యలో వుండే ఋణావేశ వాహకాలైన ఎలక్ట్రానులు P-భాగం వైపుకు విసరణ చెంది, అక్కడ గల వ్యతిరేక ఆవేశాలతో సంయోగం చెంది తటస్థీకృతం అవుతాయి. ఈ ప్రక్రియ ఫలితంగా సంధికి ఇరువైపులా అటూ, ఇటూ చలన శీల ఆవేశవాహకాలులేని సన్నని ప్రదేశం ఏర్పడుతుంది. ఈ ప్రదేశాన్ని లేమిపొర (deplation layer) అంటారు. అంతేకాక, సంధికి దగ్గరగా వున్న N-రకం పదార్థం ధనావేశితం కావడం, P-రకం

పదార్థం ఋణావేశితం కావడం జరుగుతుంది. దీని ఫలితంగా N-ప్రాంతం నుండి P-ప్రాంతం దిశగా ఒక విద్యుత్ క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది.

అందువల్ల ఒక పొటన్షియల్ అవరోధం ఏర్పడుతుంది. సంధికి ఒకవైపు నుండి రెండవ వైపుగా రంధ్రాలుగాని, ఎలక్ట్రానులు గాని మరింతగా విసరణ చెందకుండా ఈ అవరోధ పొటన్షియల్ నిరోధిస్తుంది.

సంధి పొటన్షియల్:

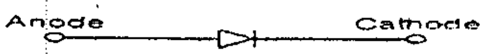
లేమి పొర ఏర్పడిన తర్వాత P-ప్రాంతలో చలనం లేని ఋణ అయానులు, N-ప్రాంతంలో చలనం లేని ధన అయానులు చేరడాన్ని పటం 2 లో చూపాము. ఈ చలన రహిత అయానుల వల్ల ఏర్పడే పొటన్షియల్ అవరోధం V_B సంధిని సమతా స్థితిలో వుంచుతుంది. ఈ పొటన్షియల్‌ను సంధి పొటన్షియల్ లేదా అంతరిక పొటన్షియల్ అంటారు. అవరోధపొటన్షియల్ V_B వల్ల ఏర్పడే విద్యుత్ క్షేత్రం లేమి పొర ద్వారా మరింతగా ఆవేశ వాహకాలు విసరణ చెందకుండా నిరోధిస్తుంది. ఈ అవరోధ పొటన్షియల్ 0.1 V నుండి 0.3 V వరకు వుంటుంది.



పటం 2.

డయోడ్ సంకేతం :

వరుసగా డయోడ్ సంకేతం పటం 3 లో చూపబడినది. P-రకం, N-రకం ప్రాంతాలను వరుసగా ఆనోడు, కాథోడులుగా సూచిస్తారు.



పటం 3

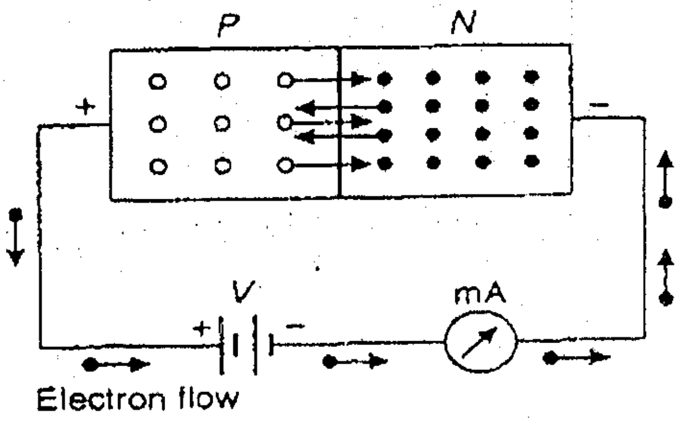
డయోడ్ పురోశక్మంలో వున్నప్పుడు బాణం గుర్తు సాంప్రదాయ విద్యుత్ ప్రవాహ దిశను, అంటే రంధ్రాలు ప్రవహించే దిశను చూపుతుంది.

P-N సంధి డయోడ్ పని చేసే విధానము:

P-N సంధి డయోడ్ పని చేసే విధానాన్ని దానికి పురోశక్మం, తిరోశక్మం వల్ల కలిగే ప్రభావం తెలుసుకోవడం ద్వారా అర్థం చేసుకోవచ్చు.

1. పురోశక్మం:

అవరోధ పొటెన్షియల్‌ను తొలగించి, విద్యుత్ ప్రవాహం కొనసాగేలా P-N సంధి డయోడ్‌కు ఇవ్వబడిన బాహ్య వోల్టేజిని పురోశక్మం అంటారు.



P-N సంధి డయోడ్‌కు పురోశక్మం కలుగజేయడానికి, P-ప్రాంతాన్ని ఘటమాల (Battery) ధన ధ్రువానికి, N-ప్రాంతాన్ని ఘటమాల ఋణ ధ్రువానికి కలపాలి. ఈ విధంగా యివ్వబడిన పురోశక్మం అవరోధ పొటన్షియల్‌కు వ్యతిరేక దిశలో విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. జెర్మేనియంకు అవరోధ పొటన్షియల్ 0.3V, సిలికాన్‌కు అవరోధ పొటన్షియల్ 0.7V. ఈ విలువలు చాలా తక్కువ కనుక పురోశక్మ పొటన్షియల్ 0.7V. ఈ విలువలు చాలా తక్కువ కనుక పురోశక్మ పొటన్షియల్ అవరోధపొటన్షియల్‌ను తొలగించడానికి సరిపోతుంది. ఈ పరిస్థితులలో డయోడ్ నిరోధం దాదాపుగా శూన్యం అవుతుంది. అందువల్ల డయోడు గుండా విద్యుత్తు ప్రవహిస్తుదజాతి

పురోశక్మం వల్ల N-ప్రాంతంలో ఋణావేశ వాహకాలైన ఎలక్ట్రానులు బ్యాటరీ ఋణ ధ్రువం వల్ల వికర్షింపబడతాయి. ఇక్కడ బ్యాటరీ వోల్టేజి ఆవేశవాహకాలకు అవరోధ పొటన్షియల్‌ను అధిగమించి లేమి పొర ద్వారా విసరణ చెందటానికి కావలసిన శక్తిని సమకూరుస్తుంది.

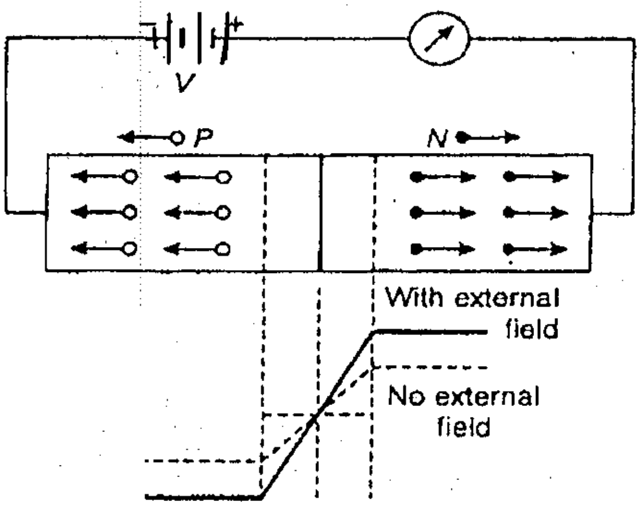
సంధివద్ద ఒక ఎలక్ట్రాన్ రంధ్రంతో సంయోగం చెంది తటస్థం చెందినపుడు, బ్యాటరీ ధన ధ్రువం వద్ద నుండే P-ప్రాంతంలో ఒక సమయోజనీయ బంధం విడివడుతుంది. అప్పుడు విడుదలయ్యే అది బ్యాటరీ ద్వారా ప్రయాణించి N-ప్రాంతంలోనికి పోతుంది. అప్పుడు ఏర్పడే రంధ్రం సంధి వైపుకుపోతుంది. N-ప్రాంతం నుండి

P-ప్రాంతం వైపుకు ప్రయాణిస్తూ ఒక రంధ్రంతో సంయోగం చెందే ప్రతి ఎలక్ట్రాను వల్ల P-ప్రాంతంలో ఒక సంయోజనీయ బంధం విడివడి రంధ్రం – ఎలక్ట్రాన్ జంట విడుదలవుతుంది. ఈ విధంగా పురోశక్మంలో విద్యుత్ ప్రవాహం ఏర్పడుతుంది.

2. తిరోశక్మం :

అవరోధ పొటన్షియల్ పెరిగే విధంగా P-N సంధికి ప్రయోగింపబడే బాహ్య వోల్టేజిని తిరోశక్మం అంటారు.

తిరోశక్మంలో బ్యాటరీ ధన ధ్రువం N-ప్రాంతానికి, ఋణ ధ్రువం P-ప్రాంతానికి పటం. 5లో చూపిన విధంగా కలపబడుతుంది.

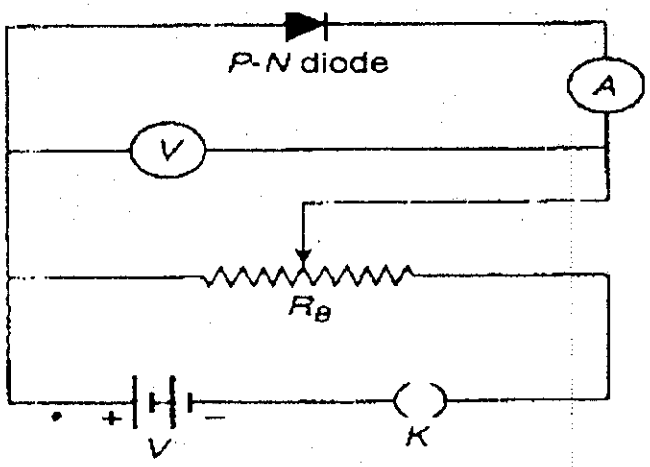


పటం.5 : P-N సంధి తిరోశక్మం

తిరోశక్మం అవరోధ పొటన్షియల్ దిశలో పని చేసేలా విద్యుత్ క్షేత్రాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. అందువల్ల అవరోధపొటన్షియల్ పెరుగుతుంది. ఇది సంధి ద్వారా విద్యుదావేశ వాహకాలు ప్రవహించకుండా నిరోధిస్తుంది. ఈ విధంగా P-N సంధిలో అధిక నిరోధం ఏర్పడుతుంది. P-ప్రాంతంలోని రంధ్రాలు, N-ప్రాంతంలోని ఎలక్ట్రానులు సంధి నుండి దూరంగా జరుగుతాయి. ఎలక్ట్రాన్ – రంధ్రంల సంయోగం జరుగనందువల్ల విద్యుత్తు ప్రవహించదు.

పై వివరణ ద్వారా మనం గ్రహించే దేమిటంటే, పురోశక్మంలో సంధి డయోడు నిరోధం తగ్గి వలయంలో విద్యుత్ ప్రవహిస్తుంది. తిరోశక్మంలో నిరోధం పెరిగటం వల్ల వలయంలో విద్యుత్తు ప్రవహించదు. అందువల్ల ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని (a-b), ఏక ముఖ విద్యుత్ (d-c) గా మార్చే ఏక దిక్కరిణి గా P-N సంధి డయోడ్ ఉపయోగపడుతుంది.

వోల్టేజి – ప్రవాహం (V-I) అభిలక్షణాలు:

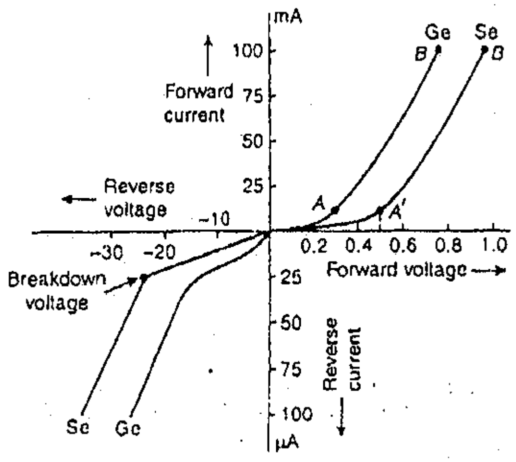


పటం.6 :

పై పటం P-N సంధి డయోడ్ V - I అభిలక్షణాలను పరిశీలించడానికి ఉపయోగించే వలయాన్ని సూచిస్తుంది. బాహ్య వోల్టేజి లేనపుడు వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం శూన్యము. ఈ అభిలక్షణాలను (i) పురోశక్మం లోను, (ii) తిరోశక్మంలోనూ రెండు భాగాలుగా పరిశీలిస్తారు.

(i) **పురోశక్మం :**

P-N సంధిలో పురోశక్మం వోల్టేజిని పొటన్షియల్ విభాజిని సహాయంతో క్రమంగా పెంచుతారు. ఒక నిర్ణీత పురోశక్మ వోల్టేజిని ఆరంభ వోల్టేజి (Threshold Voltage) లేదా విచ్ఛేదన వోల్టేజి (Cut-in-Voltage) అంటారు. ఈ ఆరంభ వోల్టేజి (Vth) అవరోధ పొటన్షియల్ (V_B) కి సమానము. $V_B < V_{th}$ అయినపుడు విద్యుత్ ప్రవాహం అత్యల్పము. పురోశక్మ వోల్టేజి ఆరంభ వోల్టేజి కన్న అధికంగా వుండేలా పెంచినపుడు విద్యుత్ ప్రవాహం పటం.7 లో చూపిన విధంగా పెరుగుతుంది. పురోశక్మ వోల్టేజిని ఒక సురక్షిత విలువ కంటే పెంచితే అత్యధిక విద్యుత్ ప్రవాహం ఏర్పడి, అప్పుడు జనించే అధిక ఉష్ణం వల్ల P-N సంధి పాడయిపోతుంది.



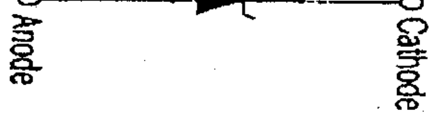
పటం 7:

(ii) **తిరోశక్మం :**

P-N సంధిలో తిరోశక్మ వోల్టేజిని పొటన్షియల్ విభాజిని సహాయంతో క్రమంగా పెంచుతూపోవాలి. ఈ సందర్భంలో సంధిని నిరోధం పెరగడం వల్ల వలయంలో విద్యుత్తు ప్రవహించదు. అయితే అల్ప సంఖ్యాక విద్యుదావేశ వాహకాల వల్ల అతి స్వల్ప విద్యుత్ ప్రవాహం – లో వుంటుంది. దీనిని తిరో విద్యుత్ ప్రవాహం అంటారు. దీనిని పటం.7 లో చూడవచ్చు. తిరో వోల్టేజిని అదే పనిగా పెంచుతూపోతే, ఒకానొక వోల్టేజి వద్ద తిరో విద్యుత్ ప్రవాహంలో హఠాత్తుగా విపరీతమైన పెరుగుదల కనిపించి ఒక గరిష్ఠవిలువను పొందుతుంది. ఈ గరిష్ఠవిద్యుత్తును సంతృప్తి విద్యుత్ ప్రవాహం అంటారు. తిరో వోల్టేజిని ఇంకా పెంచితే అల్ప సంఖ్యాక ఆవేశ వాహకాల గతిశక్తి పెరిగి, అర్ధవాహక అణువుల లోని ఎలక్ట్రానులను బయటకు నెట్టుతాయి. ఇప్పుడు సంధి విచ్ఛిన్నమై శాశ్వతంగా పాడయిపోతుంది.

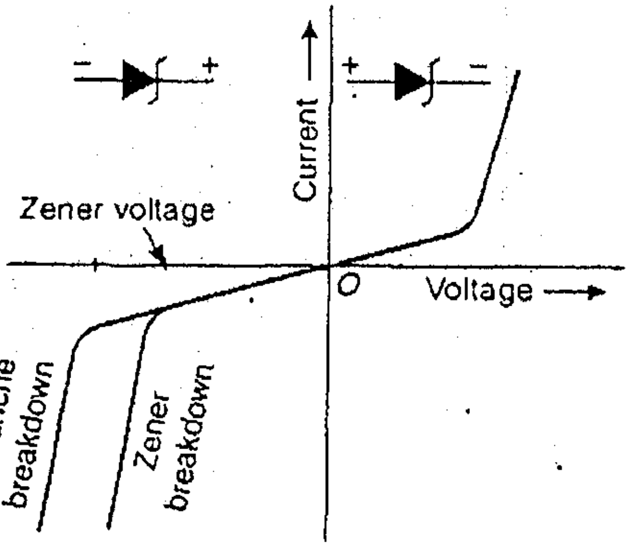
12.2 జీనర్ డయోడ్:

ఇది కూడా ఒక సంధి డయోడే. అధికంగా మాదీకరణం చేసిన P-N సంధి డయోడును జీనర్ డయోడు అంటారు. దీనిని తిరోశక్మ వోల్టేజిలో విచ్ఛేదన ప్రాంతం వోల్టేజి వద్ద ఉపయోగిస్తారు. అధిక ఉష్ణోగ్రతలను, అధిక విద్యుత్ ప్రవాహాలను తట్టుకోగలిగే శక్తి జెర్మేనియం కంటే సిలికాన్‌కు ఎక్కువ కనుక వీటిని సాధారణంగా సిలికాన్ స్ఫటికాలతోనే తయారు చేస్తారు. జీనర్ డయోడ్‌ను పటం.8లో చూపిన సంకేతంతో సూచిస్తారు.



పటం : 8

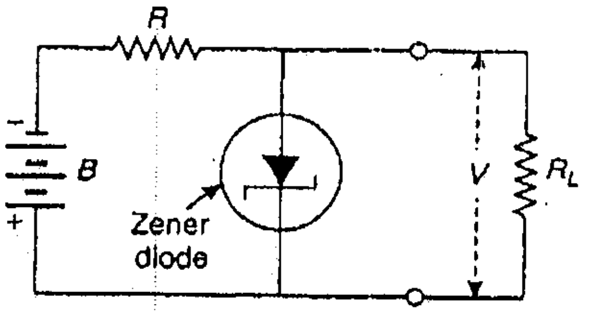
ఈ సంకేతం సాధారణ P-N సంధి డయోడ్‌వలే వున్నా కొద్దిపాటి మార్పు ఉంటుంది. కాథోడును గీతకు బదులుగా Z ఆకారంలో సూచిస్తారు. దీని V - I అభి లక్షణాలు పటం 9 లో చూపబడ్డాయి. తిరోవోల్టేజి సున్నా నుండీ క్రమంగా పెంచినా కాంతరేంజి వరకు తిరోవిధ్యుత్ అతి స్వల్పంగా వుండటం, వోల్టేజితో పాటు విద్యుత్ ప్రవాహంలో పెరుగుదల కూడా స్వల్పంగా వుండటం మనం పటం ద్వారా గమనించవచ్చు.



(i) **జీనర్ విచ్ఛేదనం :** డయోడును ఎక్కువగా మాదీకరణం చేయడం వల్ల తక్కువ తిరోవోల్టేజికి కూడా సంధి దగ్గర అత్యధిక విద్యుత్ క్షేత్రం – ఏర్పడుతుంది. దీని వలన సంయోజనీయ బంధాలలో తూట్లు పడతాయి. లేమి పొర పెడల్పు చాలా వరకు తగ్గుతుంది. అందువల్ల అత్యధిక సంఖ్యలో రంధ్రాలు – ఎలక్ట్రానులు జనించి సంతృప్త తిరోవిద్యుత్ ప్రవాహం ఏర్పడుతుంది. దీనినే జీనర్ విచ్ఛేదనం అంటారు. జీనర్ విద్యుత్ అనువర్తిత వోల్టేజి పై ఆధారపడదు కాని బాహ్య నిరోధంపై ఆధారపడుతుంది.

(ii) **అవలాంచి వచ్ఛేదనం :** తక్కువ మాదీ కరణం చేసిన డయోడ్‌లలో లేమి పొర ఎక్కువ మందంలో వుంటుంది. ఈ సందర్భజాంలో సంధి వద్ద ఏర్పడే విద్యుత్ క్షేత్రం జీనర్ విచ్ఛేదనాన్ని కలుగజేసేటంత శక్తిని కలిగివుండదు. ఉష్ణం వల్ల వెలువడిన రంధ్రాలు మరియు ఎలక్ట్రానులు అనువర్తిత పొటన్షియల్ వల్ల తగినంత శక్తిని పొంది సంయోజనీయ బంధంలో వున్న ఎలక్ట్రాన్‌లను బయటకు నెట్టుతాయి. ఈ విధంగా వెలువడిన ఆవేశ వాహకాలు కుడా తదుపరి సంయోజన బంధాల నజీండి ఎలక్ట్రానులను బయటకు నెట్టుతాయి. దీనవల్ల పెద్ద మొత్తంలో ఎలక్ట్రానులు వెలువడతాయి. దీనినే అవలాంచి విచ్ఛేదనం అంటారు. ఈ విచ్ఛేనసం అధిక తిరో అనువర్తిత వోల్టేజిల వద్ద జరుగుతుంది. దీని వల్ల డయోడ్ కొనల మధ్య స్థిర నిర్గమణ వోల్టేజి ఉంటుంది. ఈ అభి లక్షణం వోల్టేజి నియంత్రణకు అనుకూలంగా వుంటుంది.

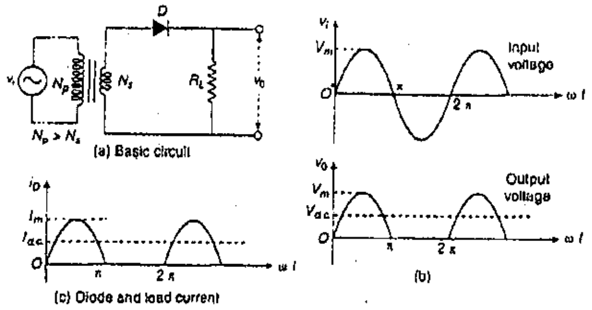
వోల్టేజి నియంత్రకంగా జీనర్ డయోడ్:



ఈ పటం స్థిరమయిన నిర్గమన వోల్టేజిని భారనిరోధం R_L ద్వారా యిచ్చే వోల్టేజి నియంత్రక వలయము. బ్యాటరీ (B), నిరోధం (R), జీనర్ డయోడ్‌లను శ్రేణిలో తిరోశక్మంలో కలుపుతారు. దీనికి నివేశిత వోల్టేజిన్ని అనువర్తింపజేస్తారు. నిర్గమన వలయంలో జీనర్ డయోడుకు సమాంతరంగా ఒక భార నిరోధం R_L ను కలుపుతారు. R_L లేనపుడు జీనర్ డయోడ్ ద్వారా సురక్షిత విద్యుత్ ప్రవాహం మాత్రమే వుండే విధంగా R విలువను ఎంచుకుంటారు. ఇప్పుడు R_L కలుపబడినదనుకొనుము. దీని ద్వారా కొంత విద్యుత్ ప్రవాహం వుంటుంది. అంతే విలువ గల విద్యుత్ ప్రవాహం జీనర్ ద్వారా పోవడం తగ్గుతుంది. అయితే R_L చివరల ఏర్పడే వోల్టేజి పాతం దాదాపుగా స్థిరంగా వుంటుంది. ఈ విధంగా జీనర్ డయోడు వోల్టేజి నియంత్రకంగా పనిచేస్తుంది.

12.3 అర్ధ తరంగ ఏక దిక్కరణి (Half Wave rectifier) :

ఏకాంతరం వోల్టేజి లేదా విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఏకముఖ వోల్టేజి లేదా విద్యుత్ ప్రవాహంగా మార్చడానికి పరికరాన్ని ఏకదిక్కరణి అంటారు. P-N సంధి డయోడును ఏకదిక్కరణిగా ఉపయోగించవచ్చు. అర్ధ తరంగ ఏక దిక్కరణిలో ఒకే ఒక డయోడ్‌ను వాడతారు. పూర్ణ తరంగ ఏక దిక్కరణిలో రెండు డయోడ్‌లను వాడతారు. అర్ధతరంగ ఏక దిక్కరణి వల్ల నివేశిత ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహం (ac) లోని అర్ధ చక్రం (half cycle) మాత్రమే ఏకదిక్కరణం చెందుతుంది. మిగిలిన అర్ధచక్రం అసలు నిర్గమనం కాదు. ఏకదిక్కరణం చేయవలసిన a.c. ని P-N డయోడ్, భార నిరోధం R_L లతో పటం.11 లో చూపిన విధంగా శ్రేణిలో కలుపుతారు. వోల్టేజి అధికం కావలసిన లేదా తగ్గవలసిన సందర్భాలలో తగిన పరివర్తకం (transformer) ద్వారా నివేశిత ప్రవాహాన్ని పంపుతారు.



పటం.

పనిచేసే విధానం : నివేశిత a.c. ధనాత్మక అర్ధచక్రంలో, డయోడ్ పురోశక్మంలో వుంటుంది. కాబట్టి డయోడు గుండా విద్యుత్ ప్రవహిస్తుంది. ఫలితంగా R_l లో పొటన్షియల్ పాతం ఏర్పడుతుంది. ఈ నిర్గమన వోల్టేజి పటంలో చూపబడినది. నివేశిత a.c. ఋణాత్మక అర్ధచక్రంలో డయోడు తిరోబయాస్‌లో ఉంటుంది. అందువల్ల డయోడు గుండా విద్యుత్తు ప్రవహించదు. అంటే $i_D \;\; 0$ మరియు $V_o \;\; 0$. ఈ విధంగా ఋణ అర్ధచక్రానికి నిర్గమనం వుండదు.

పటం ద్వారా మనం గమనించే విషయం ఏమిటంటే, నిర్గమన ఏకముఖ (dc) వోల్టేజి విచ్ఛిన్నంగాను, స్పందనాత్మకంగాను వుంటుంది. దీనిని dc మీటర్లతో కొలిస్తే, వోల్టేజి లేదా విద్యుత్ ప్రవాహంల సగటు విలువలను మాత్రమే సూచిస్తాయి. R_l కు సమాంతరంగా కిరణ దర్శినిని కలిపి ఈ తరంగాకారాన్ని చూడవచ్చు. నివేశిత a.c లో అర్ధ తరంగం మాత్రమే ఏకదిక్కరణం చెందటం వల్ల దీనిని అర్ధ తరంగదిక్కరణి అంటారు.

విశ్లేషణ :

అర్ధ తరంగ ఏకదిక్కరణి విశ్లేషణలో మనం క్రింది విషయాలను పరిగణనలోనికి తీసుకుంటాము.

(i) నిర్గమన dc విద్యుత్ ప్రవాహం

(ii) నిర్గమన dc వోల్టేజి

(iii) RMS విద్యుత్ ప్రవాహం మరియు వోల్టేజి

(iv) దిక్కరణి దక్షత

(v) స్పందనాత్మక గుణకము మరియు

(vi) క్రమకరణం

నివేశిత a.c. (V_i) ను సూచించే సమీకరణం

$$V_i \quad V_m \sin wt \;\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

ఇక్కడ Vm గరిష్ట నివేశిత వోల్టేజి. డయోడు పురోనిరోధం V_m (పనిచేసే స్థితిలో నిరోధం), తిరో నిరోధం R_r (పని చేయని స్థితిలో నిరోధం) అనుకొనుము. డయోడు లేదా భార నిరోధం R_l ద్వారా ప్రవహించే విద్యుత్ "i" అనుకొంటే,

$$i \quad I_m \sin wt \qquad (0 \leq wt < \pi \text{ అయినపుడు}) \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$i \quad 0 \qquad (\pi \leq wt \leq 2\pi \text{ అయినపుడు}) \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

ఇక్కడ $I_m = \dfrac{V_m}{R_f + R_l} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$

(i) నిర్గమన dc విద్యుత్ ప్రవాహం (I_{dc}) :

$$I_{dc} = \frac{1}{2\Pi}\int_0^{2\Pi} i\, d(\omega t)$$

$$= \frac{1}{2\Pi}\left[\int_0^{\Pi} I_m \sin\omega t\, d(\omega t) + \int_{\Pi}^{2\Pi} 0\, d(\omega t)\right]$$

$$= \frac{1}{2\Pi}\left[I_m\{-\cos\omega t\}_0^{\Pi}\right]$$

$$= \frac{1}{2\Pi}\left[I_m\{+1-(-1)\}\right] \text{---------- (5)}$$

$$= \frac{I_m}{\Pi} = 0.318 I_m$$

I_m విలువను ప్రతిక్షేపించగా,

$$I_{dc} = \frac{V_m}{\Pi(R_f + R_L)} \text{———— (6)}$$

$R_L \gg R_f$ అయినపుడు

$$I_{dc} = \frac{V_m}{\Pi R_L} = 0.318\frac{V_m}{R_L} \text{------ (7)}$$

(ii) నిర్గమన dc వోల్టేజి (V_{dc})

$$V_{dc} = I_{dc} \times R_L = \frac{I_m}{\Pi} \times R_L \text{ .... (8)}$$

$$= \frac{V_m \times R_L}{\Pi(R_f + R_L)} = \frac{V_m}{\Pi\left\{1 + \left(\frac{R_f}{R_L}\right)\right\}} \text{ .... (9)}$$

$R_L \gg R_f$ అయినపుడు

$$V_{dc} = \frac{V_m}{\Pi} = 0.318 V_m$$

(iii) RMS విద్యుత్ ప్రవాహం మరియు వోల్టేజి:

$$I_{rms} = \left[\frac{1}{2\Pi} \int_0^{2\Pi} i^2 . d(\omega t) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\frac{1}{2\Pi} \int_0^{\Pi} I_m^2 \sin^2 \omega t \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{I_m}{2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

$$= \frac{V_m}{2(R_f + R_L)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

$$V_{rms} = I_{rms} \times R_L = \frac{V_m \times R_L}{2(R_f + R_L)}$$

$$= \frac{V_m}{2\left\{1 + (R_f + R_L)\right\}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

$R_L \gg R_f$ అయినపుడు

$$V_{rms} = \frac{V_m}{2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

iv) **ఏకదిక్కరణి దక్షత (η) :**

నివేశిత ac సామర్థ్యంలో ఎంత శాతాన్ని నిర్గమన dc సామర్థ్యంగా దిక్కరణి మారుస్తుందో దానిని ఏక దిక్కరణి దక్షత తెలియజేస్తుంది. నిర్గమన dc సామర్థ్యానికి, అనువర్తిత ac సామర్థ్యానికి గల నిష్పత్తిగా ఏక దిక్కరణి దక్షతను నిర్వచిస్తారు. అంటే

$$\eta = \frac{\text{నిర్గమన dc సామర్థ్యం}}{\text{నిర్గమన ac సామర్థ్యం}}$$

$$= \frac{P_{dc}}{P_{ac}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

$$P_{dc} = (I_{dc})^2 \times R_L = \frac{I_m^2 R_L}{\Pi^2} \quad \text{.............. (16)}$$

మరియు

$$P_{ac} = P_d + P_r$$

ఇక్కడ P_d = డయోడు వద్ద వినియోగమయిన సామర్ధ్యము

$$= I_{rms}^2 \times R_L = \frac{I_m^2}{4} \times R_f$$

P_r = భారనిరోధం వద్ద వినియోగమయిన సామర్ధ్యము.

$$= I_{rms}^2 \times R_L = \frac{I_m^2}{4} \times R_L$$

$$\therefore P_{ac} = \frac{I_m^2}{4} \times R_f + \frac{I_m^2}{4} \times R_L = \frac{I_m^2}{4} \times (R_f + R_L) \quad \text{............ (17)}$$

సమీకరణాలు (16), (17) ల నుండి

$$\eta = \frac{\dfrac{I_m^2 R_L}{\Pi^2}}{\dfrac{I_m^2 (R_f + R_L)}{4}} = \frac{4}{\Pi^2} \frac{R_L}{(R_f + R_L)}$$

$$= \frac{4}{\Pi^2} \frac{1}{\left\{1 + \left(\dfrac{R_f}{R_L}\right)\right\}} = \frac{0.406}{\left\{1 + \left(\dfrac{R_f}{R_L}\right)\right\}} \quad \text{..................... (18)}$$

ఏకదిక్కరణి దక్షతాశాతం = $\eta \times 100$

$$\eta = \frac{40.6}{1 + \left(\dfrac{R_f}{R_L}\right)} \quad \text{..................... (19)}$$

సైద్ధాంతికంగా - అయినపుడు అర్ధ తరంగ ఏక దిక్కరణి దక్షతా శాతం - 40.6%.

(v) స్పందనాత్మక గుణకము (γ) :

ఏకముఖంగా మారిన dc నిర్గమన వోల్టేజి ఎంత స్వచ్ఛంగా వుంటుందో తెల్పేదే స్పందనాత్మక గుణకము γ. దీనిని RMS వోల్టేజి (v_{rms}) మరియు dc వోల్టేజి (v_{dc}) ల నిష్పత్తిగా నిర్వచిస్తారు.

$$\gamma = \frac{\text{స్పందనాత్మక వోల్టేజి}}{\text{dc వోల్టేజి}}$$

$$= \frac{\text{a.c. అంశ యొక్క rms విలువ}}{\text{తరంగం యొక్క dc విలువ}} = \frac{(V_r)_{rms}}{V_{dc}}$$

లేదా

$$\gamma = \frac{(I_r)_{rms}}{I_{dc}} \quad \text{——(20)}$$

$(I_r)_{rms}$ విలువలను క్రింది విధంగా లెక్కిస్తారు.

అర్ధతరంగం ఏకదిక్కరణిలో కరెంటు – కు సమీకరణం

$$i \approx \frac{I_m}{\Pi} + \frac{I_m}{2}\sin\omega t - \frac{2I_m}{3\Pi}\cos 2\omega t - \frac{2I_m}{15\Pi}\cos 4\omega t$$

ఇంకా , $i \approx I_{dc} + I_r$

ఇక్కడ $I_{dc} = \frac{I_m}{\Pi}$

$$i \approx \frac{I_m}{\Pi} + \frac{I_m}{2}\sin\omega t - \frac{2I_m}{3\Pi}\cos 2\omega t - \frac{2I_m}{15\Pi}\cos 4\omega t$$

dc అంశను కలిగివున్న స్పందనాత్మక విద్యుత్తుకు

$$I_{rms} = \sqrt{\left\{I_{dc}^2 + (I_r)_{rms}^2\right\}}$$

లేదా

$$I_{rms}^2 = I_{dc}^2 + (I_r)_{rms}^2$$

$$\therefore \quad (I_r)_{rms} = \sqrt{\left(I_{rms}^2 - I_{dc}^2\right)}$$

ఈ విలువను సమీకరణం 20లో ప్రతిక్షేపిస్తే

$$\gamma = \frac{\sqrt{\left(I_{rms}^2 - I_{dc}^2\right)}}{I_{dc}} = \sqrt{\left\{\left(\frac{I_{rms}}{I_{dc}}\right)^2 - 1\right\}} \text{ -------- } (21)$$

$I_{rms} = \frac{I_m}{2}$ and $I_{dc} = \frac{I_m}{\Pi}$ కనుక

$$\therefore \gamma = \sqrt{\left[\left\{\frac{\left(I_m/2\right)}{\left(I_m/\Pi\right)}\right\}^2 - 1\right]} = \sqrt{\left\{\left(\frac{\Pi^2}{4} - 1\right)\right\}}$$

= 1.21 .... (22)

సమీకరణం (22) ద్వారా మనం గ్రహించే విషయం ఏమిటంటే, నిర్గమన dc వోల్టేజిలో 121% ac అంశవుంటుందని. అందువల్ల అర్ధతరంగ ఏకదిక్కరణి అంత.

(vii) **క్రమ బద్ధీకరణం:**

భార నిరోధ dc కలిగే మార్పుగా క్రమకరణాన్ని నిర్వచిస్తారు.

$$\text{వోల్టేజి క్రమబద్ధీకరణ శాతం} = \frac{V_{noload} - V_{fullload}}{V_{fullload}} \times 100\% \text{ -------- } (23)$$

ఆదర్శ శక్తి జనకానికి నిర్గమ వోల్టేజి భార నిరోధం ద్వారా పోయే విద్యుత్ ప్రవాహం పై ఆధారపడి వుండకూడదు. ఆదర్శ శక్తి జనకంలో పూర్తి భారానికి ఉండే వోల్టేజి, శూన్య భారానికి ఉండే వోల్టేజికి సమానంగా వుంటుంది. అంటే, అది శూన్య శాత క్రమబద్ధీకరణాన్ని కలిగి వుంటుంది. క్రమబద్ధీకరణ శాతం ఎంత తక్కువగా వుంటే, జనకం నుండి శక్తి సరఫరా అంత బాగుంటుంది.

అర్ధ తరంగ ఏకదిక్కరణికి,

$$V_{dc} = \frac{V_m R_L}{\Pi\left(R_f + R_L\right)} = \frac{V_m}{\Pi}\left[1 - \frac{R_f}{\left(R_f + R_L\right)}\right]$$

అందువల్ల అర్ధతరంగ ఏకదిక్కరణి R_f అంతర్నిరోధం కలిగి $\frac{V_m}{\Pi}$ స్థిర వోల్టేజిని ఇచ్చే జనకంగా పనిచేస్తుంది.

భార నిరోధం లేనపుడు ($I_{dc} = 0$), $V_{dc} = \frac{V_m}{\Pi}$ నిర్గమన dc విద్యుత్ ప్రవాహం (I_{dc}) పెరగుతున్న కొలదీ నిర్గమన dc వోల్టేజి V_{dc} తగ్గుతుంది.

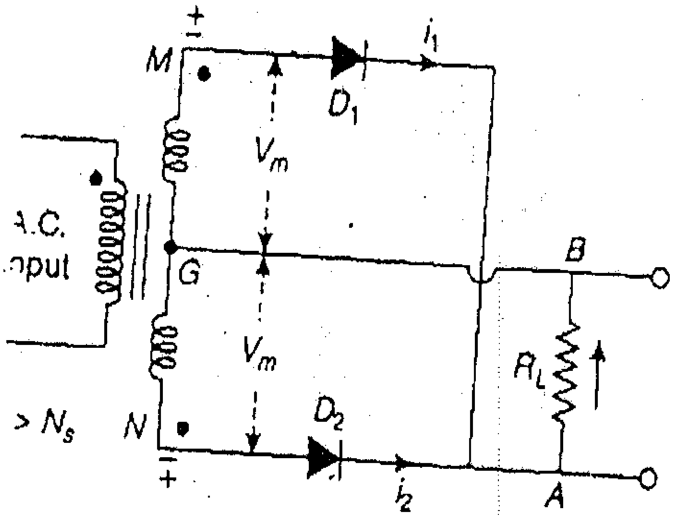
కొన్ని సందర్భాలలో శిఖరాగ్ర విలోమన వోల్టేజి (PIV) మరియు రూప గుణకం (Form Factor) లను కూడా గణిస్తారు.

PIV : తిరోదిశలో డయోడు కొనల మధ్య వుండే గరిష్ట వోల్టేజి V_{mo} ను PIV గా నిర్వచిస్తారు.

$$F = \frac{rms\ value}{average\ vaule} = \frac{I_m/2}{I_m/\Pi} = \frac{0.5 I_m}{.318 I_m} = 1.57$$

12.4 పూర్ణతరంగ ఏకదిక్కరణి:

పూర్ణ తరంగ ఏకదిక్కరణిలో అనువర్తిత ac లోని రెండు అర్ధ చక్రాలను రెండు డయోడ్ల సహాయంతో ఉపయోగిస్తారు. పటం.12 లో పూర్ణతరంగ దిక్కరణి వలయం చూపబడినది. ఈ వలయంలో రెండు అర్ధతరగ వలయాలను చూడవచ్చు.



పటం.12

పనిచేయువిధానం : అనువర్తిత ac ప్రవాహాన్ని పరివర్తకం ద్వారా పంపడం మొదలు కాగానే పరివర్తకంలోని M, N కొనల వద్ద వోల్టేజిలు ఏదైనా సమయంలో పరస్పరం వ్యతిరేక దిశలలో వుంటాయి. అంటే M వద్ద ధనాత్మకం అయితే, B వద్ద ఋణాత్మకం అవుతుంది. ac నివేశన వోల్టేజి ధనాత్మక అర్ధచక్రంలో, M ధనాత్మక పొటన్షియల్, G శూన్య పొటన్షియల్, N ఋణాత్మక పొటన్షియల్ కలిగివుంటాయి. ఇప్పుడు డయోడ్ D_1 ను పురోబయాస్‌లో వుండి భార నిరోధం R_L ద్వారా i_1 విద్యుత్తును ప్రవహింపజేస్తుంది. D_2 తిరోబయాస్‌లో వుండి, తన గుండా విద్యుత్తును ప్రవహించనీయదు. నివేశిత ac యొక్క ఋణాత్మక అర్ధచక్రంలో N ధనాత్మక పొటన్షియల్, G శూన్య పొటన్షియల్, M ఋణ పొటన్షియల్ కలిగివుంటాయి. ఇప్పుడు D_2 పురోబయాస్‌లో వుండి R_L ద్వారా i_2 విద్యుత్తును ప్రవహింపజేస్తుంది. D_1 తిరోబయాస్‌లో వుండి, తనగుండా విద్యుత్తును ప్రవహించనీయదు. నివేశిత ac యొక్క రెండు అర్ధ చక్రాలలోను R_L ద్వారా ప్రవహించే విద్యుత్తు ఒకే దిశలో (A నుండి B కి) ప్రవహిస్తుంది. ఈ తరంగ రూపం పటం.13లో చూపబడింది.

విశ్లేషణ:

అనువర్తిత ac వోల్టేజీ $V_i = V_m \sin wt$ ....①

డయోడ్ D_1, భార నిరోధం R_L ల ద్వారా ప్రవహించే విద్యుత్ (i_1) కు సమీకరణం.

$i_1 = I_m \sin wt \quad \text{for } 0 < wt < \pi$ ....②

$i_1 = 0 \sin wt \quad \text{for } \quad < wt < 2\pi$ ....③

ఇక్కడ

$$I_m = \frac{V_m}{R_f + R_L} \quad \text{.......................(4)}$$

దీనిలో R_f డయోడు యొక్క పురోనిరోధం.

అదేవిధంగా డయోడు D_2, భార నిరోధం R_L ద్వారా పోయే విద్యుత్ ప్రవాహం (i_2) కు సమీకరణం.

$i_2 = 0 \quad \text{for } 0 < wt < \pi$ ....⑤

$i_1 = I_m \sin wt \ \text{for} \quad 2\pi < wt < 2\pi$ ....⑥

R_L ద్వారా ప్రవహించే మొత్తం విద్యుత్ ప్రవాహం

$i = i_1 + i_2$ ....⑦

(i) సగటు లేదా dc విద్యుత్ ప్రవాహం (I_{dc}) :

$$I_{dc} = \frac{1}{2\Pi}\int_0^{2\Pi} i_1 \, d(\omega t) + \frac{1}{2\Pi}\int_0^{2\Pi} i_2 \, d(\omega t)$$

$$= \frac{1}{2\Pi}\int_0^{\Pi} I_m \sin\omega t \, d(\omega t) + 0 + 0 + \frac{1}{2\Pi}\int_{\Pi}^{2\Pi} I_m \sin\omega t \, d(\omega t)$$

$$= \frac{I_m}{\Pi} + \frac{I_m}{\Pi} = \frac{2I_m}{\Pi} = 0.636 I_m \quad \text{.......................... (8)}$$

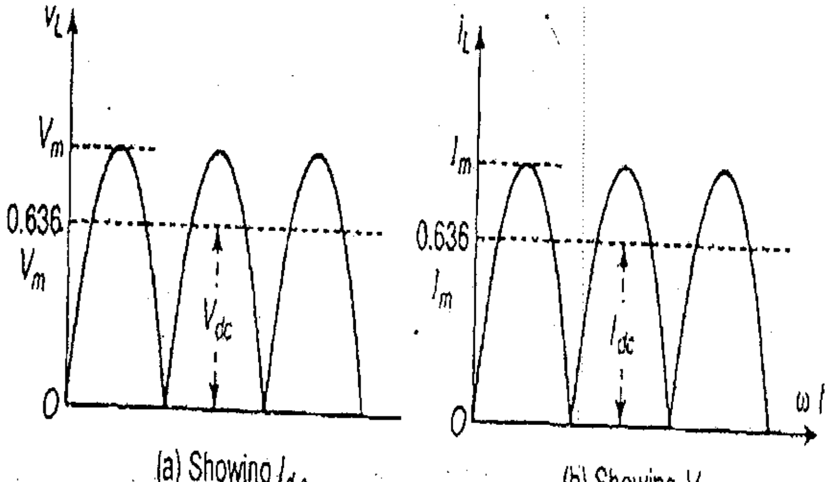
ఈ విలువ అర్ధతరంగ ఏకదిక్కరణిలో కంటే రెట్టింపు.

(ii) నిర్గమన dc వోల్టేజి (V_{dc}) :

భారనిరోధం R_L కొనల మధ్య నిర్గమన dc వోల్టేజి (V_{dc}) :

$$V_{dc} = I_{dc} \times R_L = \frac{2 I_m R_L}{\Pi} = 0.636 I_m R_L \quad \text{............ (9)}$$

ఈ విలువ అర్ధతరంగ ఏక దిక్కరణిలో కంటే రెట్టింపు. నిర్గమన dc విద్యుత్ ప్రవాహం, వోల్టేజిలు పటం.14 లో చూపబడ్డాయి.



(a) Showing $I_{d.c.}$ (b) Showing $V_{d.c.}$

(iii) RMS విద్యుత్ ప్రవాహం (I_{rms}) :

$$I_{rms} = \left[\frac{1}{\Pi}\int_0^{\Pi} i^2 \, d(\omega t)\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\frac{I_m^2}{\Pi}\int_0^{\Pi} \sin^2\omega t \, d(\omega t)\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad \text{———————} (10)$$

(iv) ఏక దిక్కరణి దక్షత (η) :

$$\eta = \frac{P_{dc}}{P_{ac}}$$

నిర్గమన dc సామర్థ్యము $P_{dc} = I_{dc}^2 \times R_L = \frac{4I_m^2}{\Pi^2} \times R_L$

$$P_{dc} = I_{rms}^2 (R_f + R_L) = \frac{I_m^2}{2}(R_f + R_L)$$

$$\therefore \quad \eta = \frac{\dfrac{4I_m^2 R_L}{\Pi^2}}{I_m^2 \dfrac{(R_f + R_L)}{2}} = \frac{8}{\Pi^2} \cdot \frac{R_L}{(R_f + R_L)}$$

$$= \frac{0.812}{\left\{1 + \left(R_f / R_L\right)\right\}} \quad \text{------------} (11)$$

$$\therefore \text{ దక్షతా శాతం } = \frac{81.2}{\left(1+\frac{R_f}{R_L}\right)} \ldots\ldots\ldots\ldots(12)$$

$R_f = 0$ అయితే, దక్షతా శాతం = 81.2%

అంటే అర్ధతరంగ ఏక దిక్కరణి దక్షత కంటే, పూర్ణ తరంగ ఏక దిక్కరణి దక్షత రెట్టింపుగా వుంటుంది.

(v) రూప గుణకం (Form Factor, F) :

$$F = \frac{I_{rms}}{I_{dc}} = \frac{I_m/\sqrt{2}}{2I_m/\Pi} = 1.11$$

స్పందనా గుణకం (Ripple Factor, γ):

$$\gamma = \frac{I_{a.c}}{I_{d.c}} = \left[\left(\frac{I_{rms}}{I_{dc}}\right)^2 - 1\right]^{\frac{1}{2}} = \left(F^2-1\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\left[(1.11)^2 - 1\right]^{\frac{1}{2}} = 0.48 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

అర్ధతరంగ ఏకదిక్కరణికి గల విలువ 1.21 కంటే ఇది చాలా మేలైనది.

vi) క్రమబద్ధీకరణం:

$$V_{dc} = \frac{2I_m R_L}{\Pi} = \frac{2V_m R_L}{\Pi\left(R_f + R_L\right)}$$

$$= \frac{2V_m}{\Pi}\left[1 - \frac{R_f}{R_f + R_L}\right] = \frac{2V_m}{\Pi} - I_{dc}R_f \text{ ---------------(14)}$$

(vii) శిఖరాగ్ర విలోమన వోల్టేజి (PIV) :

డయోడు తిరోబయాస్‌లో వున్నప్పుడు దాని కొనలనడుమ వుండే గరిష్ఠ వోల్టేజి PIV అంటారు. D_1 పురోబయాస్‌లోనూ, D_2 తిరోబయాస్‌లోనూ వున్నదనుకొనుము. అప్పుడు D_1 ద్వారా విద్యుత్ ప్రవహిస్తుంది, D_2 ద్వారా ప్రవహించదు. ఈ సందర్భంలో భార నిరోధం R_L కొనల మధ్య ఏర్పడే వోల్టేజి V_m . అప్పుడు డయోడ్

D_2 కొనల మధ్య వోల్టేజి (PIV) , భారనిరోధపు కొనల మధ్య వోల్టేజి (V_m) మరియు పరివర్తకంలో సగభాగంలో వోల్టేజి (V_m) ల మొత్తానికి సమానము.

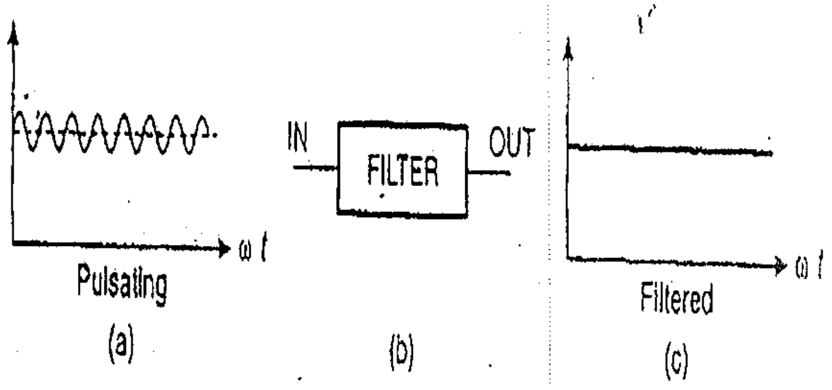
D_2 డయోడుకు PIV = $V_m + V_m = 2V_m$

అదేవిధంగా D_1 డయోడుకు PIV = 2_m

ఈ దిగువ నీయబడిన పట్టిన అర్ధతరంగ ఏకదిక్కరణి, పూర్ణతరంగ ఏక దక్కణిల మధ్య పోలికలను చూపుతుంది.

భౌతికరాశి	అర్ధతరంగ ఏక దిక్కరణి	పూర్ణ తరంగ ఏకదిక్కరణి
సగటు లేదా dc విద్యుత్ ప్రవాహం	$\frac{I_m}{\Pi}$	$\frac{2I_m}{\Pi}$
dc వోల్టేజి	$\frac{V_m}{\Pi}$	$\frac{2V_m}{\Pi}$
RMS విద్యుత్ప్రవాహం	$\frac{I_m}{2}$	$\frac{I_m}{\sqrt{2}}$
గరిష్ఠ దక్షత	40.6%	81.2%
స్పందనా గుణకం	V_m	$2V_m$

12.5 నిర్గళనిలు (Filters) : ఏక దిక్కరణిని వాడినప్పుడు లభించే నిర్గమన వోల్టేజి (లేదా విద్యుత్ ప్రవాహం) స్పందనాత్మకంగానే వుంటుంది. అంటే, దీనిలో d.c తో పాటు కొన్ని a.c అంశలు కూడా ఉంటాయి. పలు రకాల ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలలో స్వచ్ఛమైన (చదునుగా వుండే) dc కావలసివుంటుంది. స్పందనాత్మకమైన ఏకముఖ విద్యుత్ వోల్టేజి లేదా ప్రవాహాన్ని నిర్గళన వలయాలను (Filter Circuits) ఉపయోగించి చదునుచేయవచ్చు.



పటం.15

మనం ఈ దిగువ నిర్గళనాలను చర్చిస్తాం :

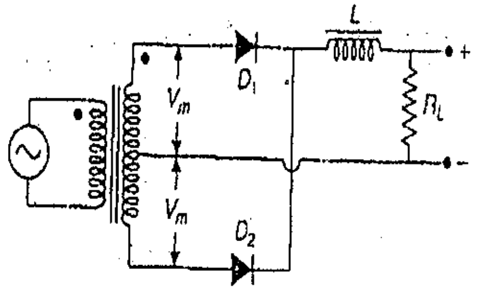
(i) ప్రేరకం శ్రేణిలో వుండే నిర్గళని (Series inductor filter)

(ii) షంటు కెపాసిటర్ నిర్గళని

(iii) LC నిర్గళని మరియు (iv) CLC లేదా π నిర్గళని.

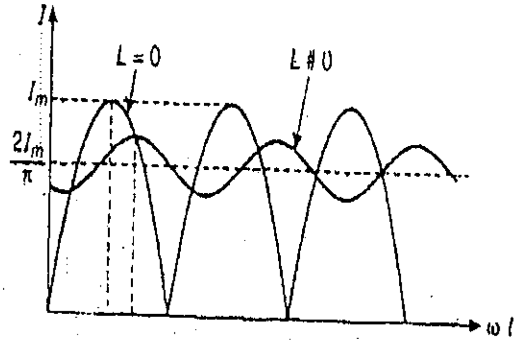
(i) **ప్రేరకం శ్రేణిలో వుండే నిర్గళని** (Series Inductor Filter) :

ఇక్కడ మనం ప్రేరకాన్ని శ్రేణిలో వుంచే నిర్గళనం కలుపబడిన పూర్ణతరంగ ఏక దిక్కరణిని చర్చిస్తాం. దీనిని పటం.16 లో చూపినాము. ప్రేరకాన్ని భారనిరోధంతో శ్రేణిలో కలిపితే అది ఒక నిర్గళనిగా పని చేస్తుంది. ప్రేరకం a.c అంశలకు హెచ్చుగా వలయు అవరోధం (impedence) కలుగజేసి, d.c కు ఎట్టి అవరోధాన్ని కలుగజేయదు. దీనికి కారణం హెచ్చు ప్రేరకత్వం గల ప్రేరకానికి dc నిరోధం అత్యల్పంగా వుండటం. విద్యుత్ ప్రవాహంలో కలిగే మార్పులను వ్యతిరేకించే ప్రేరకం యొక్క ధర్మమే దీని సూత్రం.



పటం.16

పటం 17లో నిర్గళనం ఉన్నప్పుడు, లేనప్పుడు భారనిరోధం ద్వారా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహ రూపం చూపబడినది.



పటం.17

ఏక దిక్కరణి నుండి నిర్గమనమయ్యే విద్యుత్ ప్రవాహం ఒక నిర్ణీణ సగటు విలువను దాటితే ప్రేరకంలో అయస్కాంత శక్తి నిలవచేయబడుతుంది. ఈ శక్తి విద్యుత్తులో హఠాత్తుగా కలిగే పెరగుదలను నిరోధిస్తుంది. అంతేకాక, నిర్గమన విద్యుత్తు ఒక నిర్ణీత సగటు విలువ కన్నా తగ్గితే, నిల్వవున్న శక్తి విద్యుత్ ప్రవాహం మరింతగా తగ్గకుండా కాపాడుతుంది.

నిర్గళనం లేనపుడు పూర్ణతరంగ ఏకదిక్కరణి నుండి నిర్గమనం అయ్యే విద్యుత్ ప్రవాహం

$$i = \frac{2I_m}{\Pi} - \frac{4I_m}{\Pi}\sum_{k=even}\frac{\cos k\omega t}{(k-1)(k+1)}$$

లేదా, $i = \frac{2I_m}{\Pi} - \frac{4I_m}{3\Pi}\cos 2\omega t - \frac{4I_m}{15\Pi}\cos 4\omega t$ .... (1)

పౌనఃపున్యంతో పాటు ప్రేరకం యొక్క వలయ నిరోధం పెరుగుతుంది. అందువల్ల ఈ నిర్గళనం హెచ్చు పౌనఃపున్యం గల అంశలను అత్యధిక ప్రభావవంతంగా పని చేస్తుంది. దీని ఆధారంగా హెచ్చు పౌనఃపున్య అంశలను వదలివేస్తే,

$i = \frac{2I_m}{\Pi} - \frac{4I_m}{3\Pi}\cos 2\omega t$ .... (2)

సౌలభ్యం కోసం తక్కువగా వుండే డయోడు నిరోధాన్ని విస్మరించవచ్చు.

విద్యుత్ ప్రవాహ dc అంశ $I_m = V_m / R_L$

L, R_L శ్రేణిలో వున్నపుడు ac అంశ యొక్క వలయనిరోధం $(Z) = \left[R_L^2 + (2\omega L)^2\right]^{\frac{1}{2}}$

ఇక్కడ 2W అనేది ac అంశ యొక్క పౌనఃపున్యం

$$\therefore \text{ ac అంశకు, } I_m = \frac{V_m}{\sqrt{(R_l^2 + 4\omega^2 L^2)}}$$

dc, ac అంశల – విలువలను సమీకరణం (2) లో ప్రతిక్షేపిస్తే

$$i = \frac{2V_m}{\Pi R_l} - \frac{1}{3\Pi}\frac{4V_m}{\sqrt{(R_l^2 + 4\omega^2 L^2)}}\cos(2\omega t - \phi) \quad \text{..................... (3)}$$

ఇక్కడ ϕ కోణం భారనిరోధం గుండాపోయే విద్యుత్ ప్రవాహం వోల్టేజి నుండి దశలో వుండే వెనుక బాటును సూచిస్తుంది. దీని విలువ

స్పందన గుణకము (Ripple factor) :

ac యొక్క rms విలువకు తరంగపు dc అంశకు గల నిష్పత్తిని స్పందన గుణకము (γ) అంటారు.

$$\gamma = \frac{(I_r)_{RMS}}{I_{dc}}$$

$$\gamma = \frac{\frac{4V_m}{3\Pi\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{(R_l^2 + 4\omega^2 L^2)}}}{\frac{2V_m}{\Pi R_l}} = \frac{2}{3\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left[\left\{1 + \left(4\omega^2 L^2 / R_l^2\right)\right\}\right]}}$$

$\frac{4\omega^2 L^2}{R_l^2} >> 1$ అయినపుడు, $\gamma = \frac{1}{3\sqrt{2}} \cdot \frac{R_l}{\omega L} = 0.236\frac{R_l}{\omega L}$ .... (5)

స్పందన గుణకం ప్రేరకత్వం పెరిగే కొలదీ లేదా R_l తగ్గుతున్న కొద్దీ తగ్గుతుందని ఈ సమీకరణం ద్వారా గమనించవచ్చు. హెచ్చు విద్యుత్ప్రవాహాలకు $R_l \rightarrow 0$. అప్పుడు

అప్పుడు $\gamma = \frac{2}{3\sqrt{2}} = 0.471$ (ఇది దిక్కరణి విలువ 0.482 కు చాలా దగ్గరగానున్న విలువ)

అందువల్ల ఈ నిర్గళనాన్ని R_L విలువ స్వల్పంగా వుండి, భార నిరోధం ద్వారా హెచ్చు విద్యుత్ప్రవాహం వుండే సందర్భంలో వాడతారు.

క్రమబద్ధీకరణం (Regulation) :

$$V_{dc} = I_{dc}R_L = \frac{2V_m}{\pi} = 0.637V_m = 0.637\sqrt{2}V_{rms}$$

లేదా, $V_{dc} = 0.90V_{rms}$ .... (6)

ఇక్కడ V_{rms} ను పరివర్తక గౌణ వేష్టనం, ఒక కొన, మధ్య బిందువుల మధ్య కొలుస్తారు. నిర్గమన వోల్టేజి భార నిరోధం పై ఆధారపడదు. అందువల్ల మంచి క్రమబద్ధీకరణం వుంటుంది. ఇక్కడ చోక్, డయోడు, ప్రేరకాల నిరోధాలు అతి స్వల్పంగా వుంటాయని భావిస్తాము.

నిర్గమన వోల్టేజి (V_{dc}):

నిర్గమన వోల్టేజి $V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi}$

ప్రేరక నిర్గళనం R_L విలువ స్వల్పంగా వున్నప్పుడు ఎక్కువ ప్రభావవంతంగా వుంటుందని తెలుసుకున్నాము. చోక్ (ప్రేరకం) నిరోధం స్వల్పంగా వున్నప్పటికి, పరివర్తకం, డయోడుల మొత్తం నిరోధం 'R' ని విస్మరించలేము. ఈ సందర్భంలో

నిర్గమన వోల్టేజి(V_{dc}): $V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} \cdot \frac{R_L}{R_L + R} = \frac{2V_m}{\pi}\left(1 - \frac{R}{R_L + R}\right)$

లేదా,

$$V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} - I_{dc}R \text{ .... (7)}$$

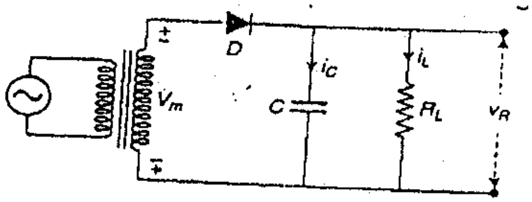
అధిక భార నిరోధం వుంటే క్రమకీరణం అతి తక్కువగా వుంటుంది.

(ii) షంట్ కెపాసిటర్ నిర్గళని : ఏక దిక్కరణి వల్ల లభించే నిర్గమన వోల్టేజి (లేదా విద్యుత్ ప్రవాహం) స్పందనాత్మకంగానే వుంటుంది. ఈ స్పందనాలను తొలగించడానికి ఏక దిక్కరణికీ, భార నిరోధానికీ మధ్య నిర్గళన వలయాన్ని కలుపుతారు. ఒక కెపాసిటర్‌ను భార నిరోధానికి షంట్ చేయడం ద్వారా స్పందనాలను తొలగిస్తారు. ఇట్టి నిర్గళని షంట్ కెపాసిటర్ నిర్గళని అంటారు. కెపాసిటర్‌లో ఆవేశవృద్ధి జరిగేటప్పుడు శక్తిని నిల్వ చేస్తుంది. ఆవేశక్షీణత

జరిగేటప్పుడు శక్తిని విడుదల చేస్తుంది. ఈ సూత్రంపై ఆధారపడి ఈ నిర్గళనం పనిచేస్తుంది. ఈ పద్ధతిలో స్పందకాలు తొలగింపబడతాయి.

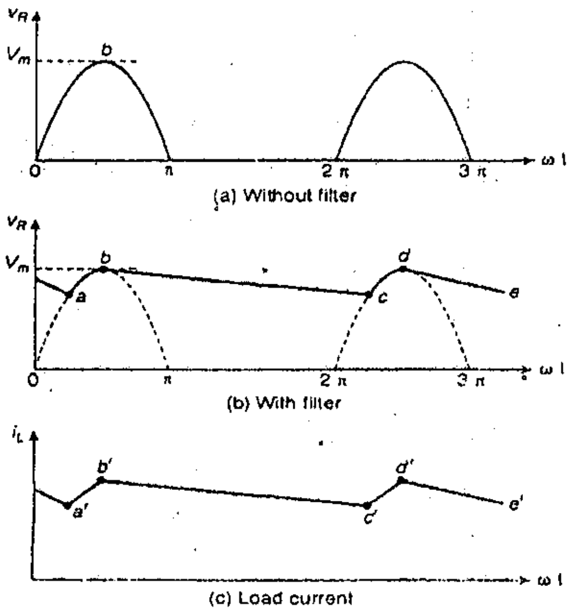
షంట్ కెపాసిటర్ నిర్గళనితో అర్ధ తరంగ ఏకదిక్కరణి:

దీనిని పటం. 18 లో చూడవచ్చు.



పటం.18

అనువర్తిత ac ధనాత్మక అర్ధచక్రంలో, డయోడు D పురోశక్మంలో వుండి విద్యుత్తును ప్రవహింపజేస్తుంది. ఇది కెపాసిటర్ 'C' ను త్వరగా ఆవేశ పూరితం చేసి దానికి V_m వోల్టేజి వచ్చేలా చేస్తుంది. దీనికి కారణం పురోబయాస్‌లో డయోడు నిరోధం విస్మరించగలిగినంత తక్కువ కనుక. దీనిని పటం.19లో బిందువు 'b' గా చూపబడింది. (ఈ స్థితిలో కెపాసిటర్ పూర్తిగా ఆవేశ పూరితమై వుంటుంది).

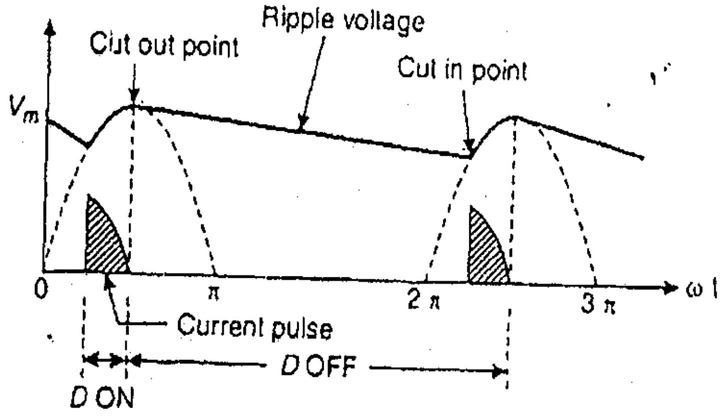


పటం.19

అనువర్తిత ac ఋణ అర్ధచక్రానికి చేరే వరకు నిర్గమన వోల్టేజి, విద్యుత్ ప్రవాహాలను గమనించవచ్చు. ఋణాత్మక అర్ధచక్రానికి డయోడు D తిరో బయాస్‌లో వుండటం వల్ల విద్యుత్తు ప్రవహించదు. ఇప్పుడు కెపాసిటర్ పటంలో చూపబడింది. ఆవేశ క్షీణతకు కాలస్థిరాంకం (= CR_L) ఆవేశ వృద్ధి కాలానికి సుమారుగా 100 రెట్లు ఉంటుంది. అందువల్ల కెపాసిటర్‌కు ఆవేక్షీణతను ఎక్కువగా పొందగలిగే అవకాశం వుండదు. ఈ కారణంగా కెపాసిటర్ వోల్టేజి స్వల్పంగా మాత్రమే తగ్గుతుంది. ఈ విధంగా ఋణాత్మక అర్ధచక్రంలో కూడా కండెన్సరు R_L వద్ద ఎక్కువ వోల్టేజిని యివ్వగలుగుతుంది. (ఇది పటంలో చూపబడినది). తరువాతి ధనాత్మక అర్ధచక్రంలో కెపాసిటరు వోల్టేజి V_m కు పెరుగుతుంది. (బిందువు d) ఈ ప్రక్రియ కొనసాగటాన్ని పటంలో చూడవచ్చు. పటం.19 లో R_L వద్ద dc వోల్టేజి దాదాపుగా స్థిరంగా ఉండటం గమనించవచ్చు.

భార నిరోధం మాత్రమే వున్నప్పుడు దాని ద్వారా పోయే విద్యుత్ ప్రవాహం (i_L) వోల్టేజి V_R వలెనే వుంటుంది. పటంలో a'b', c'd' కాలవ్యవధులలో డయోడు యిచ్చే విద్యుత్ప్రవాహాలను b'c', d'c' కెపాసిటర్ ఇచ్చే విద్యుత్ప్రవాహాలను సూచిస్తాయి.

ఇప్పుడు మొత్తం అనువర్తిత చక్రంలో ఎంత భాగంలో డయోడు విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఇస్తుందో పరిశీలిద్దాము. విద్యుత్ వహనం ఎప్పుడు మొదలౌతుందో, ఆ బిందువును ఆరంభ బిందువు (cut-in-point) అనియూ, ఎక్కడ వహనం ఆగిపోతుందో ఆ బిందువును అంత్యబిందువు (cut-out point) అనియూ అంటారు. ఈ బిందువులు పటం.20లో చూపబడ్డాయి. ఈ బిందువుల వద్ద డయోడు ప్రవాహం వుంటుంది మరియు డయోడు నిర్గమన వోల్టేజి కెపాసిటరు వోల్టేజి కన్న హెచ్చుగా వుంటుంది. విద్యుత్ ప్రవాహం స్వల్ప కాల వ్యవధులు గల అలల రూపంలో వుండటం పటంలో గమనించవచ్చు. అందువల్ల డయోడు స్విచ్ వలె పనిచేస్తుంది.



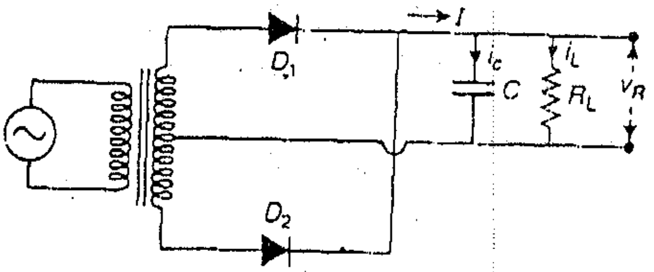
పటం.20

కెపాసిటర్ నిర్గళనితో పూర్ణ తరంగ ఏకదిక్కరణి:

కెపాసిటరు నిర్గళనితో పూర్ణ తరంగ ఏకదక్కరణి విశ్లేషణ అర్థతరంగ ఏక దిక్కరణితో చేసిన విశ్లేషణకు పొడగింపు మాత్రమే. ఇక్కడ మనం ప్రధానంగా స్పందనాత్మక గుణకం, నిర్గమన వోల్టేజిలను ప్రధానంగా కనుగొంటాము. పటం.21 లో కెపాసిటరు నిర్గళని తో పూర్ణతరంగ ఏకదిక్కరణిని చూపబడింది. పటం.22లో నిర్గమన వోల్టేజి తరంగ రూపం, డయోడు ప్రవాహ అలలు చూపబడ్డాయి.

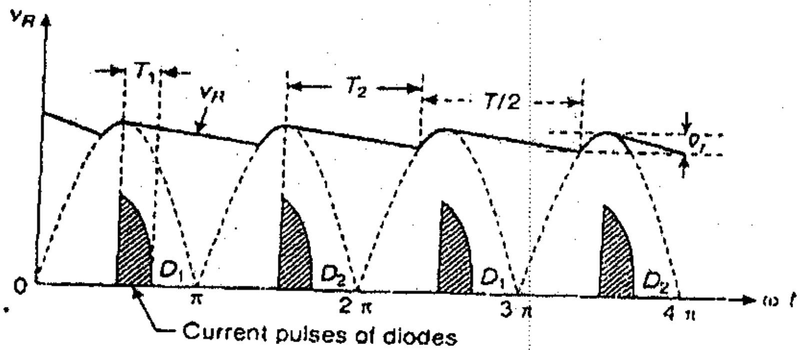
స్పందన గుణకాన్ని క్రింది విధంగా లెక్కింపవచ్చు:

కెపాసిటరులో వహనం జరగని కాలం "T_2", ఆకాలంలో కెపాసిటరులో ఆవేశ క్షీణతవల్ల విద్యుత్ ప్రవాహం "I_{dc}" అనుకొంటే ఆవేశక్షీణత (q) discharge $= I_{dc} \times T_2$ ....①



(a) Full wave rectifier with capacitor filter

పటం.21



(b) Output-voltage waveform and diode current pulses

పటం.22

క్షీణించిన ఈ ఆవేశం T_1 కాల వ్యవధిలో, కెపాసిటరు వోల్టేజిలో మార్పు స్పందన గరిష్ట వోల్టేజి V_r కు సమానమయ్యేలా, తిరిగి నింపబడుతుంది. అప్పుడు

కెపాసిటరు ఆవేశంలో మార్పు $(q)_{charge}$ = వోల్టేజి x కెపాసిటీ = $V_r \times C$ .... (2)

అయితే $(q)_{charge} = (q)_{discharge}$

లేదా, $V_r = I_{dc}T_2$

$$\therefore \quad V_r = \frac{I_{dc}}{C} \times T_2 \quad -----(3)$$

భార నిరోధం తక్కువగా వున్నప్పుడు, స్పందనాలు తక్కువగా వుంటాయి. కెపాసిటర్‌లో ఆవేశవృద్ధికి పట్టేకాలం T_2 కన్నా తక్కువగా వుంటుంది. అంటే, $T_2 > T_1$ ఇప్పుడు

$$T_2 \approx \frac{T}{2} = \frac{1}{2f} \quad .... (4)$$

T_2 విలువను (2) వ సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపిస్తే

$$V_r = \frac{I_{dc}}{2fC} \quad .... (5)$$

పై భావనల ననుసరించి, స్పందన తరంగం త్రిభుజాకారంలో వుంటుంది. ఈ త్రిభుజాకార తరంగ rms విలువ సరళరేఖలల పొడవులపై గాని, వాలుపై గాని ఆధారపడకుండా, శిఖరాగ్ర విలువపై మాత్రమే ఆధారపడుతుంది. గణన చేయగా

స్పందనాత్మక rms వోల్టేజి $(V_r)_{rms} = \frac{V_r}{2\sqrt{3}}$ .... (6)

V_r విలువను ఈ సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$(V_r)_{rms} = \frac{I_{dc}}{4\sqrt{3}fC} = \frac{V_{dc}}{4\sqrt{3}fCR_L} \qquad \left(\because I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R_L}\right)$$

$$\therefore \quad \gamma = \frac{(V_r)_{rms}}{V_{dc}} = \frac{1}{4\sqrt{3}fCR_L} \quad -------(7)$$

'C' విలువను లేదా R_L విలువను లేదా రెండింటిని పెంచడం ద్వారా r విలువను తగ్గించవచ్చు. ఇప్పుడు నిర్గమన వోల్టేజి (V_{dc}) ని క్రింది విధంగా లెక్కించవచ్చు.

$$V_{dc} = V_m - \frac{V_r}{2}$$

$$V_{dc} = V_m - \frac{I_{dc}}{4fC} = V_m - \frac{V_{dc}}{4fCR_L}$$

లేదా

$$V_{dc} + \frac{V_{dc}}{4fCR_L} = V_m$$

లేదా

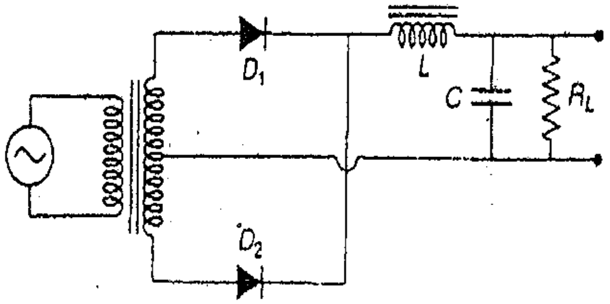
$$V_{dc}\left(\frac{(4fCR_L+1)}{4fCR_L}\right) - V_m$$

లేదా

$$V_{dc} = \left(\frac{4fCR_L}{4fCR_L+1}\right)V_m$$

(iii) చోక్ అనువర్తిత నిర్గళని లేదా L - C నిర్గళని :

ప్రేరక శ్రేణీ నిర్గళని, షంట్ కెపాసిటర్ నిర్గళనిలు అన్ని భారనిరోధకాల వద్ద స్పందనాలను తొలగించలేవు. కెపాసిటర్ నిర్గళని తో అధిక భార నిరోధాల వద్ద, ప్రేరక నిర్గళనితో అల్ప భార నిరోధకాల వద్ద స్పందకాలు చాలా వరకు తగ్గింపబడతాయి. ఈ రెండింటి కలయికతో అన్ని భార నిరోధాల వద్ద స్పందకాలను తొలగించవచ్చు. ఈ విధంగా నిర్మించే నిర్గళనిని L-రక్ చోక్ అనువర్తిత నిర్గళని లేదా L - C నిర్గళని అంటారు. దీనిలో ప్రేరకం, కెపాసిటర్ తిరగబడిన L - ఆకారంలో కలుపబడి వుండటం వల్ల దీనిని L - నిర్గళని అంటారు. ఇది పటం.23 లో చూపబడినది.



పటం.23

షంట్ చేయబడిన కెపాసిటర్ ac అంశాలకు అల్పనిరోధాన్ని కలిగి వుండటం వల్ల అవి దాని గుండా ప్రక్కదారి పడతాయి. dc విద్యుత్ ప్రవాహం వలయంలో ముందుకుపోతుంది. ప్రేరకం (చోక్) స్పందకాలకు అధిక నిరోధకంగా వుంటుంది. ఈ విధంగా స్పందనాత్మక వోల్టేజి తొలగించబడుతుంది.

క్రమకరణం: నిర్గళని నిర్గమన వోల్టేజి (V_{dc}) కి సమీకరణం:

$$\upsilon = \frac{2V_m}{\pi} - \frac{4V_m}{3\pi}\cos 2\omega t \quad ----(1)$$

ప్రేరకం dc ప్రవాహానికి శూన్య నిరోధాన్ని కలిగి వుంటుందనుకొంటే

$$V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} \quad ----(2)$$

శ్రేణిలో పరివర్తకం, డయోడు, ప్రేరకాల మొత్తం నిరోధం 'R' అనుకొంటే, నిర్గమన dc వోల్టేజి

$$V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} - I_{dc}R \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

ఈ విలువ ప్రేరక నిర్గళని విలువకు సమానము. అయితే దీనిలో స్పందన గుణకం దిగువ చూపిన విధంగా మారుతుంది.

స్పంధన గుణకం:

స్పందనాత్మక అంశలను తొలగించడమే నిర్గళని యొక్క ముఖ్య ఉద్దేశ్యము. అందువల్ల సమాంతరంగా కలుపబడివున్న కెపాసిటర్, భార నిరోధాల ఫలిత నిరోధం కంటే, ప్రేరకం (చోక్) నిరోధం హెచ్చుగా వుండాలి. కెపాసిటర్ నిరోధం భార నిరోధం కంటే అతి తక్కువగా వుండేలా తీసుకొంటే వాటి ఫలిత నిరోధం అత్యల్పంగా ఉంటుంది. ఇప్పుడు ప్రేరకం ద్వారా ప్రవహించే స్పందనాత్మక విద్యుత్తు R_L వద్ద వోల్టేజిని యివ్వదు. అందువల్ల L - C నిర్గళనికి

$X_L >> X_C$ ($2\omega = 4\pi f$ వద్ద) మరియు $R_L >> X_C$ ....④

ఈ పరిస్థితులలో ప్రేరకం ద్వారా పోయే ac విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కనుగొనటానికి మనం ఉపయోగించే సమీకరం $X_L = 2wL$. (X_L = ప్రేరకం చర్యాత్మకత, 2w - రెండవ అనుస్వరపౌనఃపున్యం). ఇప్పుడు

స్పందనాత్మక విద్యుత్ ప్రవాహం $(I_r)_{rms} = \frac{4V_m}{3\pi\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{X_L} = \frac{1}{3\sqrt{2}X_L}\left(\frac{2V_m}{\pi}\right)$

$$= \frac{\sqrt{2}}{3X_L}(V_{dc}) \quad -----(5)$$

కెపాసిటర్ పర్యాత్మకత (X_c) భార నిరోధం (R_L) తో పోలిస్తే అతి స్వల్పంగా వుంటుంది కాని శూన్యం కాదు. అందువల్ల కెపాసిటర్ కొనల మధ్య ac వోల్టేజి దిగువ సమీకరణంతో సూచించవచ్చు.

$$(V_r)_{rms} = (I_r)_{rms} \times X_C$$

$$= \left\{\frac{\sqrt{2}}{3X_L} V_{dc}\right\} X_C \quad ------(6)$$

స్పందన గుణకం (γ) $\gamma = \frac{(V_r)_{rms}}{V_{dc}} = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{X_C}{X_L}$

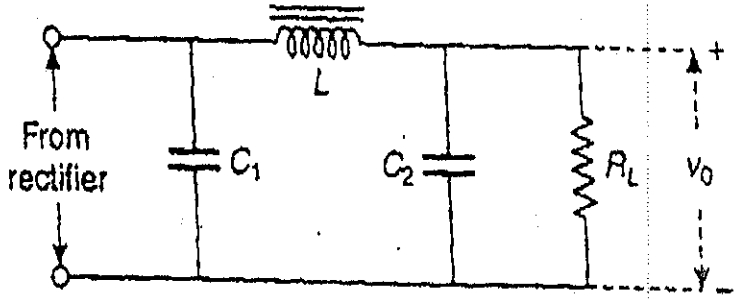
$X_C = \frac{1}{2\omega C}$ మరియు $X_L = 2\omega L$ కనుక

$$\therefore \quad \gamma = \frac{\sqrt{2}}{3(2\omega L)} \times \frac{1}{(2\omega C)} = \frac{1}{6\sqrt{2}\omega^2 LC} \quad ------(7)$$

ఈ సమీకరణం – విలువ R_L పై ఆధారపడదని తెలుపుతుంది.

iv) CLC లేదా – నిర్గళని :

అత్యంత చదును చేయబడిన నిర్గమనాన్ని పొందటానికి ఒక ప్రేరకం (L) రెండు కెపాసిటర్లు (CC) లను π ఆకారంలో కలుపబడివున్న నిర్గళని CLC లేదా π నిర్గళని అంటారు. ఇది పటం.24 లో చూపబడినది.



పటం.24

అధిక నిర్గమన వోల్టేజి, దాదాపుగా స్పందన రహితంగా కావలసిన సందర్భంలో L-నిర్గళని కంటే π నిర్గళని ఉపయుక్తంగా వుంటుంది. ఈ నిర్గళనిలో C స్పందనాత్మక అంశలకు అల్పనిరోధం కలిగి వుండటం వల్ల, అత్యధిక భాగం స్పందకాలు అక్కడే తొలగింపబడతాయి. మిగిలిన భాగం L-విభాగం లోని చోక్ 'L' కెపాసిటర్ C_2 లచే తొలగింపబడతాయి.

L, C_2 లు కలిగిన L-విభాగం C_1 నుండి వచ్చే త్రిభుజాకార నిర్గమనంలో మిగిలిన స్పందకాలను తొలగించడంలా π నిర్గళనం పనిచేసే విధానంగా అర్థం చేసుకోవచ్చు. నిర్గమన వోల్టేజి దాదాపుగా C_1 వద్ద నుండే వోల్టేజికి సమానంగా వుంటుంది. (అయితే ప్రేరకం నడుమ నుండే స్వల్ప వోల్టేజి మేర తగ్గుతుంది).

ఈ నిర్గళకి హెచ్చు నిర్గమన వోల్టేజిని యిచ్చినా వోల్టేజి క్రమ కరణం L - C నిర్గళని కంటే తక్కువగా వుంటుంది.

స్పందన గుణకం:

త్రిభుజాకార తరంగానికి ఫూరియె విశ్లేషణ ప్రకారం

$$\upsilon = V_{dc} - \frac{V_r}{\pi}\left(\sin 2\omega t - \frac{\sin 4\omega t}{2} + \frac{\sin 6\omega t}{3} - \dots\dots\right) -----(1)$$

కెపాసిటర్ నిర్గళనితో పూర్ణ తరంగ దిక్కరణి విషయంలో

$$V_r = \frac{I_{dc}}{2fC} = \frac{I_{dc}}{2fC_1} \text{ (ఇక్కడ } C = C_1 \text{ కనుక) } \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

రెండవ అనుస్వరానికి rms వోల్టేజి

$$\left(V_r\right)_{rms} = \frac{V_r}{\pi\sqrt{2}} \quad ------(3)$$

V_r విలువను సమీకరణం (2) లో ప్రతిక్షేపించగా

$$\left(V_r\right)_{rms} = \frac{I_{dc}}{2\pi f C_1\sqrt{2}} = \sqrt{2} I_{dc} X_{C_1} \quad -----(4)$$

ఇక్కడ $X_{C_1} = \frac{1}{2\omega C_1} = \frac{1}{4\pi f C_1}$. ఇది రెండవ అనుస్వరానికి C_1 యొక్క చర్యాశీలత. $\left(V_r\right)_{rms}$ వోల్టేజి L – విభాగానికి యివ్వబడుతుంది. ఇప్పుడు స్పందనాత్మక వోల్టేజి $\left(V^1_r\right)_{rms}$ ను పొందాలంటే $\left(V_r\right)_{rms}$ ను $\frac{X_{C_2}}{X_L}$ తో హెచ్చవేయాలి.

అంటే

$$\left(V^1{}_r\right)_{rms} = \left(V_r\right)_{rms} \times \left(\frac{X_{C_2}}{X_L}\right)$$

లేదా

$$\left(V^1{}_r\right)_{rms} = \sqrt{2} I_{dc} X_{C_1} \times \left(\frac{X_{C_2}}{X_L}\right) \quad ------(5)$$

స్పంధన గుణకం $\gamma = \frac{\left(V^1{}_r\right)_{rms}}{V_{dc}} = \frac{\sqrt{2}.I_{dc} X_{C_1}}{V_{dc}} \times \frac{X_{C_2}}{X_L}$

$$= \frac{\sqrt{2}.X_{C_1} X_{C_2}}{R_L \times X_L} \quad ------(6)$$

ఇక్కడ అన్ని చర్యాశీలతలను రెండవ అనుస్వర పౌనఃపున్యం వద్ద లెక్కించాము. వీటి విలువలను పై సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$\gamma = \frac{\sqrt{2}}{8\omega^3 C_1 C_2 L R_L} \quad ------(7)$$

పౌనఃపున్యం (f) = 50 H_z వద్ద

$$\gamma = \frac{5700}{L C_1 C_2 R_L} \quad -------(8)$$

ఇక్కడ C_1, C_2 లను μ, F లోనూ, L ను హెన్రీలనోను R_L ను ఓమ్‌లలోనూ కొలుస్తారు.

12.6 మాదిరి లెక్కలు:

1. ఒక జీనర్ డయోడ్ 9.1V వద్ద విచ్ఛేదనం చెందుతుంది. దాని ద్వారా పోనివ్వగలిగే సురక్షాత్మక విద్యుత్ ప్రవాహం 4mA. ఆ డయోడు పాడవకుండా పనిచేయించగలిగే సురక్షితమైన సామర్ధ్యమును లెక్కించండి.

జవాబు:

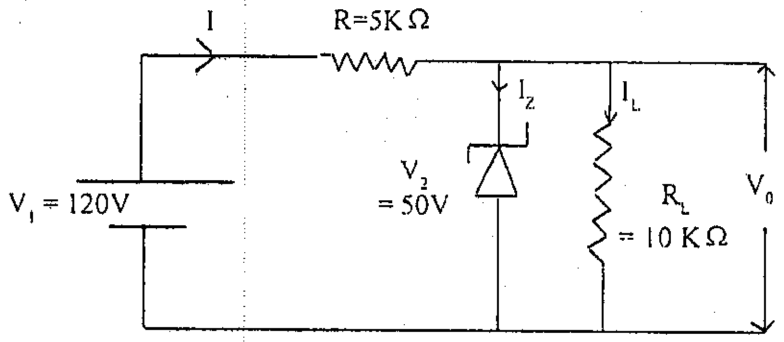
$V_Z = 9.1V, I_{max} = 4.0\,mA$

∴ సురక్షిత సామర్థ్యము (P_{max}) $= V_Z . X\ I_Z$

$= 9.1v\ X\ 4.0mA$

$= 364\ mw$

2. క్రింది వలయంలో (a) నిర్గమన వోల్టేజి (b) శ్రేణిలోని నిరోధం కొనల మధ్య పొటన్షియల్ పాతం (c) జీనర్ డయోడు ద్వారా పోయే విద్యుత్ ప్రవాహంలను కనుగొనుము.



జవాబు : (a) నిర్గమన వోల్టేజి (V_0) = జీనర్ వోల్టేజి (V_z) = 50V.

(b) R కొనల మధ్య పొటన్షియల్ పాతం $= V_i - V_z$

$= 120 - 50 = 70V$

(c) R_L ద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహం (I_L) $= V_z / R_L = 50/10 \times 10^3 = 5 \times 10^{-3}\ A = 5\ mA$

R ద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహం (I) = R కొనల మధ్య పొటన్షియల్ పాతం / R

$= 70/5 \times 10^3 = 14 \times 10^{-3}\ A = 14mA$

కిర్చాఫ్ నియమ ప్రకారం

$I = I_L + I_Z$

∴ జీనర్ డయోడ్ ద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహం (I_Z) $= I - I_L$

$= 14 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-3}$

$= 9 \times 10^{-3} A = 9 mA$

3. ఒక అర్థతరంగ ఏక దిక్కరణి $1K\Omega$ భార నిరోధానికి సామర్థ్యాన్ని సరఫరా చేస్తోంది. అనువర్తిత వోల్టేజి 200V r.m.s. డయోడు పురోనిరోధాన్ని విస్మరించి (i) V_{dc} (ii) I_{dc} మరియు (iii) rms స్పందనాత్మక వోల్టేజిలను కనుగొనుము.

జవాబు :

$$\text{(i) } V_{dc} = \frac{V_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2}.V}{\pi}\left(\because V_m = \sqrt{2}.V\right)$$

$$= \sqrt{2} \times 0.318 \times 220 = 99V$$

$$\text{(ii) } I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R_L} = \frac{99V}{1 \times 10^3 \Omega} = 99 \times 10^{-3} A = 99mA$$

$$\text{(iii) } \gamma = \frac{(V_r)_{rms}}{V_{dc}}$$

$$\therefore (V_r)_{rms} = \gamma \times V_{dc} = \frac{1.21}{100} \times 99 = 1.1979V \quad \left(\because \text{ అర్థ తరంగ నిర్గళనికి } \gamma = \frac{1.21}{100}\right)$$

4. ఒక అర్థతరంగ ఏక దిక్కరణికి యివ్వబడిన ac సామర్థ్యం 200W నిర్గమన dc సామర్థ్యము 60W. ఆ నిర్గళని దక్షత కనుగొనుము.

జవాబు:

అర్థతరంగ ఏకదిక్కరణి దక్షత (η) = $\dfrac{\text{నిర్గమన dc సామర్థ్యము}}{\text{ఇవ్వబడిన ac సామర్థ్యము}}$

$$= \frac{60}{200} = 0.3$$

దక్షతా శాతం = 0.3 x 100 = 30%

5. ఒక P - N సంధి డయోడును 1000Ω భారనిరోధంతో పూర్ణ తరంగ ఏక దిక్కరణిగా వాడారు. డయోడు పురోనిరోధం 10Ω . దాని దక్షతను కనుగొనుము.

జవాబు:

$R_f = 10\Omega$

$R_l = 1000\Omega$

$$\text{దక్షత } \eta = \frac{0.812}{1+\left(\frac{R_f}{R_L}\right)} = \frac{0.812}{1+\left(\frac{10}{1000}\right)} = \frac{0.812}{1.001} = 0.8038$$

దక్షతా శాతం = 0.8038 x 100 = 80.38%

6. ఒక పూర్ణ తరంగ ఏకదిక్కరణి – భారనిరోధానికి సామర్థ్యాన్ని సరఫరా చేస్తోంది. అనువర్తిత వోల్టేజి 240V (rms) డయోడు పురోనిరోధాన్ని విస్మరించి (i) V_{dc} (ii) I_{dc} మరియు (iii) స్పందనాత్మక వోల్టేజిలను కనుగొనుము.

జవాబు :

$$\text{(i) } V_{dc} = \frac{2Vm}{\pi} = \frac{2 \times \sqrt{2} \times 240}{\pi} = 216V$$

$$\text{(ii) } I_{dc} = \frac{2I_m}{\pi} = \frac{2V_m}{\pi R_L} = \frac{2 \times \sqrt{2} \times 240}{\pi \times 100} = 2.16A$$

(iii) స్పందనాత్మక వోల్టేజి = స్పందన గుణకం $\times V_{dc} = 0.48 \times 216 = 103.68V$

12.7 సారాంశము:

1. P-రకం అర్ధవాహకాన్ని తగిన N-రకం అర్ధవాహకంతో జతచేస్తే P - N సంధి డయోడు ఏర్పడుతుంది.

2. P - N డయోడులోని P - ప్రాంతాన్ని బ్యాటరీ ధన ధ్రువానికి, N - ప్రాంతాన్ని బ్యాటరీ ఋణ ధ్రువానికి కలిపితే అది శక్మంలో వుంటుంది.

3. P-ప్రాంతాన్ని బ్యాటరీ ఋణ ధ్రువానికి, N - ప్రాంతాన్ని బ్యాటరీ ధన ధ్రువానికి కలిపితే P - N డయోడు తిరోశక్మంలో వుంటుంది.

4. పురోబయాస్‌లో P - N సంధి డయోడుకు స్వల్ప నిరోధం వుంటుంది.

5. తిరో బయాస్‌లో P - N సంధి డయోడుకు అత్యధిక నిరోధం వుంటుంది.

6. P - N సంధులను సాధారణంగా ఏక దిక్కరణి వలయాలలో ఉపయోగిస్తారు.

7. అధికంగా మాదీకరణం చేసిన P - N సంధిని జీనర్ డయోడు అంటారు.

8. అధికంగా మాదీకరణం చేసిన డయోడ్‌లో జీనర్ విచ్ఛేదనం జరుగుతుంది.

9. స్వల్పంగా మాదీకరణం చేసిన డయోడ్‌లో అవలాంచి విచ్ఛేదనం జరుగుతుంది.

10. జీనర్ డయోడ్‌ను వోల్టేజి నియంత్రకంగా ఉపయోగిస్తారు.

11. అర్ధతరంగ ఏక దిక్కరణిలో అనువర్తిత ac లోని ధనాత్మక అర్ధచక్రానికి మాత్రమే భార నిరోధం ద్వారా విద్యుత్తు ప్రవహిస్తుంది..

12. పూర్ణ తరంగ ఏకదిక్కరణిలో అనువర్తిత ac లోని రెండు అర్ధ చక్రాలకు భార నిరోధం ద్వారా విద్యుత్తు ప్రవహిస్తుంది.

13. నిర్గమన dc సామర్థ్యానికి, అనువర్తిత ac సామర్థ్యానికి గల నిష్పత్తిని ఏక దిక్కరణి దక్షత అంటారు.

14. అర్ధతరంగ ఏకదిక్కరణికి గరిష్ట దక్షత 0.406, పూర్ణతరంగ ఏకదిక్కరణికి గరిష్ట దక్షత 0.812.

15. నిర్గమన ac అంశ యొక్క rms అంశకు dc అంశ యొక్క సగటు విలువకు గల నిష్పత్తిని స్పందన గుణకం (riffple factor) అంటారు.

16. అర్ధతరంగ ఏక దిక్కరణి స్పందన గుణకం 1.21. పూర్ణతరంగ ఏకదిక్కరణి స్పందన గుణకం 0.48.

17. నిర్గళన వలయాన్ని భార నిరోధం ద్వారా పోయే నిర్గమన విద్యుత్తులోని ac అంశలను తొలగించడానికి ఉపయోగిస్తారు.

12.8 కీలక పదములు:

P - N సంధి – లేమి పొర – అవరోధ పొటెన్షియల్ – పురో బయాస్ – తిరో బయాస్ – తిరో సంతృప్త విద్యుత్ – ఏక దిక్కరణి – జీనర్ డయోడ్ – జీనర్ విచ్ఛేదనం – వలాంచి గుణింతం – వోల్టేజి నియంత్రకం – అర్ధ తరంగ ఏక దిక్కరణి – పూర్ణతరంగ ఏక దిక్కరణి – ఏక దిక్కరణి దక్షత – స్పందన గుణకము – నిర్గళని.

12.9 స్వయం సమీక్షా ప్రశ్నలు:

1. జీనర్ డయోడు పని చేసే విధానాన్ని వివరింపుము. జీనర్ డయోడును ఉపయోగించిన వోల్టేజి నియంత్రకం వలయాన్ని గీసి, అది ఎలా పనిచేస్తుందో వివరింపుము.

2. చక్కని పటం సహాయంతో పూర్ణతరంగ ఏకదిక్కరణి పనిచేసే విధానాన్ని వివరించి, దాని దక్షతకు సమీకరణం ఉత్పాదింపుము.

3. పూర్ణతరంగ ఏక దిక్కరణి పనిచేసే విధానాన్ని వివరింపుము. స్పందన గుణకాన్ని నిర్వచించి దానికి సమీకరణాన్ని ఉత్పాదింపుము.

4. P - N సంధి డయోడ్ పురో, తిరో బయాస్‌లలో పని చేసే విధానాన్ని వివరింపుము.

5. L - నిర్గళనితో కూడిన పూర్ణతరంగ ఏక దిక్కరణి వలయాన్ని గీసి, అది పని చేసే విధానాన్ని వివరింపుము.

స్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు:

1. పురోబయాస్‌లో P - N సంధి డయోడ్ పనితీరును వివరింపుము.

2. తిరోబయాస్‌లో P - N సంధి డయోడ్ పనితీరును వివరింపుము.

3. జీనర్ డయోడు గూర్చి లఘుటీక వ్రాయుము.

4. జీనర్ డయోడును ఉపయోగించిన వోల్టేజి నియంత్రకం గూర్చి వ్రాయుము.

5. ఏక దిక్కరణి స్పందన గుణకానికి సమీకరణం ఉత్పాదింపుము.

6. π – నిర్గళని పనిచేసే విధానాన్ని వివరింపుము.

అతిస్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు:

1. ఏక దిక్కరణి అంటే ఏమిటి?

2. ఏక దిక్కరణి దక్షణను నిర్వచింపుము.

3. ఏక దిక్కరణి స్పందన గుణకాన్ని నిర్వచింపుము.

4. అర్ధ తరంగ, పూర్ణ తరంగ ఏక దిక్కరణిల స్పందన గుణకాల విలువలను వ్రాయుము.

5. π – నిర్గళని వలయాన్ని గీయుము.

సాధించవలసిన లెక్కలు:

1. ఒక అర్ధతరంగ ఏక దిక్కరణిలో అనువర్తిత ac సామర్థ్యము 100w. నిర్గమన dc సామర్థ్యం 20w. దాని దక్షణను కనుగొనుము. (జవాబు : 20%)

2. ఒక ఏక దిక్కరణిలో రెండు డయోడులను, 100Ω భార నిరోధాన్ని ఉపయోగించారు. డయోడు పురోనిరోధం 5Ω అయితే, ఆ పూర్ణ తరంగ ఏక దిక్కరణి దక్షతను కనుగొనము. (జవాబు : 77.3%)

3. ఒక జీనర్ డయోడు విచ్ఛేదన వోల్టేజి 5.1V దానిని 15V తిరోబయాస్‌లో 100Ω నిరోధం ద్వారా dc జనకానికి కలిపినారు. 200Ω భార నిరోధాన్ని జీనర్‌కు సమాంతరంగా కలిపినపుడు, జీనర్ విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని లెక్కింపుము. (జవాబు : 73.5 mA)

12.10 చదువవలసిన గ్రంథాలు:

1. Electricity and Electronics ....Tayal
2. Principles of Electronics .... V.K Mehata.
3. Electronic Devices and Circui................Millman and Halkies

యూనిట్ - 4

పాఠం -13

ద్విధ్రువాత్మక సంధి ట్రాన్సిస్టర్లు

ఉద్దేశ్యాలు:

* PNP మరియు NPN ట్రాన్సిస్టర్ల నిర్మాణము, పనిచేయు విధానము

* CB, CE మరియు CC విన్యాసాలు

పాఠ్యాంశ నిర్మాణము:

13.1 ద్విధ్రువాత్మక సంధి ట్రాన్సిస్టరు

13.2 ట్రానిస్టరు బయాస్

13.3 P-N-P ట్రాన్సిస్టరు పనివిధానం

13.4 N-P-N ట్రాన్సిస్టరు పని విధానం

13.5 ట్రాన్సిస్టరులో విద్యుత్ ప్రవాహ అంశలు

13.6 ట్రాన్సిస్టరు వలయ విన్యాసాలు

13.7 సాధించిన లెక్కలు

13.8 సారాంశము

13.9 కీలక పదాలు

13.10 స్వయం సమీక్షా ప్రశ్నలు

13.11 చదువవలసిన గ్రంథాలు

13.1 ద్విధ్రువాత్మక సంధి ట్రాన్సిస్టరు:

ఒక రకం (P లేదా N) అర్ధవాహకం నడుమ వుండేలా రెండు వైపులా రెండో రకం (N లేదా P) అర్ధవాహకం అమర్చబడి వున్న దానిని ట్రాన్సిస్టరు అంటారు. దీనిని అనుసరించి రెండు రకాల ట్రాన్సిస్టర్లు తయారు చేయవచ్చు. అవి

1) N-P-N ట్రాన్సిస్టరు 2) N-P-N ట్రాన్సిస్టరు

P-రకం పదార్ధానికి రెండు వైపులా N-రకం పదార్ధం ఉండేలా తయారు చేయబడిన అర్ధవాహకాన్ని N-P-N ట్రాన్సిస్టరు అంటారు. (పటం 1a). అదేవిధంగా N-రకం పదార్ధానికి రెండు వైపులా P-రకం పదార్ధం

ఉండేలా తయారుచేయబడిన అర్ధవాహకాన్ని P-N-P ట్రాన్సిస్టరు అంటారు (పటం 1b) ట్రాన్సిస్టర్లను జర్మేనియం లేదా సిలికాన్‌తో తయారు చేస్తారు. ఈ రెండు రకాల ట్రాన్సిస్టర్లు, వాటి సంకేతాలు దిగువ పటంలో యివ్వబడ్డాయి.

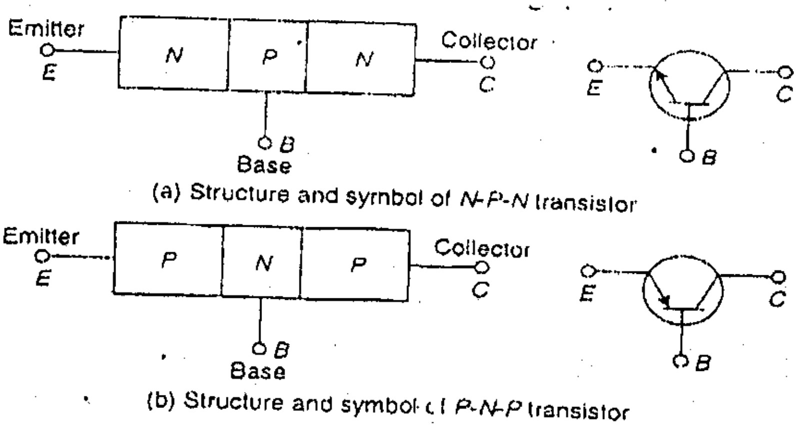


Fig:1a; Structure and symbol of N-P-N transistor

Fig:1b; Structure and symbol of P-N-P transistor

Fig.(1) N-P-N and P-N-P transistor

ట్రాన్సిస్టరులోని రెండు చివరలా ఒకేరకం పదార్థం వున్నప్పటికీ, ఆ రెండు ప్రాంతాలను పరస్పరం వేరు వేరు పనులకు మార్చలేము. దీనికి కారణం ఆ రెండు ప్రాంతాల భౌతిక, విద్యుత్ ధర్మాలు వేరువేరుగా వుండటమే. ట్రాన్సిస్టరులో ఒక చివర ఉండే సేకరణి భాగం పెద్దదిగా వుండి మితంగా మాదీకరణం చేయబడి వుంటుంది. రెండవ చివర చివర వుండే 'ఉద్గారకం' భాగం సేకరణికంటే పరిమాణంలో చిన్నదిగా వుండి, అత్యధికంగా మాదీకరణం చేయబడి వుంటుంది. మధ్య భాగాన్ని ఆధారం అంటారు. ఇది చాలా సన్నగా వుండి అతిస్వల్పంగా మాదీకరణం చేయబడి వుంటుంది.

N-P-N లేదా P-N-P ట్రాన్సిస్టరులోని మూడు ప్రాంతాలు క్రింద వివరించబడినట్లుగా వుంటాయి.

(i) **ఉద్గారకం** (Emitter) :ట్రాన్సిస్టరు ఎడమవైపు భాగాన్ని ఉద్గారకం అంటారు. ఇది ఆవేశ వాహకాలను రంధ్రాలు లేదా ఎలక్ట్రాన్లు) సరఫరా చేస్తుంది. ఇది అత్యధికంగా మాదీకరణం చేయబడిన ప్రాంతము. దీని నుండి మధ్య భాగమైన ఆధారం గుండా కుడి చివరి భాగమైన సేకరణిలోనికి ఆవేశ వాహకాలు ప్రసారం చేయబడతాయి.

(ii) **ఆధారం** (Base) : ఇది ట్రాన్సిస్టరులోని మధ్య భాగం. ఇది చాలా తక్కువగా మాదీకరణం చేయబడి వుంటుంది. చాలా సన్నగా కూడా (10^{-6}m) వుంటుంది. ఉద్గారకం నుండి దీని ద్వారా ఆవేశ వాహకాలు

పెద్దగా తటస్థీకరణం చెందకుండా (దాదాపు వచ్చిన వన్నీ) సేకరణిలోనికి ప్రవేశిస్తాయి.

(iii) **సేకరణి** (Collector) : ట్రాన్సిస్టరులోని కుడి చివరి భాగాన్ని సేకరణి అంటారు. ట్రాన్సిస్టరులోని మూడు భాగాలలోనూ, ఇదే అన్నింటి కంటే పెద్దదిగా వుంటుంది. ఇది ఒక మోస్తరుగా (మితంగా) మాదీకరణం చేయబడి వుంటుంది. ఆధారం ద్వారా ఉద్గారకం నుండీ వచ్చే ఆవేశ వాహకాలను ఇది సేకరిస్తుంది.

ఉద్గారకం, ఆధారాల మధ్య సంధిని ఉద్గారక సంధి (Emitter Junction) అనియూ, ఆధారానికి, సేకరణికి మధ్య సంధిని సేకరణి సంధి (Collector Junction) అనియూ అంటారు.

సంకేతం విషయానికి వస్తే, బాణం గుర్తు ఎల్లప్పుడూ ఉద్గారకం వద్దనే ఉంటుంది. దీని దిశ సంప్రదాయ విద్యుత్ ప్రవాహదిశను చూపేలా ఉంటుంది. అంటే P-N-P ట్రాన్సిస్టరులో ఉద్గారకం నుండి ఆధారానికి (దీనిలో ఉద్గారకం ధనాత్మకల) వుంటుంది.

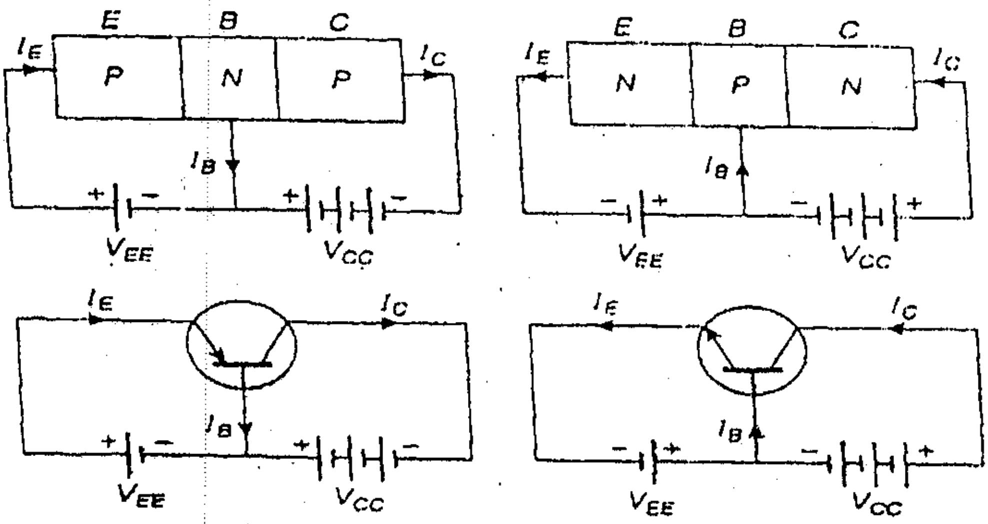
సేకరణ అత్యధిక సామర్థ్యాన్ని వినియోగించవలసి ఉంటుంది. కనుక దాని పరిమాణం ఉద్గారకం పరిమాణం కంటే పెద్దదిగా వుంటుంది. అందువల్ల ఉద్గారకం, సేకరణిలను పరస్పరం మార్చలేము. అయితే సౌలభ్యం కోసం పటం ద్వారా సూచించేటప్పుడు వీటిని సమాన పరిమాణంలోనే సూచిస్తాము.

ట్రాన్సిస్టరును రెండు సంధి డయోడులను ఒక దానిపై నొకటి అమర్చినట్లుగా భావించవచ్చు. అవి (i) ఉద్గారకం – ఆధార డయోడ్ లేదా ఉద్గారక డయోడ్, (2) సేకరణి – ఆధార డయోడ్ లేదా సేకరణి డయోడ్.

13.2 ట్రాన్సిస్టర్ బయాస్:

ట్రాన్సిస్టర్ బయాస్ చేసే విధానం పటం.2 లో చూపినాము. ఉద్గారకం – ఆధారాల మధ్య సంధిని ఎల్లప్పుడూ పురోబయాస్ సేకరణి – అధారాల మధ్య సంధిని ఎల్లప్పుడూ తిరోబయాస్ చేస్తారు. దీని కోస్ ఉద్గారక డయోడ్‌ను బ్యాటరీని V_{EE} కి, సేకరణి డయోడును బ్యాటరీ V_{CC} కి కలుపుతారు.

పటం.2a లో చూపిన విధంగా P-N-P ట్రాన్సిస్టర్‌లో ఉద్గారక డయోడును పురోబయాస్‌లో వుంచడానికి ఉద్గారకాన్ని VEE ధన ధ్రువానికి, ఆధారాన్ని ఋణ ధ్రువానికి కలుపుతారు. పటం.2b లో చూపిన విధంగా N-P-N ట్రాన్సిస్టర్‌లో ఉద్గారక డయోడును పురోబయాస్‌లో వుంచడానికి ఉద్గారకాన్ని V_{EE} ఋణ ధ్రువానికి, ఆధారాన్ని ధన ధ్రువానికి కలుపుతారు.



(a) P-N-P transistor biasing (b) N-P-N transistor biasing

Fig.2 a; P-N-P biasing :: Fig.2 b; N-P-N biasing

పటం 2a లో చూపిన విధంగా P-N-P ట్రాన్సిష్టర్‌లోని సేకరణి డయోడును తిరోబయాస్‌లో వుంచడానికి సేకరణిని VCC ఋణ ధ్రువానికి, ఆధారాన్ని ధన ధ్రువానికి కలుపుతారు. పటం.2b లో చూపిన విధంగా N-P-N ట్రాన్సిష్టరులోని సేకరణి డయోడును తిరోబయాస్‌లో వుంచడానికి సేకరణిని VCC ధన ధ్రువానికి, అధారాన్ని ఋణ ధ్రువానికి కలుపుతారు. పురోబయాస్‌వల్ల ఉద్గారకం – ఆధారాల సంధి తక్కువ నిరోధాన్ని, తిరో బయాస్‌వల్ల సేకరణి – అధారాల సంధి హెచ్చు నిరోధాన్ని పొందుతాయి.

ట్రాన్సిష్టరులో ఒక బలహీన సంకేతం (signal) ను తక్కువ నిరోధం వున్న ఉద్గారకం వలయం నుండి హెచ్చు నిరోధం వున్న సేకరణి వలయానికి విలువలో దాదాపు మార్పు లేకుండా బదలీచేస్తారు. నిర్గమన సంకేతాన్ని అధిక నిరోధం కలిగిన సేకరణి నుండి గ్రహిస్తారు.

సంజ్ఞా సాంప్రదాయం : ట్రాన్సిష్టరులోనికి ప్రవేశించే విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ధనాత్మకం గాను, ట్రాన్సిష్టరు నుండి బయటకు పోయే విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఋణాత్మకం గాను తీసుకోవడం సాంప్రదాయం.

P-N-P ట్రాన్సిస్టరు పని విధానం :

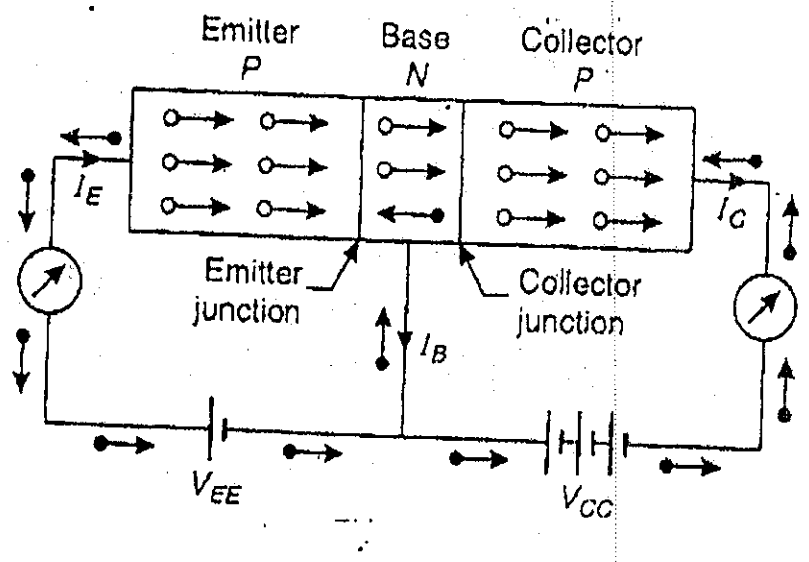


Fig.3; Operation of P-N-P transistor

పటములో చూపిన విధంగా ఉద్గారకం - ఆధారంల సంధికి పురోబయాస్, సేకరణి - ఆధారంల సంధికి తిరోబయాస్ యివ్వబడింది. P-N-P ట్రాన్సిస్టరు పనిచేసే విధానం దిగువ వివరించినట్లుగా ఉంటుంది.

ఉద్గారకంలోని రంధ్రాలు బ్యాటరీ ధన ధ్రువం వల్ల వికర్షింపబడి, సంధిని దాటి ఆధారంలోనికి వస్తాయి. ఇది ఉద్గారక విద్యుత్ ప్రవాహం $-I_E$ ని యిస్తుంది. ఆధార ప్రాంతం అతి తక్కువగా మాదీకరణం చేయబడి వుండటం వల్ల దానిలో స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రానులు చాలా తక్కువగా వుంటాయి. అందువల్ల ఉద్గారకం నుండి వచ్చిన రంధ్రాలలో చాలా తక్కువగా వుంటాయి. అందువల్ల ఉద్గారకం నుండి వచ్చిన రంధ్రాలలో చాలా తక్కువ రంధ్రాలు మాత్రమే ఈ ఎలక్ట్రాన్లుతో సంయోగం చెంది తటస్థం చెందటం జరుగుతుంది. దీని ఫలితంగా స్వల్ప పరిమాణంలో ఆధార విద్యుత్ ప్రహహం (I_B) జనిస్తుంది. మిగిలిన 95% నుండి 98% వరకు రంధ్రాలు వచ్చినవి వచ్చినట్లుగా సేకరణిసంధి ద్వారా సేకరణిలోనికి చేరతాయి. సేకరణిలోనికి చేరిన బ్యాటరీ ఋణ ధ్రువం తన వైపునకు లాక్కొంటుంది. ఇందువల్ల సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహం (I_C) ఏర్పడుతుంది.

సంయోగంలో నష్టం అయిన ప్రతి రంధ్రానికి, ఉద్గారక ఎలక్ట్రోడు వద్ద వున్న ఒక సంయోజనీయ బంధం విచ్ఛిత్తి చెంది ఎలక్ట్రాను-రంధ్రం జంట ఏర్పడుతుంది. ఇట్లా విడుదలైన ఎలక్ట్రాను ఉద్గారక వలయంలోని బ్యాటరీ (V_{EE}) ధన ధ్రువాన్ని చేరుకుని ఉద్గారకం ప్రవాహం ($-I_E$) ని కలగజేస్తుంది. ఈ ప్రక్రియలో వెలువడిన రంధ్రం బ్యాటరీ ధన ధ్రువం చేత వికర్షింపబడి ఆధారం గుండా సేకరిణిలోనికి ప్రవేశిస్తుంది. ఈ ప్రక్రియ ఇదేవిధంగా పునరావృతం అవుతూ వుంటుంది.

ఇక్కడ గమనించవలసిన ముఖ్యవిషయాలు:

(i) P-N-P ట్రాన్సిస్టరులో ఉద్గారకం నుండీ సేకరణి వరకూ రంధ్రాల రూపంలో విద్యుత్ ప్రవాహం జరుగుతుంది. ట్రాన్సిస్టరు బయట వలయంలో ఎలక్ట్రాన్ల ద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహం వుంటుంది.

(ii) సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహం ఉద్గారక విద్యుత్ ప్రవాహం కంటే స్వల్పంగా మాత్రమే తక్కువగా వుంటుంది. దీనికి కారణం 2% నుండి 5% రంధ్రాలు ఆధారంలో వుండే స్వేచ్ఛా ఎలక్ట్రానులలో సంయోగం చెంది తటస్థం కావడం.

(iii) సేకరణి ప్రవాహం, ఉద్గారక ప్రవాహం యొక్క ప్రమేయంగా వుంటుంది. అంటే సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహం, ఉద్గారక విద్యుత్ ప్రవాహానికి అనులోమానుపాతంలో వుంటుంది.

అధిక సంఖ్యాక విద్యుదావేశ వాహకాలు రంధ్రాలు కనుక రంధ్రాల విద్యుత్ వాహమే P-N-P ట్రాన్సిస్టరులో ముఖ్య భూమికను కలిగి వుంటుంది.

13.4 N-P-N ట్రాన్సిస్టరు పనివిధానం :

N-P-N ట్రాన్సిస్టరులో బయాస్ చేసే విధానం పటం.4 లో చూపబడింది.

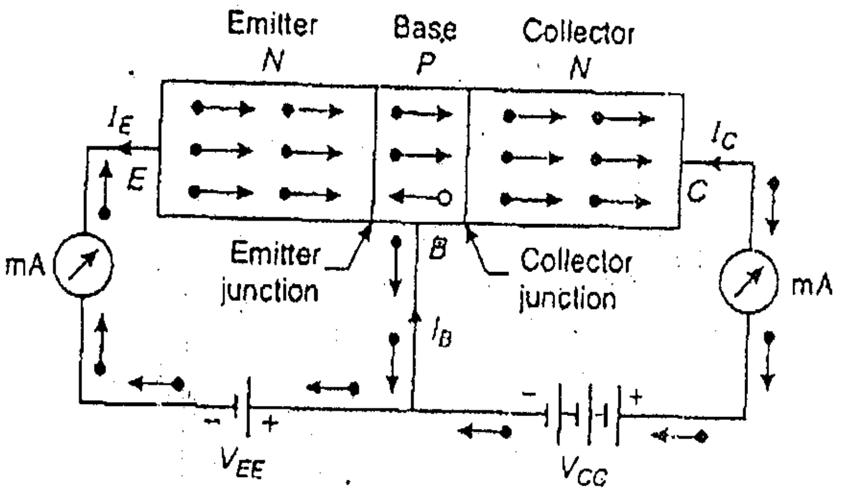


Fig.4; Operation of N-P-N transistor

ఉద్గారక సంధి పురోబయాస్‌లో వుండటం వల్ల ఉద్గారకంలోని ఎలక్ట్రానులు బ్యాటరీ V_{EE} ఋణ ధ్రువం వికర్షింపబడి ఆధారం గుండా సేకరణికి ప్రవహిస్తాయి. సేకరణి సంధి తిరోబయాస్‌లో వుండటం వల్ల V_{CC} ధన ధ్రువం వైపుకు ఆకర్షింపబడతాయి.

N-P-N ట్రాన్సిస్టర్ పని విధానం క్రింది విధంగా వివరించవచ్చు.

V_{EE} ఋణధ్రువం వల్ల వికర్షింపబడిన ఉద్గారకంలోని ఎలక్ట్రానులు ఆధారం గుండా సేకరణికి ప్రయాణిస్తాయి. ఆధారం చాలా సన్నగా వుండి, అతి స్వల్పంగా మాదీకరణం చేయబడి వుండటం వల్ల ఈ ఎలక్ట్రానులలో చాలా కొద్ది భాగం (2% నుండి 5% వరకు) మాత్రమే ఆధారంలోని రంధ్రాలతో సంయోగం చెందుతాయి. తక్కిన అత్యధిక భాగం ఎలక్ట్రానులు సేకరణిని చేరి అక్కడ నుండి V_{CC} లోని ధన ధ్రువం వల్ల ఆకర్షింపబడి సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కలగజేస్తాయి. సేకరణి నుండి V_{CC} ధన ధ్రువానికి చేరే ప్రతి ఎలక్ట్రాను వల్ల, V_{EE} ఋణ ధ్రువం నుండి ఒక ఎలక్ట్రాను ఉద్గారక ప్రాంతానికి చేరుతుంది. ఈ విధంగా ఎలక్ట్రానుల ప్రవాహం నిరంతరంగా కొనసాగుతుంది. N-P-N ట్రాన్సిస్టరులో అధిక సంఖ్యాక విద్యుదావేశ వాహకాలైన ఎలక్ట్రానుల ప్రవాహమే ముఖ్య విద్యుత్ప్రవాహము.

13.5 ట్రాన్సిస్టరులో విద్యుత్ ప్రవాహ అంశలు:

పటం.3లో P-N-P ట్రాన్సిస్టరులో పురోబయాస్‌లో వున్న ఉద్గారక సంధి, తిరోబయాస్‌లో వున్న సేకరణి సంధిలలో విద్యుత్ ప్రవాహ అంశలు చూపబడ్డాయి.

ఉద్గారకం విద్యుత్ ప్రవాహంలో రెండు విభాగాలు వుంటాయి.:

(i) రంధ్రాల వల్ల కలిగే విద్యుత్ ప్రవాహం I_{PE}

(ii) ఎలక్ట్రాన్‌ల వల్ల కలిగే విద్యుత్ ప్రవాహం I_{ne}

వ్యాపార పరంగా ఉత్పత్తి చేసే ట్రాన్సిస్టర్‌లో ఉద్గారక ప్రాంతం ఎంత ఎక్కువగా మాదీ కరణం చేయబడి వుంటుందంటే I_{nE} విలువ I_{PE} తో పోలిస్తే విస్మరించగలిగేటంత తక్కువగా వుంటుంది. ఈ విధంగా వ్యాపారాత్మక P-N-P ట్రాన్సిస్టరులో ఉద్గారక విద్యుత్ ప్రవాహం దాదాపుగా రంధ్రాల వల్లే వుంటుంది.

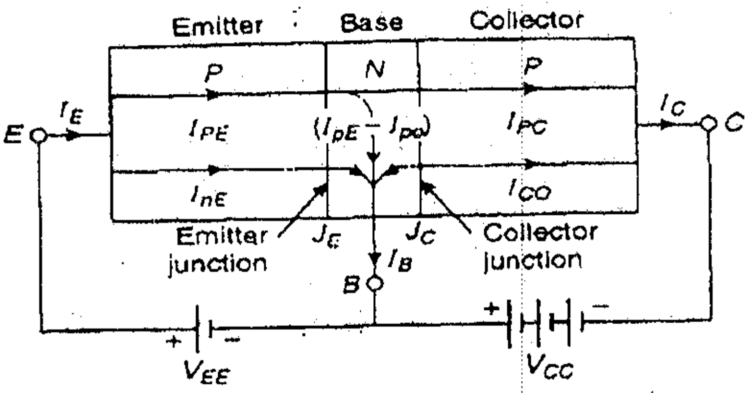


Fig.5: current components in a transistor with forward biased emitter and reverse-biased collector

J_E సంధి ద్వారా పోయే రంధ్రాలలో స్వల్ప సంఖ్యలో కొన్ని N-ప్రాంతంలో వున్న ఎలక్ట్రానులతో సంయోగం చెంది, తక్కినవి (అత్యధిక సంఖ్యలో) J_C సంధి ద్వారా సేకరణిలోనికి చేరతాయి. ఎలక్ట్రానులతో సంయోగం చెందే రంధ్రాల సంఖ్యను తగ్గించడానికి N-ప్రాంతాన్ని అతిసన్నగా ఉండేలా చూస్తారు. J_C సంధి వద్ద రంధ్రాల వల్ల విద్యుత్ ప్రవాహం – అనేది సంయోగం వల్ల ఏర్పడే విద్యుత్ ప్రవాహం. సాధారణంగా ఆధార ప్రాంతానికి చేరే ఎలక్ట్రానులు J_E ద్వారా ఉద్గారకం నుండి N-ప్రాంతం లోనికి ప్రవేశిస్తాయి.

ఉద్గారకం వలయం తెరచివున్నపుడు I_E-0. అప్పుడు I_{PC} · 0. ఈ పరిస్థితులలో ఈ పరిస్థితులలో ఆధారం – సేకరణి డయోడు తిరోబయాస్‌లో వుంటుంది. అప్పుడు సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహం I_C తిరో సంతృప్తి విద్యుత్ ప్రవాహం I_{CO} కు సమానంగా వుంటుంది. I_{CO} దిగువ చూపిన రెండు భాగాలుగా వుంటుంది.

(i) J_C ద్వారా P-ప్రాంతం నుండి N-ప్రాంతానికి ఎలక్ట్రానుల ప్రవాహం వల్ల కలిగే విద్యుత్ ప్రవాహం I_{nco}.

(ii) J_C ద్వారా N-ప్రాంతం నుండి P-ప్రాంతానికి ప్రసరించే రంధ్రాల వల్ల కలిగే విద్యుత్ ప్రవాహం I_{PCO}.

$$I_{CO} = I_{nCO} + I_{PCO} \quad \text{......} ②$$

సాధారణంగా

$$I_C = I_{PC} + I_{CO} \quad \text{......} (3)$$

P-N-P ట్రాన్సిస్టరుకు

$$I_E = I_B + I_C \quad \text{......} ④$$

13.6 ట్రాన్సిస్టరు వలయు విన్యాసాలు:

ఎలక్ట్రానిక్ వలయాలలో ట్రాన్సిస్టర్లను మూడు రకాలుగా అనుసంధానం చేస్తారు. అవి

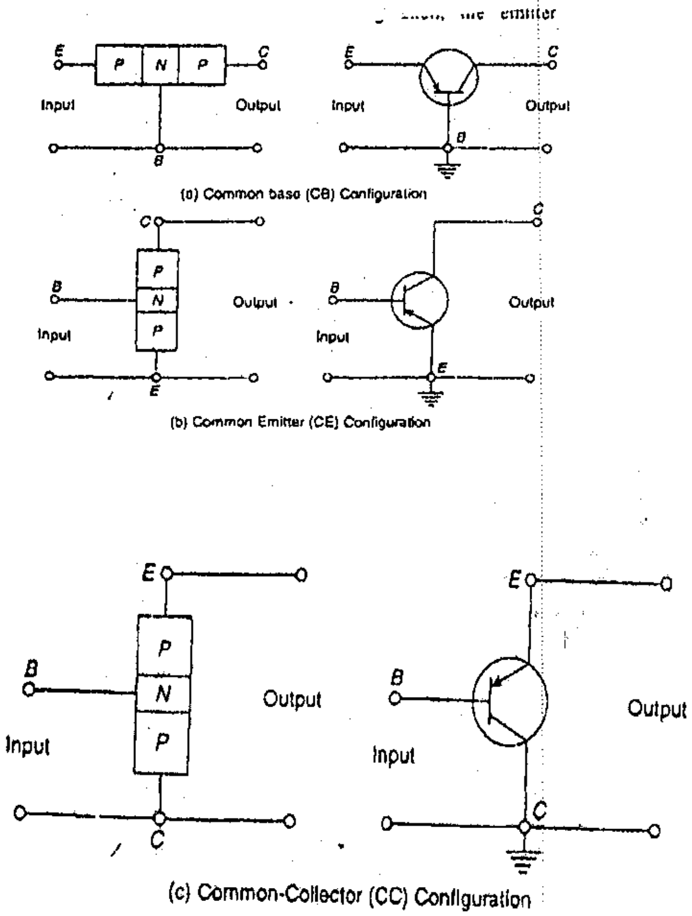
(i) ఉమ్మడి అధార విన్యాసం (Common Base Configuration)

(ii) ఉమ్మడి ఉద్గారక విన్యాసం (Common Emitter Configuaration)

(iii) ఉమ్మడి సేకరణి విన్యాసం (Common Collector Configuration).

ఇక్కడ ఉమ్మడి అనే పదం ట్రాన్సిస్టరు యొక్క ఏభాగం అనువర్తిత, నిర్గమన వలయాలకు ఉమ్మడిగా వుండటాన్ని సూచిస్తుంది. ట్రాన్సిస్టరును వలయంలో వాడాలంటే దానికి నాలుగు ధ్రువాలు అవసరమౌతాయి. అయితే దానికి మూడు ధ్రువాలేవున్నాయి. ఈ ఇబ్బందిని తొలగించడానికి మూడింటిలో ఒక ధ్రువాన్ని ఉమ్మడిగా అనువర్తిత, నిర్గమన వలయాలకు కలుపుతారు. ఉమ్మడిగా వుండే ఈ ధ్రువం సాధారణంగా భూమికి కలపబడుతుంది. ప్రతీ విన్యాసానికి కొన్ని సౌలభ్యాలూ, కొన్ని యిబ్బందులూ

వున్నాయి. విన్యాసం ఏదైనా ఉద్గారక డయోడు పురో బయాస్‌లోనూ, సేకరణి డయోడు తిరోబయాస్‌లోనూ వుంటాయి. P-N-P ట్రాన్సిస్టరు యొక్క ఈ మూడు రకాల విన్యాసాలు పటం.6 (a, b, c) లో చూపబడ్డాయి.



Different Configuration of PNP Transistor

(i) ఉమ్మడి ఆధార విన్యాసం (CB Configuration):

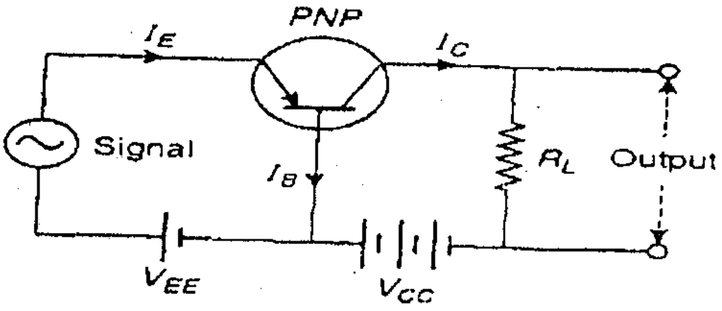
ఈ విన్యాసంలో ఉద్గారకం, ఆధారాల మధ్య నివేశనాన్ని అనుసంధించి, ఆధారం – సేకరణిల నుండి నిర్గమనాన్ని తీసుకుంటారు. ఇక్కడ ఆధారం ఉమ్మడిగా వుంది కనుక దీనిని ఉమ్మడి ఆధార విన్యాసం అంటారు. పటం.7లో P-N-P ట్రాన్సిస్టరు ఉమ్మడి ఆధార విన్యాసం చూపబడింది.

ప్రవాహ వర్ధన గుణకం(α) : నివేశిత సంకేతం లేనపుడు, సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహానికీ, ఉద్గారకం విద్యుత్ ప్రవాహానికే గల నిష్పత్తిని ట్రాన్సిస్టరు యొక్క dc వర్ధన గుణకము (α_{dc}) అంటారు.

$$\alpha_{dc} = \frac{-I_C}{I_E}$$

– గుర్తు I_C ట్రాన్సిష్టరు నుండి బయటకు, I_E ట్రాన్సిష్టరు లోనికి ప్రవహిస్తాయని సూచిస్తుంది. α_{dc} ని α_d గా వ్రాస్తే

$$\alpha = \frac{-I_C}{I_E} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$



పటం.7

ట్రాన్సిష్టరు యొక్క α విలువ దాని విశిష్టతను తెలుపుతుంది. α విలువ హెచ్చుగా వుంటే హెచ్చుభాగం సేకరణి ప్రవాహం అంత హెచ్చుగా ఉద్గారక ప్రవాహానికి దగ్గరగా వుంటుంది. సమీకరణం (1) లో పరిమాణాలను మాత్రమే పరిగణనలోనిక తీసుకుంటే

$I_C = \alpha \; I_E$ and hence $I_B = I_E - I_C$

$I_B = I_E - \alpha \; I_E = I_E (1 - \alpha)$ ....②

నివేశిత సంకేతాన్ని అనుసంధానం చేసినపుడు స్థిర సేకరణి α ఆధార వోల్టేజి వద్ద సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహంలో మార్పునకు, ఉద్గారక విద్యుత్ ప్రవాహంలో మార్పునకు గల నిష్పత్తిని ప్రవాహ వర్ధక గుణకం α అంటారు.

$$\alpha_{ac} = -\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots ③$$

సాధారణ వ్యాపారాత్మక ట్రాన్సిస్టర్లలో $\alpha_{ac}, \alpha_{dc}, \alpha$ విలువలు 0.9 నుండి 0.99 వరకూ ఉంటాయి.

సేకరణి మొత్తం విద్యుత్ ప్రవాహం (I_c) :

సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహంలో దిగువ తెల్పిన రెండు భాగాలు వుంటాయి:

(i) సాధారణ ట్రాన్సిస్టరు చర్య ద్వారా ఉత్పన్నమయ్యే విద్యుత్ ప్రవాహం, అంటే ఉద్గారకం వల్ల నియంత్రింపబడుతూ, అధిక సంఖ్యాక విద్యుదావేశ వాహకాల ద్వారా కలిగే విద్యుత్ ప్రవాహం αI_E.

(ii) **లీకేజి విద్యుత్ ప్రవాహం (I_{CBO}) :** ఈ ప్రవాహం అల్ప సంఖ్యాక విద్యుదావేశ వాహకాలు తిరోశక్మంలో వున్న ఆధారం - సేకరణ సంధి ద్వారా ప్రవహించడం వల్ల ఏర్పడుతుంది. ఇది αI_E కన్నా చాలా తక్కువగా వుంటుంది. దీనిని I_{CBO} అనే సంకేతం తో సూచిస్తారు (ఉద్గారకం తెరచివున్నప్పుడు సేకరణి - ఆధారం విద్యుత్ ప్రవాహం). దీనిని పటం.8 లో చూపినాము.

∴ సేకరణి మొత్తం ప్రవాహము $I_c = \alpha I_E + I_{CBO}$ ......①

అధిక సంఖ్యక వావాకాల వల్ల   అల్పసంఖ్యాక వాహకాలవల్ల

ఉద్గారక వలయం తెరచివున్నా $I_E = 0$ అయినా స్వల్ప పరిమాణంలో సేకరణి వలయం ద్వారా లీకేజి విద్యుత్ ప్రవాహం I_{CBO} వుంటుంది. I_{CBO} విలువ విస్మరించ దగినంత స్వల్ప పరిమాణంలో వుంటుంది. కనుక గణనలలో విస్మిరిస్తారు.

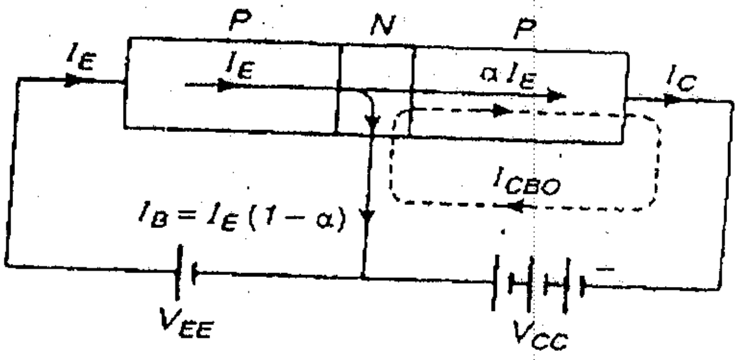


Fig.8 showing leaking current

(2) ఉమ్మడి ఉద్గారక (CE) విన్యాసము : ఈ విన్యాసంలో ఆధారం - ఉద్గారకాల మధ్య నివేశనాన్ని అనుసంధించి, సేకరణి - ఉద్గారకాల నుండి నిర్గమనాన్ని తీసుకుంటారు. ఇక్కడ ఉద్గారకం ఉమ్మడిగా వుంది కనుక దీనిని ఉమ్మడి ఉద్గారక విన్యాసం అంటారు. P-N-P ట్రాన్సిస్టరుకు దీనిని పటం.9లో చూడవచ్చు.

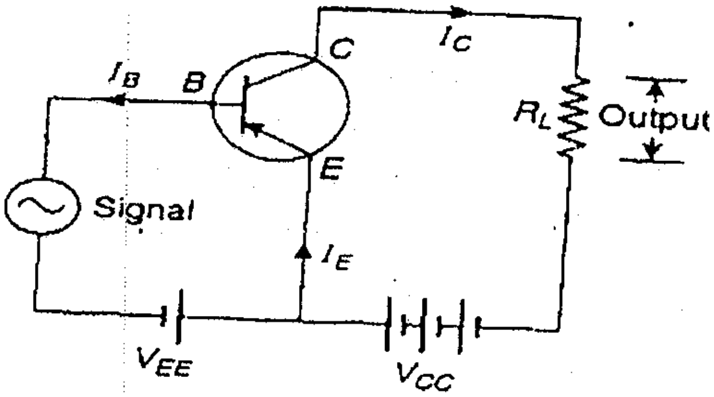


Fig.9 common emitter the common emitter P-N-P

ఆధార ప్రవాహ వర్ధన గుణకం (β) : నివేశిత సంకేతం లేనపుడు, సేకరణి ప్రవాహానికీ ఆధార ప్రవాహానికీ గల నిష్పత్తిని ట్రాన్సిస్టరు dc బీటా β_{dc} అంటారు.

$$\left(\beta_{dc}\right) = \beta = \frac{I_c}{I_B} \qquad \text{.............................⑤}$$

నివేశిత సంకేతాన్ని సంధించినపుడు, సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహంలో మార్పునకు, ఆధార విద్యుత్ ప్రవాహంలో మార్పునకు గల నిష్పత్తిని ఆధార ప్రవాహవర్ధన గుణకం – అంటారు.

$$\left(\beta_{ac}\right) = \beta = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_B} \qquad \text{.............................⑥}$$

సమీకరణం (5) నుండి, $I_C = \beta I_B$

అన్ని ట్రాన్సిస్టర్లలోనూ ఆధార విద్యుత్ ప్రవాహం ఉద్గారక ప్రవాహంలో 5% కన్నా ఎక్కువ ఉండదు. ఈ కారణంగా β విలువ 20 కన్నా హెచ్చుగా వుంటుంది. β విలువ సాధారణంగా 20 నుండి 500 వరకు

వుంటుంది. అందువల్ల ఈ విన్యాసాన్ని హెచ్చు ప్రవాహ వృద్ధి లేదా వోల్టేజి వృద్ధి కావలసినపుడు ఉపయోగిస్తారు.

సేకరణి మొత్తం విద్యుత్ ప్రవాహం (I_C) :

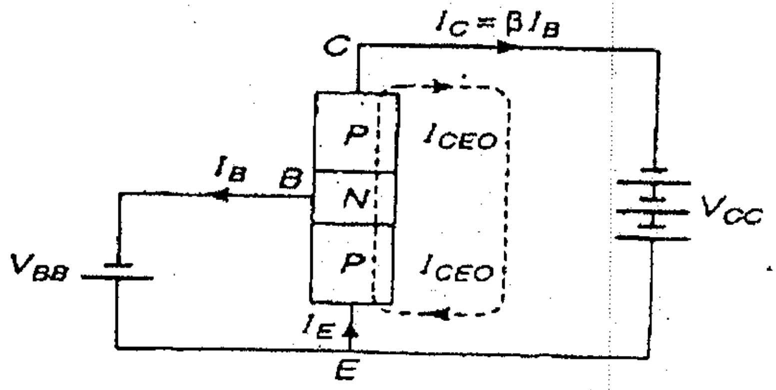


Fig:10

లీకేజి విద్యుత్ ప్రవాహం పటం.10లో చూపబడింది.

$$I_C = \beta I_B + I_{CEO} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

ఇక్కడ I_{CEO} లీకేజీ విద్యుత్ ప్రవాహం. $I_B = 0$ అయినా, ఈ లీకేజీ ప్రవాహం సేకరణి నుండి ఉద్గారకానికి వుంటుంది. I_{CEO} లోని పదం ఆధారం తెరచివున్నప్పుడు సేకరణి నుండి ఉద్గారానికి అని తెలుపుతుంది.

$$I_E = I_B + I_C$$

$$I_C = \beta I_E + I_{CBO}$$

$$I_C = \beta (I_B + I_C) + I_{CBO}$$

లేదా $I_C (1- \alpha) = \beta I_B + I_{CBO}$

లేదా $I_C = (\alpha/1- \alpha)\ I_B + 1/1- \alpha\ I_{CBO} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$

(7), (8) సమీకరణాలను సరిపోల్చగా

– మరియు –

α, β ల మధ్య సంబంధము:

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad and \quad I_{CEO} = \frac{1}{1-\alpha} I_{CBO} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

$\alpha = I_c / I_E$ లేదా $\beta = I_C / I_B$

$I_E = I_B + I_C$ or $I_B = I_E - I_C$

$$\beta = \frac{I_C}{I_E - I_C} = \frac{I_C / I_E}{1 - \left(I_C / I_E \right)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \qquad \text{------(10)}$$

సమీకరణం (10) నుండి,

$$\beta = 1 - \alpha = \alpha \text{ లేదా } \beta - \beta\alpha = \alpha \text{ లేదా } \beta = \alpha(1+\beta)$$

$$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta} \qquad \text{------(11)}$$

సమీకరణం (11) నుండి

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{1}{1+\beta}$$

$$1 - \alpha = \frac{1}{1+\beta} \qquad \text{.....................12}$$

(3) ఉమ్మడి సేకరణి (CC) విన్యాసము:

ఈ విన్యాసంలో ఆధారం – సేకరణిల నివేశన సంకేతాన్ని అనుసంధించి, ఉద్గారకం – సేకరణిల నుండి నిర్గమనాన్ని తీసుకుంటారు. అందువల్ల దీనిని ఉమ్మడి సేకరణి విన్యాసం అంటారు. పటం.11 లో ఉమ్మడి సేకరణి P-N-P ట్రాన్సిష్టరు వలయం చూపబడింది.

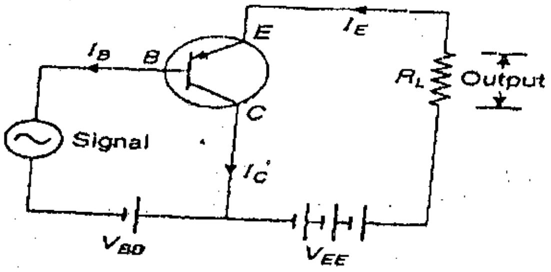


Fig:11

విద్యుత్ ప్రవాహ వర్ధన గుణకం (γ) : నివేశిత సంకేతం లేనపుడు ఉద్గారక విద్యుత్ ప్రవాహానికీ, ఆధార విద్యుత్ ప్రవాహానికీ గల నిష్పత్తిని, ట్రాన్సిసపుడు dc గానూ (γ_{dc}) అంటారు.

$$\left(\gamma_{dc}\right) = \gamma = \frac{I_E}{I_B} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 13$$

సంకేతాన్ని అనుసంధించినపుడు ఉద్గార విద్యుత్ ప్రవాహంలో మార్పునకు, ఆధార విద్యుత్ ప్రవాహంలో మార్పునకు గల నిష్పత్తిని విద్యుత్ ప్రవాహ వర్ధన గుణకం (γ) అంటారు.

$$\gamma = \frac{\Delta I_E}{\Delta I_B} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 14$$

ఈ విన్యాసం ఉమ్మడి ఉద్గార విన్యాసం యిచ్చే ప్రవాహ వృద్ధినేయిస్తుంది. అయితే వోల్టేజి వర్ధనం ఎల్లప్పుడూ 1 కంటే తక్కువ వుంటుంది.

ఉద్గారకం మొత్తం విద్యుత్ ప్రవాహం (I_E):

$$I_E = I_B + I_C$$

మరియు $I_C = \alpha I_E + I_{CBO}$

$$I_E = I_B + (I_E + I_{CBO})$$

$$= I_B + I_E + I_{CBO}$$

$$I_E - \alpha I_E = I_B + I_{CBO}$$

$$I_E(1-\alpha) = I_B + I_{CBO}$$

$$\therefore I_E = \frac{I_B}{(1-\alpha)} + \frac{I_{CBO}}{(1-\alpha)} \quad -----(15)$$

ప్రయోజనము: ఈ విన్యాసంలో అనువర్తిత నిరోధం (సుమారు 750 $K\Omega$) నిర్గమన నిరోధం (సుమారు 25 $K\Omega$) కంటే హెచ్చుగా వుంటుంది. అందువల్ల వోల్టేజి వర్ధకం ఎల్లప్పుడూ ఒకటి కన్నా తక్కువ గానే వుంటుంది. అందువల్ల ఇది వలయ నిరోధాల మధ్య సంబంధాన్ని ఏర్పరడానికి ఉపయోపడుతుంది.

γ, α ల మధ్య సంబంధము:

$\gamma = I_E / I_B$ మరియు $\alpha = I_C / I_E$

ఇంకా, $I_B = I_E - I_C$

$$\gamma = \frac{I_E}{I_E - I_C} = \frac{1}{1-\left(\frac{I_C}{I_E}\right)} = \frac{1}{(1-\alpha)} \quad ------(16)$$

γ, β ల మధ్య సంబంధము:

సమీకరణం (12) నుండి

$(1-\alpha) = 1/(1+\beta)$

ఈ విలువను (16) వ సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపిస్తే

$\gamma = 1/(1-\alpha) = (1+\beta)$ ……………………17

13.7 సాధించిన లెక్కలు :

1. ఈ క్రింది విలువలను ఉపయోగించి సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని, సేకరణి – ఉద్గారక వోల్టేజిని ఆధార – నిరోధక పద్ధతిలో కనుగొనుము.

$V_{CC} = 9v$, $R_B = 300\,K\Omega$, $R_L = 2\,K\Omega$ and $B = 50$

జవాబు :

(i) సేకరణి ప్రవాహం $(I_c) = I_c = B\,I_b = BV_{cc} / R_b$

$= 50 \times 9 / 300 \times 10^3 = 1.5 \times 10^{-3}$ A

(ii) ట్రాన్సిస్టరు సంతృప్తి స్థితిలో లేనపుడు

$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_L = 9 - (1.5 \times 10^{-3})(2X\,10^3) = 6V$

2. దిగువ విలయ పటంలో $\beta = 100$ గల సిలికాన్ ట్రాన్సిస్టరు $R_L = 4K\Omega$ ఆధార – నిరోధంచే బయాస్ చేయబడింది. దానిని పనిచేయించే పరిస్థితులను కనుగొనుము.

దీనిలో $V_{CC} = 10v$, $R_B = 930\,K\Omega$ (సిలికాన్ ట్రాన్సిస్టరుకు $V_{BE} = 0.7V$)

జవాబు:

$$I_C = \frac{(V_{CC} - V_{BE})\,B}{R_B}$$

పై విలువలను ప్రతిక్షేపించినపుడు

$$I_C = \frac{(10.0-0.7)100}{930\times10^3} = 1\times10^{-3} A = 1mA$$

$V_{CE} = V_{CC} - I_c R_L$

$= 10 - 1 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^3 = (10-4)$ volt

$= 6$ v

ట్రాన్సిస్టరు పనిచేసే పరిస్థితులు (6v; 1mA).

3. ఒక ట్రాన్సిస్టరు వలయంలో ఆధార విద్యుత్ప్రవాహం 50 μA నుండి 150 μA కు మారినపుడు సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహం 0.2 mA నుండి 4.2 mA కు మారింది. విద్యుత్ ప్రవాహ వృద్ధిని కనుగొనుము.

జవాబు: ఆధార విద్యుత్ ప్రవాహంలో మార్పు $\Delta I_b = (150-50)\ \mu A$

$= 100\ \mu A$

సేకరణి విద్యుత్ ప్రవహంలో మార్పు $\Delta I_c = (4.2 - 0.2)$ mA

$= 4$ mA

∴ విద్యుత్ ప్రవాహ వృద్ధి $(\beta) = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{4\times10^{-3}}{10^{-4}} = 40$

13.8 సారాంశము : N-P-N మరియు P-N-P ట్రాన్సిస్టర్లు, వివిధ ట్రాన్సిస్టర్ విన్యాసాలు వివరించబడినాయి.

13.9 కీలక పదములు:

ఉద్గారకము – ఆధారము – సేకరణి – ఉద్గారక ప్రవాహము – ఆధార ప్రవాహము – సేకరణి ప్రవాహము – విద్యుత్ ప్రవాహ వృద్ధి – ట్రాన్సిస్టరు – ఉమ్మడి ఆధారం – ఉమ్మడి ఉద్గారకము – ఉమ్మడి సేకరణి.

13.10 స్వయం సమీక్షా ప్రశ్నలు :

స్వల్ప సమాధాన ప్రశన్నలు :

1. ట్రాన్సిస్టరు అంటే ఏమిటి? దాని నెట్లు బయాస్ చేస్తారు.

2. P-N-P ట్రాన్సిస్టరులో విద్యుత్తు ఎట్లా ప్రవహిస్తుంది?

3. N-P-N ట్రాన్సిస్టరులో విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని వివరింపుము.

4. ట్రాన్సిస్టరులోని వివిధ భాగాలను, వాటి పనులను వివరింపుము.

5. ట్రాన్సిస్టరుకు సంధించిన - లను నిర్వచించి, వాటి మధ్య గల సంబంధమును త్పాదింపుము.

6. PNP ట్రాన్సిస్టరు CB విన్యాసాన్ని వివరింపుము.

7. PNP ట్రాన్సిస్టరు CE విన్యాసాన్ని వివరింపుము.

8. PNP ట్రాన్సిస్టరు CC విన్యాసాన్ని వివరింపుము.

9. ట్రాన్సిస్టర్‌లో ఆధారాన్ని సన్నగానూ, సేకరణిని ఆధారం, ఉద్గారకాల కంటే వెడల్పుగాను ఎందుకు తయారుచేస్తారు?

10. ట్రాన్సిస్టర్‌ను ఎందుకు బయాస్ చేయాలి? సేకరణి ప్రవాహం ఉద్గారక ప్రవాహం కంటే తక్కువగా ఎందుకు వుంటుంది.

11. ట్రాన్సిస్టరులో విద్యుత్ ప్రవాహ అంశలను తెలిపి - అని ఋజువు చేయుము.

వ్యాసరూప ప్రశ్నలు:

1. ట్రాన్సిస్టరు మూడు విన్యాసాలను వివరింపుము. ట్రాన్సిస్టరును వర్ధకంగా పనిచేసే విధానాన్ని వర్ణింపుము.

2. α ను నిర్వచింపుము. దీని విలువ 1 కంటే తక్కువని చూపుము. β ను నిర్వచించి, $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$ అని నిరూపించండి.

సాధించవలసిన సమస్యలు:

1. ఒక ట్రాన్సిస్టరుకు $\beta = 45$. సేకరణి వలయంలో కలిపిన $5k\Omega$ భార నిరోధం వద్ద వోల్టేజి 5V. ఆధార విద్యుత్ ప్రవాహంలో మార్పును కనుగొనుము.

2. ఒక ట్రాన్సిస్టరులో ఉద్గారక ప్రవాహంలో మార్పు 1mA వుంది. ఈ దిగువ వాటిని కనుగొనుము.

(a) ఉమ్మడి ఆధారం షార్ట్ సర్క్యూట్ విద్యుత్ ప్రవాహవృద్ధి (α)

(b) ఉమ్మడి ఉద్గారక షార్ట్ సర్క్యూట్ విద్యుత్ ప్రవాహవృద్ధి (β)

3. ఉమ్మడి ఉద్గారక విన్యాసంలో ఒక ట్రాన్సిస్టరు విద్యుత్ ప్రవాహ వృద్ధి 100. ఉమ్మడి ఆధార విన్యాసంలో dc విద్యుత్ ప్రవాహ వృద్ధిని కనుగొనుము.

4. ఒక ట్రాన్సిస్టరులో ఆధార విద్యుత్ ప్రవాహం. 0.08mA ఉద్గారక విద్యుత్ ప్రవాహం 9.6 mA. (a) సేకరణి విద్యుత్ ప్రభావాన్ని, (b) α విలువను (c) β విలువను కనుగొనుము.

5. ఒక ట్రాన్సిస్టరులో ఉద్గారక విద్యుత్ ప్రవాహం సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహానికి 1.01 రెట్లుగా వుంది. ఉద్గారక విద్యుత్ ప్రవాహం 12.12 mA అయితే ఆధార విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కనుగొనుము.

6. ఒక ట్రాన్సిస్టరులో ఆధార, ఉద్గారక విద్యుత్ ప్రవాహాలు వరుసగా 0.81mA, 10.8mA. సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహము, α , β విలువలను కనుగొనుము.

7. సేకరణి – ఉద్గారక వోల్టేజి 2V నుండి 10V కి మారినపుడు సేకరణి విద్యుత్ ప్రవాహం 2mA నుండి 3mA కు మారింది. నిర్గమన నిరోధం ఎంత?

13.11 చదువవలసిన గ్రంథాలు:

1. Physics Volume II ....Holliday and Resnik
2. Electricity and Electronics ....Tayal
3. Electricity ....Berkeley Physics Series
4. Electronic Devices and Circuits......... ..Millman and Halkies

Äý$*°sý & 4

´ëuÿ... -14

A...MüË ÐþÅÐþ¦Ü

D ´ëu>Å...Ôý °ÆÿÔýÐþ$$Ë$@

ÑÀ¯þ² §éÅ...Ôý ÐþÅÐþ¦ÜË¯þ$ ™þË$¦Ü$MøÐþyþ... & §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅ¯þ$ §éÓ...Ôý Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ°Mü Ðþ$ÇÄý$$ ¦ÙsêÅ...Ôý Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ°Mü Ðþ*Æÿ$a r. §éÓ...Ôý Ðþ*¯þÐþ$$Ë$ Mü*ypMüË$ & ¡¦ÜÐþ™þË$ & ™þË$¦Ü$Mö¯þ$ r.

´ëu>Å...Ôý °Æ>Ã×ýÐþ$$@

14.1 ¦³Ç^þÄý$Ðþ$$

14.2 §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅ ÐþÅÐþ¦Ü

14.3 §éÓ...Ôý ¦Ü...QÅ ÐþÅÐþ¦Ü

14.4 §éÓ...Ôý ¦Ü...QÅ° §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅV> Ðþ*Æÿa r...

14.5 §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅ° §éÓ...Ôý ¦Ü...QÅV> Ðþ*Æÿa r...

14.6 §éÓ...Ôý Ðþ*¯þ...ÌZ MüË¦³yþ..., ¡¦ÜÐþÄý$ r...

14.7 Ýë¨..._¯þ ¦ÜÐþ$¦ÜÅË$

14.8 Ñ¦ÙÄý$Ðþ$$

14.9 Ðþ$$QÅ ¦³§þÐþ$$Ë$

14.10 ¦ÜÓÄý$... ¦³ÇÖË¯þ ¦ÜÐþ$¦ÜÅË$

14.11 ´ëuÿÅ ¦³#¦ÜMüÐþ$$Ë$

14.1 ¦³Ç^þÄý$Ðþ$$@

JMü Mü...¦³NÅ r Æÿ MüÐþË... JMüsý Ðþ$ÇÄý$$ ¦Ü$¯é²Ë™ø Mü Í¯þ Ñ¦ÙÄý*°² Ðþ*{™þÐþ$ {VüÍßý...^þVüË$™þ$...¨. A...§þ$ ÐþË¯þ Ñ¦ÙÄý*Ë¯þ$ A°²...sý 1 Ìý§é 0 ËÌZMü Ðþ*Ça Mü...¦³NÅ r ÆÿMü A...¨¦Ü$...¨. Ðþ$¯þMü$ §þÔé...Ôý Ðþ*¯þÐþÐþ$$ÌZ° 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Ðþ$ÇÄý$$ 9 Vü*Ça ™þË$¦Ü$. Mü...¦³NÅ r Æÿ {´÷{V>Ðþ$ÆÿMü §þÔé...Ôý Ðþ*¯þÐþ$$ ^éË ÒË$V> E... r $...¨. Mü...¦³NÅ r Æÿ §éÓ...ÔýÐþ*¯þÐþ$$ §é° ¦³¯þ$ËMü E¦³Äý*W¦Ü$...¨. ©°ÌZ 0 Ðþ$ÇÄý$$ 1 A¯þ Æÿ...yþ$ A...MüË$ Ðþ*{™þÐþ$ E...sêÆÿ$$. {´÷{V>Ðþ$Æÿ Mü...¦³NÅ r Æÿ° BÌêµ»ýyþÞ™ø Ðþ$ÇÄý$$ §þÔé...Ôý Ðþ*¯þÐþ$$¯þ$ E¦³Äý*WÝëyþ$. Mü...¦³NÅ r Æÿ ¦³°^þÄý$sê°Mü Ðésý° §éÓ...Ôý Ðþ*¯þ...ÌZ Ðþ*Æÿ$ÝëÆÿ$. D A¿êÅ¦ÜÐþ$$ÌZ §þÔé...Ôý Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ° A...MüË¯þ$ §éÓ...ÔýÐþ*¯þÐþ$$ÌZ°Mü Ðþ*Æÿ$a r Vü*Ça

^þÇaÝëÆÿ$. Ìü...¦³NÅ r Æÿ ÐþÅÐþ¦Ü Ýë§éÆÿ×ý...V> ¦ÙÚëüÅ...ÔýÐþ$$Ë$ Ðþ$ÇÄý$$ A¦ÙÐþ$ ¦Ü...QÅË$™ø °ÇÃ...^þºyþ E... r$...¨.

14.2 §þÔé...ÔýÐþ*¯þ ¦Ü...QÅ ÐþÅÐþ¦Ü @

§þÔé...Ôý Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ° ¦Ü...QÅË¯þ$ Ðþ$¯þÐþ$$ {¦³†Æøk E¦³Äý*WÝëÐþ$$. AÑ 10 ¦Ü...QÅË$ ÐþÆÿ$¦ÜV> 0 ¯þ$...yþ 9 ÐþÆÿÌü$. §þÔé...ÔýÐþ*¯þÐþ$$¯þÌü$ B§éÆÿÐþ$$ ¦Ü...QÅ 10. D {Ìü...¨ E§é¦ßýÆÿ×ý §þÔé...Ôý Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ° B§éÆÿÐþ$$ Ðþ$ÇÄý$$ §þÔé...Ôý Ðþ*¯þ...ÌZ° ¦Ü...QÅ ÑË$Ðþ¯þ$ ™ ÍÄý$gý¦Ü$...¨.

E§é¦ßýÆÿ×ý@

$$6784 = 6000+700+80+4$$

$$= 6 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 4 \times 10^0$$

{¦³† A...Ìü Äý$$ÌüP Ýë¯þ ÑË$Ðþ A¨ E¯þ² ¦Ü† ºsý™þË$¦Ü$...¨.

Ìü$yþÐþ¦³# ¯þ$...yþ Ðþ$$§þsý ¦Ü...QÅ Äý$$ÌüP Ýë¯þÑË$Ðþ

= 1 ¦Ü...QÅ $\times 10^0$

Ìü$yþÐþ¦³# ¯þ$...yþ Æÿ...yþÐþ ¦Ü...QÅ Äý$$ÌüP Ýë¯þ ÑË$Ðþ

= 2 ¦Ü...QÅ $\times 10^1$

Ìü$yþÐþ¦³# ¯þ$...yþ Ðþ$*yþÐþ ¦Ü...QÅ Äý$$ÌüP Ýë¯þ ÑË$Ðþ

= 3 ¦Ü...QÅ $\times 10^2$

Ìü$yþÐþ¦³# ¯þ$...yþ ¯éËÐþ ¦Ü...QÅ Äý$$ÌüP Ýë¯þ ÑË$Ðþ

= 4 ¦Ü...QÅ $\times 10^3$

Ìü$yþÐþ¦³# ¯þ$...yþ n Ðþ ¦Ü...QÅ Äý$$ÌüP Ýë¯þ ÑË$Ðþ

= n Ðþ ¦Ü...QÅ $\times 10^{n-1} = n^{th}$ ¦Ü...QÅ $\times$ (B§éÆÿÐþ$$ $)^{n-1}$.

14.3 §éÓ...Ôý ¦Ü...QÅ ÐþÅÐþ¦Ü@

§éÓ...Ôý ¦Ü...QÅ ÐþÅÐþ¦ÜÌZ ÌüÐþË... Æÿ...yþ$ ¦Ü...QÅË$ E...yþ$¯þ$. AÑ 0 Ðþ$ÇÄý$$ 1 Òsý° ¼sýÞ A...sêÆÿ$. §éÓ...Ôý ¦Ü...QÅ ÐþÅÐþ¦Ü B§éÆÿÐþ$$ 2. ÑÕ¦Ü™þ Ìø¦Ü... 2 ¦Ü...QÅ¯þ$ Ðþ¯þ$Ìü E¦³Äý*WÝëÆÿ$. §þÔé...Ôý Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ ¦Ü...QÅË¯þ$ 9 ÐþÆÿÌü$ ¦Ü*_...^þ$ r Ìü$ G r$Ðþ...sý Cº¾...¨ E...yþ§þ$. 10 A¯þ ¦Ü...QÅ G r$Ðþ...sý ¦Ü*_Ìü E...yþ§þ$. A...§þ$^þ™þ §é°° 10 V> {ÐéÝëÆÿ$. C§þÑ§þ...V> 99 ™þÆÿ$Ðé™þ 100 {ÐéÝëÆÿ$. C§þÑ§þ...V> §éÓ...Ôý ¦Ü...QÅ ÐþÅÐþ¦ÜÌZ ¦Ü$¯é²° 0 V>¯þ$ JÌüsý° 1 V>¯þ$ ¦Ü*_ÝëÆÿ$. Æÿ...yþ$¯þ$

¦Ü*_...^þ$ r ü$ J ü ¦Ü...QÅ Ìý§þ$. A...§þ$ÐþË¯þ Æý...yþ$¯þ$ 10 V>¯þ$ Ðþ$*yþ$¯þ$ 11 V>¯þ$ ¯éË$¯þ$ 100 V> {ÐéÝëÆý$. C§þÑ§þ...V> Ñ$W Í¯þ ¦Ü...QÅË¯þ$ {ÐéÝëÆý$. ¦œ Í ™þ...V> §éÓ...ÔéÐþ*¯þÐþ$$ ^éË ³§þ¨V> ü°µ¦Ü$...¨. D {ü...¨ E§é¦ßýÆý×ý §éÓ...ÔýÐþ*¯þÐþ$$ÌZ° {¦³† yþhsý ÑË$Ðþ Ðþ$ÇÄý$$ §é° ü ¦ÜÐþ*¯þÐþ$¯þ §þÔé...ÔýÐþ*¯þÐþ$$ÌZ° ÑË$Ðþü$ ™þ Í Äý$gý¦Ü$...¨.

E§é¦ßýÆý×ý@

$$1110_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$

$$= 8 + 4 + 2 + 0 = 14$$

{¦³† ¼sý ÑË$Ðþ §é° Ýë¯þÐþ$$ÌZ °Æýý$$...^þºyþ$™þ$...¨.

Ðþ$$§þsý ¼sý (ü$yþ ¯þ$...yþ) §é° Ýë¯þ ÑË$Ðþ

= 1 Ðþ ¼sý $\times 2^0$

ü$yþ ¯þ$...yþ Æý...yþÐþ ¼sý §é° Ýë¯þ ÑË$Ðþ

= 2 Ðþ ¼sý $\times 2^1$

ü$yþ ¯þ$...yþ Ðþ$*yþÐþ ¼sý §é° Ýë¯þ ÑË$Ðþ

=3 Ðþ ¼sý $\times 2^2$

ü$yþ ¯þ$...yþ ¯éËÐþ ¼sý §é° Ýë¯þ ÑË$Ðþ

= 4 Ðþ ¼sý $\times 2^3$

ü$yþ ¯þ$...yþ n Ðþ ¼sý §é° Ýë¯þ ÑË$Ðþ

= n Ðþ ¼sý $\times 2^{n-1} = n^{th}$ yþhsý $\times$ (B§éÆýÐþ$$)$^{n-1}$.

³ E§é¦ßýÆý×ýË¯þ$ ºsý §þÔé...ÔýÐþ*¯þÐþ$$, §éÓ...ÔéÐþ*¯þÐþ$$Ë$ J ü Ñ§þ...V> E¯þ² r $™þË$¦Ü$...¨. J ü ¦Ü...QÅ Ýë¯þ ÑË$Ðþ §é° B§éÆýÐþ$$ §é° Ýë³„ü ¦Ü†° ºsý E... r $...¨. {ü...¨ ¦³sý ü ¦Ü¦ßýÄý$...™ø §þÔé...ÔýÐþ*¯þÐþ$$ÌZ° ¦Ü...QÅË¯þ$ §éÓ...ÔéÐþ*¯þÐþ$$ÌZ ÐþÆý$a r ™þË$¦Ü$ö¯þÐþ^þ$a¯þ$.

Decimal Number	Binary Number	Decimal Number	Binary Number
0	0	9	1001
1	1	10	1010
2	10	11	1011
3	11	12	1100
4	100	13	1101
5	101	14	1110
6	110	15	1111
7	111	16	10000
8	1000		

Table 14.1

14.4 §éÓ...Ôý ¦Ü...QÅ° §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅV> Ðþ*Æÿa r ... @

§éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ°, §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅV> Ðþ*Æÿ$a r Ìü$ {¦³† ¼sý Äý$$ÌüP Ýë¦³„ü Ýë¯þ... ™þ Í Äý* Í. §é° Ìø¦Ü..., C_a¯þ ¦Ü...QÅ Ðþ$$™þ...ÌZ Ìü$yþÐþ¦³# ¯þ$...yþ {¦³† ¼sý Ýë¯þÐþ$$ ÌýÌüPÝëÐþ$$.

§éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ = 1 1 1 0 1_2

¼sý Ýë¯þÐþ$$ = 5 4 3 2 1

n Ðþ ¼sý Äý$$ÌüP Ýë¯þ ÑË$Ðþ = n Ðþ ¼sý Äý$$ÌüP Ýë¯þ... x 2^{n-1}

A°² ¼sýË Ýë¯þ ÑË$ÐþË°² Ìü Í¦³¯þ¦³#yþ$ JÌü §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ Äý$$ÌüP ¦ÜÐþ$™þ$ËÅÐþ$¯þ §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅ ™þË$¦Ü$...¨.

E§é¦ßýÆÿ×ý@

11101_2 Ìü ¦ÜÐþ*¯þÐþ$¯þ §þÔé...Ôý ÑË$Ðþ

$$11101_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$= 16 + 8 + 4 + 0 + 1$$

$$= 29_{10}$$

§éÓ...Ôé Ðþ*¯þ ¦Ü...QÅË$ ¡³§þÑV> Cº¾...¨MüÆý...V> E...sêÆý$$. AÆý$$™þ Mü...¡³NÅ r ÆýÌZ AÑ 0 Ðþ$ÇÄý$$ 1 V> Ìý§é Bœ Ðþ$ÇÄý$$ B¯þ V> E¡³Äý*WÝëÆý$.

14.5 §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅ° §éÓ...Ôý ¦Ü...QÅV> Ðþ*Æýa r ...@

§éÓ...Ôé ¦Ü...QÅËÌZ Mü$yþÐþ¡³# ¯þ$...yþ ¼sýþ ÑË$Ðþ ÐþÆý$¦ÜV> 1, 2, 4, 8, 16 .... D Ñ§þ...V> B§éÆý...V> §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅ° §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅV> Ðþ*ÆýaÐþ^þ$a¯þ$. 2 ¦Ü...QÅ Äý$$MüP ¦œ*™éË$V> ^þÄý$Vü Í¯þ JMü ¡³§þ†° E¡³Äý*W..._, B Ðþ$$™þ... ÑË$Ðþ C_a¯þ §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅMü ¦ÜÐþ*¯þ... AÐþ#™þ$...¨. E§é¦ßýÆý×ýMü 12 B¯þ §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅMü JMü 8 JMü ¯éË$ E...sêÆý$$. §é°Mü 2 Ìý§é 1 E...yþ§þ$. §é° §éÓ...Ôé ¦ÜÐþ*¯þ ÑË$Ðþ 1100. D Ñ§é¯þMü...¡³ B§éÆý¡³yþ §þÔé...Ôý ¯þ$...yþ §éÓ...Ôý ÌZ°Mü Ðþ*Æýa {¡³{MüÄý$ÌZ C_a¯þ §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅ° 2 ™ø ¿êW..._ {¡³† ¦Ü...§þÆýÂ...ÌZ Vü$Ç...^é Í. {¡³† ¦Ü...§þÆý¾...ÌZ¯þ$ ¿êVü f ¦œËÐþ$$, ÔýÙÐþ$$ Vü$Ç...^é Í. ¿êVü f ¦œËÐþ$$¯þ$ †ÇW 2 ^þ ¿êW...^é Í. D Ñ§þ...V> _ÐþÆýMü$ Ôý¦Ù... Ôý*¯þÅ... AÄý$Å...™þ ÐþÆýMü$ ^þÄý* Í. Ðþ_a¯þ Ôý¦ÙÐþ$$Ë°²...sý° ÐþÅ†ÆýMü...V> Vü$Ç...^é Í. _ÐþÇ Ôý¦ÙÐþ$$¯þ$ Äý$...GÜ¼ A° Ðþ$$§þsý Ôý¦ÙÐþ$$¯þ$ GÌýGÜ¼ A° A...sêÆý$.

D {Mü...¨ E§é¦ßýÆý×ý §þÔé...Ôý Ðþ*¯þ...ÌZ° 29° §éÓ...ÔýÐþ*¯þ...ÌZ° ¦Ü...QÅV> Ðþ*ÆýaÐþ^þ$a¯þ$.

{¡³{MüÄý$	¿êVü f ¦œË...	ÔýÙÐþ$$
Divide 29 by 2	14	1 (LSB)
Divide 14 by 2	7	0
Divide 7 by 2	3	1
Divide 3 by 2	1	1
Divide 1 by 2	0	1 (MSB)

§þÔé...Ôý Ðþ*¯þ...ÌZ° ¦Ü...QÅMü ¦ÜÐþ*¯þÐþ$¯þ §þÓ...ÔéÐþ*¯þ...ÌZ Vü$Ç...^þ$ r Mü$ ÑVü$Ë$ ¡³§þÐþ$$Ë$ ÐþÅ†ÆýMü ¡³§þ†ÌZ {ÐéÄý* Í.

29 B¯þ §þÔé...Ôý Ðþ*¯þ...ÌZ° ¦Ü...QÅMü §þÓ...ÔéÐþ*¯þÐþ$$ÌZ° ¦ÜÐþ*¯þÐþ$¯þ ¦Ü...QÅ 11101_2 °Æ>Æý×ý @

¡³ §éÓ...Ôé Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ 11101_2 Mü$ §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅ

$$11101_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$= 16 + 8 + 4 + 0 + 1$$

$$= 29$$

¿êVü f ¦œÌêË$, ÔýÙÐþ$$Ë¯þ$ Mü*yé D {Mü...¨ Ñ§þ...V> ^þ*¡³Ðþ^þ$a¯þ$. C_a¯þ §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅ = 29

2	29
2	14 ---- 1
2	7 ----- 0
2	3 ----- 1
2	1 ---- 1
2	0 --- 1

29 Ìü ¦ÜÐþ*¯þÐþ$¯þ §þÓ…Ôé Ðþ*¯þ ¦Ü…QÅ = 11101_2

°Æ>Æý×ý @

$11101_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$

$= 16 + 8 + 4 + 0 + 1$

$= 29$

JÌü ¦Ü…QÅ 29.7 Ìê\/> E…sý Ðþ$$…§þ$ 29° §þÓ…ÔéÐþ*¯þ…ÌZ°Ìü Ðþ*Ça ™þ§þ$¦³Ç 0.7 ° §þÓ…ÔéÐþ*¯þ…ÌZ°Ìü Ðþ*Æ>a Í.

Fraction	Fraction x 2	Carry
0.7	0.7 x 2 = 1.4	1
0.4	0.4 x 2 = 0.8	0
0.8	0.8 x 2 = 1.6	1
0.6	0.6 x 2 = 1.2	1
0.2	0.2 x 2 = 0.4	0
———	————	———-

¦ÜÐþ*¯þ… AÆý$$¯þ §éÓ…Ôé ¦Ü…QÅ 11101. $10110…_2$. C…Ì> Q_a™þ™þÓ… Ìø¦Ü… D ¦³§þ†ÌZ¯þ Ìö¯þÝëVüÐþÌý¯þ$.

E§é¦ßýÆý×ý 3@ ***1010.101_2*** ¯þ$ §þÔé…Õý Ðþ*¯þ…ÌZ Ðþ*Æýa r ….

§éÓ…Ôé ¦Ü…QÅ	1	0	1	0	.	1	0	1
	↓	↓	↓	↓		↓	↓	↓
Ýë¦¯þÐþ$$Ë$	2^3	2^2	2^1	2^0		2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}

¦œ Í ™þ...V> §þôé...ôý ÑË$Ðþ

$$1X2^3 + 0X2^2 + 1X2^1 + 0X2^0 + 1X2^{-1} + 0X2^{-2} + 1X2^{-3}$$

$$= 8 + 0 + 2 + 0 + 0.5 + 0 + 0.125$$

$$= 10.625_{10}.$$

14.6 §éÓ...ôý Ðþ*¯þ...ÌZ MüË¦³yþ..., ¡ÍÜÐþÄý$ r... @ (1s Ðþ$ÇÄý$$ 2s ¦Ü...¦³NÆýMü ¦³§þ™þ$Ë$)

§éÓ...ôé Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ ¦Ü...QÅË MüËÆý$$Mü §þôé...ôý Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ ¦Ü...QÅË MüËÆý$$Mü ÐþÌý E... r $...¨.

D {Mü...¨ Ñ§é¯þÐþ$$Ë$ §éÓ...ôé Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ° MüËÆý$$Mü GÌê ^þÄý*ÌZ ÑÐþÇ¦Ü$...¨.

1. ôý*¯þÅ...™ø ôý*¯þÅ...™ø Mü Í ¦³™þ ôý*¯þÅ... Ðþ¦Ü$...¨.

   0 + 0 = 0

2. ©°° * ™ø MüË¦³Mü ´ù™þ * Ðþ¦Ü$...¨.

¦³¯þ ^þ¦³µ¯þ Ñ¦ÙÄý*Ë¯þ$ 0 + = 1

3. * ° ©°™ø¯þ$ MüË¦³Mü´ ù™þ * Ðþ¦Ü$...¨.

   §éÓ...ôé Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ ÑÐþÆý×ý 1 + 0 = 1

4. * ° Ðþ$ÆöMü * ™ø Mü Í ¦³™þ **

   §éÓ...ôé Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ ¦³ §é°° 1+1=10 V> ¦Ü*_...^þÐþ^þ$a¯þ$.

D ¦Ü*{™þÐþ$$¯þ$ Ýë§éÆý×ý...V> 1+1=0, Ðé¦ßýMüÐþ$$V> 1.

¦³sýMü 14.2 §éÓ...ôý Mü*ýþMüË ¦³sýMü

A	B	A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0 with a carry of 1.

E§é¦ßýÆý×ý @

```
   1 1 0 1  (13 §þôé...ôý...)
 + 0 0 0 1  (+1 §þôé...ôý...)
 ---------
   1 1 1 0  (14 §þôé...ôý...)
```

1° 1™ø Mü Í ¦³™þ Ðé¦ßýMü... = 1. D Ðé¦ßýMü... {¦³MüP ¯þ$¯þ² ¼sýË ¦ÜÐþ$$§éÄý$... Ðþ$$™þ...Mü$ MüË´ë Í.

E§é¦ßýÆýÿ×ý 2 @ 0 0 1 1 (3 §þÔé...Ôý...)

+0 1 1 1 (+7 §þÔé...Ôý...)

1 0 1 0 (10 §þÔé...Ôý...)

§éÓ...Ôé ¡¦ÜÐþ™þ @

§þÔé...Ôý Ðþ*¯þ...ÌZ ¡¦ÜÐþ™þÌêVü §éÓ...Ôé Ðþ*¯þ...ÌZ Mü*yé ¡¦Ü Ðþ™þ E... r$...¨. §éÓ...Ôý Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ M ÐþË... 2 yþhsýÞ E...sêÆý$$. §éÓ...Ôé ¡¦ÜÐþ™þÌZ GMü$PÐþV> M>Ðé Í.

§éÓ...Ôé ¡¦ÜÐþ™þËÌZ D°Äý$Ðþ*Ë$ ´ësý...^é Í.

1. 0 & 0 = 0

2. 1 & 0 = 1

3. 1 & 1 = 0

4. 10 & 1 = 1 Ñ$Vü$Ë$ 1.

¦³ °Äý$Ðþ$Ðþ$$ ** - * = * . ¯éËÐþ °Äý$Ðþ$Ðþ$$¯þ$ ´ësý...^þ r¦³šyþ$ A¦³š^þÄý$yþ... ÐþË¯þ ¿êVü f ¦œËMüÐþ$$ 1 ™þVü$™þ$...¨. D {Mü...¨ E§é¦ßýÆýÿ×ý §éÓ...Ôé Ðþ*¯þÐþ$$ ¡¦ÜÐþ™þ¯þ$ Ñ¦³#Î MüÇ¦Ü$...¨.

¦³sýMü 14.3 @ §éÓ...Ôé Ðþ*¯þÐþ$$ ¡¦ÜÐþ™þ@

Minuend A	***Subtrahend B***	***Difference D***	***Borrow B***
0	***0***	***0***	***0***
0	***1***	***1***	***1***
1	***0***	***1***	***0***
1	***1***	***0***	***0***

D {Mü...¨ E§é¦ßýÆýÿ×ý §éÓ...Ôé ¡¦ÜÐþ™þMü$ ÑÐþÆýÿ×ý C¦Ü$...¨.

E§é¦ßýÆýÿ×ý 1@

1 1 0 1 (13 §þÔé...Ôý...)

- 0 0 1 1 (-3 §þÔé...Ôý...)

1 0 1 0 (10 §þÔé...Ôý...)

1 ° 0 Vü$...yé ¡¦ÜÐþÄý* Í A...sý {¦³MüP ¼sý ¯þ$...yþ A¦³š ¡¦Ü$MøÐé Í.

E§é¦ßýÆÿ×ý 2@

1 1 0 1 (13 §þÔé...Ôý...)

- 0 1 1 0 (-6 §þÔé...Ôý...)

0 1 1 1 (7 §þÔé...Ôý...)

1's ¦Ü...¦³NÆÿÑüÐþ$$ & JÑü §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅÑü.

JÑü §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ Äý$$ÑüP 1's Ñü ¦Ü...¦³NÆÿÑü... Ñ>Ðé Í A...sý §é°ÌZ ¼sýÞ A°²...sýÌZ 0 º§þ$Ë$ 1 AÌêVü 1 º§þË$ 0 V> Ðþ*Æ>a Í.

E§é¦ßýÆÿ×ý @

1's ¦Ü...¦³NÆÿÑü... 1010110_2 Ñü

§éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ	1	0	1	0	1	1	0
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1's ¦Ü...¦³NÆÿÑü...	0	1	0	1	0	0	1

2's ¦Ü...¦³NÆÿÑü... & JÑü §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅÑü.

JÑü §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅÑü 2's ¦Ü...¦³NÆÿÑü... Ñ>ÐéË...sý §é° 1's ¦Ü...¦³NÆÿÑü...

2's ¦Ü...¦³NÆÿÑü... 1010111_2 Ñü

§éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ	1	0	1	0	1	1	1
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1's ¦Ü...¦³NÆÿÑü...	0	1	0	1	0	0	0

¦Ü...¦³NÆÿÑü... +1

$(0101000)_2+1$

2's ¦Ü...¦³NÆÿÑü ¦³§þ† & ¡¦ÜÐþ™ þ = 0101001

Ðé¦ßýÑü... E¯þ² r $ AÆÿ$$™þ §é°° ¡¦ÜÐþÄý$...yþ. Ñ$W Í ¯þ Ðþ$$™þ... ¦œ Í ™þ... C¦Ü$... ¨. D ¦Ü...§þÆÿÂ...ÌZ ¦œ Í ™þ... §þ¯é™þÅÑü....

* Ðé¦ßýÑü... Ìý¯þ r Æÿ$$™þ, 2Ðþ step ÌZ ^þ¦³µ¯þ r $ 2's ¦Ü...¦³NÆÿÑü... Ñü¯þ$Vö° §é°Ñü º$$×ý Vü$Æÿ$ E...^é Í. D ¦Ü...§þÆÿÂ...ÌZ ¦œ Í ™þ... º$$×ê™þÅÑü....

E§é¦ßýÆÿ×ý@ 101101_2 ¯þ$...yþ 1110010_2 ° ¡ÍÜÐþÄý$$ r.

1's ¦Ü...¦³NÆÿÌüÐþ$$ ¡ÍÜÐþÄý$ÐþËÍÜ¯þ¨ Äý$$ÌüP Ìý§é ÑÌZÐþ$Ðþ$$

$\overline{010010}$ (_¯þ² ¦Ü...QÅ)

+1

2's ¦Ü...¦³NÆÿÌü... (ÑÌZÐþ$Ðþ$$) ¡ÍÜÐþÄý$ÐþËÍÜ¯þ¨ @ 010011

Í³§þ ¦Ü...QÅ 1110010

10000101

$\therefore (1110010)_2 - (101101)_2 = 0000101$

E§é¦ßýÆÿ×ý@

1111_2 ¯þ$ 1000_2 ¯þ$...yþ ¡ÍÜ ÐþÄý$$Ðþ$$.

1's ¦Ü...¦³NÆÿÌü... (Í³§þ §é°) = 0000

+1

2's ¦Ü...¦³NÆÿÌü... 0001

_¯þ²¨ 1000

ÌüË¦³Ý> 1001

Ðé¦ßýÌü... E™þµ¯þ²... Ì>§þ$ Ì>ºsý & 0110

Ðþ$$™þ... Äý$$ÌüP 1's ¦Ü...¦³NÆÿÌü... +1

2's ¦Ü...¦³NÆÿÌü... (Ðþ$$™þ...) 0111

Ýë ¨ ..._¯þ ¦ÜÐþ$¦ÜÅË$@

1. 13 ° §éÓ...Ôé Ðþ * ¯þ...ÌZ ° Mü Ðþ * Æÿa...yþ.

¦ÜÐþ * §é¯þÐþ$$@

2	13	
2	6 ----	1
2	3 -----	0
2	1 -----	1
2	0 ----	1

{Mü...¨ ¯þ$..._ reminder ì³ Mü ^þ ¨ Ñ™þ ¦œ Í ™þ...

$$(13)_{10} = (1101)_2$$

2. $(43)_{10}$ ° §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅV> Ðþ * Æÿa...yþ.

¦ÜÐþ * §é¯þÐþ$$@

2	43	
2	21 ----	1
2	10 -----	1
2	5 -----	0
2	2 ----	1
2	1 ---	0
2	0 ----	1

{Äü... ¨ ¯þ$..._ reminder ò³ Äü ^þ¨ Ñ™þ ¡œ Í ™þ...

$(43)_{10} = (101001)_2$

3. $(110111)_2$ ° §þÔé...Ôý Ðþ*¯þ...ÌZÄü Ðþ*Æýa...yþ.

¡ÜÐþ*§é¯þ... @

$(110111)2 = (1x2^5)+(1x2^4)+(0x2^3)+(1x2^2)+(1x2^1)+(1x2^0)$

$= 32+16+0+4+2+1$

$= (55)_{10}$

4. 0.101 §éÓ...Ôé ¡Ü...QÅ° §þÔé...Ôý ¡Ü...QÅV> Ðþ*Æýa...yþ.

¡ÜÐþ*§é¯þ...@

$(0.101)_2 = 1x2^{-1}+0x2^{-2}+1x10^{-3}$

$= \frac{1}{2}+0+\frac{1}{8}$

$= 0.5+0+0.25$

$= (0.625)_{10}$

5. 0.1100101 ° §þÔé...Ôé ¡Ü...QÅV> Ðþ*Æýa...yþ.

¡ÜÐþ*§é¯þ... @

$(0.1100101)2 = \frac{1}{2^1}+\frac{1}{2^2}+\frac{0}{2^3}+\frac{0}{2^4}+\frac{1}{2^5}+\frac{0}{2^6}+\frac{1}{2^7}$

$= \frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{0}{8}+\frac{0}{16}+\frac{1}{32}+\frac{0}{64}+\frac{1}{128}$

$= 0.5+0.25+0+0+0.3125+0+0.0078125$

$= 0.7890625$

$\therefore \quad (0.1100101)_2 = (0.7890625)_{10}$

6. $(110011)_2$ Äü $(101101)_2$ ° ÄüË¡³...yþ.

¦Üþ*§é¯þÐþ$$ @

Here 1 1 0 0 1 1

1 0 1 1 0 1

1 1 0 0 0 0 0

i) Ðþ$$§þsý Ñ>ËÐþ$, 1 + 1 = 0 & Ðé¦ßýÑü... 1.

ii) Æý...yþÐþ Ñ>ËÐþ$ 1 + 0 = 1 ©°° Ðþ$$§þsý Ñ>ËÐþ$ Äý$$ÑüP Ðé¦ßýÑü... 1 Ñü Ñü Í ¡³™þ 1 + 1 = 0 Ðé¦ßýÑü... 1.

iii) Ðþ$*yþÐþ Ñ>ËÐþ$ 0 + 1 = 1. ©°° Æý...yþÐþ Ñ>Ë... Äý$$ÑüP Ðé¦ßýÑü... 1 Ñü Ñü Í ¡³™þ 1 + 1 = 0 Ðé¦ßýÑü... 1.

iv) ¯éËÐþ Ñ>ËÐþ$ CÑüPyþ 0 + 1 = 1. ©°° Ðþ$*yþÐþ Ñ>ËÐþ$ Äý$$ÑüP Ðé¦ßýÑü... 1 Ñü Ñü Í ¡³™þ 1 + 1 = 0 Ðé¦ßýÑü... 1.

v) AÆý$$§þÐþ Ñ>ËÐþ$ 1 + 0 = 1. ©°° ¯éËÐþ Ñ>ËÐþ$ Äý$$ÑüP Ðé¦ßýÑü... 1 Ñü Í ¡³™þ 1 + 1 = 0 Ðé¦ßýÑü... 1.

7. §éÓ...Ôý ¦Ü...QÅË$ 110, 111 Ðþ$ÇÄý$$ 101Ë¯þ$ ÑüË¦³...yþ. Ðþ$*yþ$ ¦Ü...QÅË¯þ$ Ñü*yþÐþË¡Ü Ðþ¡Ü Ò$§þ r Æý...yþ$ Ñü*yþ B¡³¯þ Ðþ$*yþÐþ §é°° Ñü*yé Í.

110		1101
111		101
1101	ÐþÇÄý$$	10010

Ñ>ºsý ¡³ Ðþ$*yþ$ ¦Ü...QÅË Ðþ$$™þ... 10010.

8. $(0111)_2$ ¯þ$ $(1001)_2$ ¯þ$...yþ ¡ ¦ÜÐþÄý$$Ðþ$$.

¦Üþ*§é¯þÐþ$$@ 1001 Ðþ$$§þsý Ñ>ËÐþ$ 1 & 1 = 0

& 0111 Æý...yþÐþ Ñ>ËÐþ$ 0 & 1 = 0 A¦³š 1

0011 Ðþ$*yþÐþ Ñ>ËÐþ$ 1 & 1 = 0

¯éËÐþ Ñ>ËÐþ$ 0 & 0 = 0

14.8 ÝéÆ>...ÔýÐ¡þ$$@

1. Ñü...¦³NÅ r Æý ÑüÐþË... 0, 1 Ë™ø E¯þ² ¦Üþ*^éÆý... Vü$Ç¦Ü$...¨.

2. §éÓ...Ôé Ðþ*¯þ...ÌZ ¦Ü...QÅË$ 0, 1 Ñ>Ðþ#¯þ B§éÆý... 2.

3. §éÓ...Ôé Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ° ¦Ü...QÅË¯þ$ ¼sýÞ A...sêÆý$.

4. JÏü yþhsý Äý$$ÏüP Ýë¯þ ÑË$Ðþ §é° B§éÆÿ...ö³ Ýëi³„ü Ýë¯þ...ö³ B§éÆÿ¦³yþ$™þ$...¨.

5. Ôý¦ÙÐþ$$ Ôý*¯þÅ... AÄý$Å...™þ ÐþÆÿÏü$ C_a¯þ §þÔéÐþ*¯þ ¦Ü...QÅ¯þ$ 2 ^þ ¿êWÜ ¿êVü¦œÌêË¯þ$ ÐþÅ†ÆÿÏü...V> Vü$Ç¦Ü §éÓ...Ôý ¦Ü...QÅ Ðþ¦Ü$...¨.

6. JÏü §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ Äý$$ÏüP §þÔé...Ôý ¦Ü...RêÅ ÏÏ>ÐéË...sý §é° Ýë¯þ ÑË$ÐþË$ A°² Ïü*yé Í.

7. 1’s Ðþ$ÇÄý$$ 2’s ¦³§þ™þ$Ë §éÓÆ> §éÓ...Ôé Ðþ*¯þ...ÌZ ¡¦ÜÐþ™þË$ ^þÄý$Ðþ^þ$a¯þ$.

8. JÏü §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ Äý$$ÏüP 1’s ¦Ü...¦³NÆÿÏüÐþ$$Ë$ ÏÏ>ÐéË...sý §é° ¦Ü...¦³NÆÿÏüÐþ$$ÌZ° ¼sýÞÌZ° 0 Ë º§þ$Ë$ 1 Ë$ AÌêVü 1 º§þ$Ë$ 0 Ë$ {ÐéÄý* Í.

9. JÏü §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ Äý$$ÏüP2’s ¦Ü...¦³NÆÿÏüÐþ$$Ë$ ÏÏ>ÐéË...sý §é° 1’s ¦Ü...¦³NÆÿÏüÐþ$$ËÏü$ 1 ÏüË´ë Í.

14.9 Ðþ$$QÅ¦³§éË$@

yþhsý & ¼sý & B§éÆÿÐþ$$ & Ýë¯þ ÑË$Ðþ & §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ ÐþÅÐþ¦Ü & 1’s ¦Ü...¦³NÆÿÏü... & 2’s ¦Ü...¦³NÆÿÏü....

14.10 ¦ÜÓÄý$... ¦³ÇÖË™þ ¦ÜÐþ$¦ÜÅË$@

1. §éÓ...ÔéÐþ*¯þ... Ïü*yþÏüË$, ¡¦ÜÐþ™þË¯þ$ ™þW¯þ E§é¦ßýÆÿ×ýË™ø ^þÇa...yþ.

¦ÜÓËµ™þÆÿà {¦³Ôý²Ë$@

1. §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ ÐþÅÐþ¦Ü Vü*Ça {ÐéÄý$$Ðþ$$.

2. §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅ HÑ§þ...V> §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅV> Ðþ*Æÿ$™þ$...¨.

3. §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ HÑ§þ...V> §þÔé...Ôý ¦Ü...QÅV> Ðþ*Æÿ$™þ$...¨.

4. 1’s ¦Ü...¦³NÆÿÏü..., 2’s ¦Ü...¦³NÆÿÏüÐþ$$Ë$ & JÏü §éÓ...Ôý ¦Ü...QÅÏü °ÆÿÓ_...^þ...yþ.

Ýë¨...^þ° ¦ÜÐþ$¦ÜÅË$@

1. 576 Ïü §éÓ...Ôé ¦Ü...QÅ G...™þ?

[Ans: 1001000000]

[Hint: 576 = 512 + 64 = 2^9+2^6

$$=1\times 2^9+0\times 2^8+0\times 2^7+1\times 2^6+0\times 2^5+0\times 2^4+0\times 2^3+0\times 2^2+0\times 2^1+0\times 2^0$$]

2. 11111 Ïü §þÔé...ÔýÐþ*¯þ ¦Ü...QÅ G...™þ?

[Ans: 15]

[Hint: $1111 = 1\times 2^3 + 1\times 2^2 + 1\times 2^1 + 1\times 2^0$
$= 8 + 4 + 2 + 1$]

3. º$$ Í Äý$¯þ & Ñü {Ñü… ¨ ÑË$ÐþË™ø Ýë ¨ …^þ$Ðþ$$.

(i) A = 0, B = 0; (ii) A = 1, B = 0; (iii) A = 1, B = 1.

[Ans: (i) 0, (ii) 1, (iii) 1]

4. D {Ñü… ¨ Ðésý ° Ðþ * Æÿa…yþ.

(a) $1111 = \ldots\ldots\ldots_{10}$

(b) $10010.1011 = \ldots\ldots\ldots_2$

(c) $23_{10} = \ldots\ldots\ldots_2$

(d) $5.5_{10} = \ldots\ldots\ldots_2$

(e) $47.6_{10} = \ldots\ldots\ldots_2$

14.11 ´ëu¦ÿÅ¡ ³ #¦ÜÑ>Ë$@

1. yþh r Ìý GË{Ñ> ° ÑüÞ {¦ ³ ° Þ¦ ³ #ÌýÞ & Ðþ * Í Ó¯ø Ðþ$ÇÄý$$ Î ^þ

2. yþh r Ìý Ñü…¡ ³ NÅ r È GË{Ñ> ° ÑüÞ & BÌZ º Æÿ ´ëÌý Ðþ * Í Ó¯ø

3. »ý¦ÜÑü GË{Ñ> ° ÑüÞ & ¼.Äý$Ìý. †Æÿgê.

యూనిట్ – IV

పాఠం – 15

డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ – బేసిక్ లాజిక్ ద్వారములు

అభ్యాసము యొక్క ముఖ్య ఉద్దేశ్యము:

డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ అంటే ఏమిటి? బులియన్ బీజ గణితము – విభిన్న లాజిక్ ద్వారాలు – డీమార్గాన్ సూత్రాలు – విశ్వలాజిక్ ద్వారాల గురించి తెలుసుకొనుట.

అభ్యాస నిర్మాణము:

15.1 పరిచయము

15.2 బులియన్ బీజగణితము

15.3 ప్రాథమిక లాజిక్ ద్వారాలు

15.4 డీ మార్గాన్ సిద్ధాంతములు

15.5 విశ్వలాజిక్ ద్వారాలు

15.6 సారాంశము

15.7 ముఖ్య పదములు

15.8 స్వయం పరిశీలన ప్రశ్నలు

15.9 పాఠ్య పుస్తకాలు

15.1 పరిచయము:

డిజిటల్ అంటే స్పష్టమైన వస్తువులతో చెప్పటం, ఉదా: అక్షరములు, అంకెలు, పేళ్ళు, బొమ్మలు. వీటిని ఉపయోగించి ఒక పెద్ద సంఖ్యను సూచించవచ్చును. అనలాగ్ పద్ధతిలో నేరుగా భౌతిక రాశులను కొలవ వచ్చును. దూరములు, వొల్టులు, భ్రమణాలు మొదలగువాటిని అంటే భ్రమణాన్ని ఒక మీటర్‌పైన కొనవచ్చును. ఖచ్చితత్వ, తక్కువ ధర అన్ వాటి కారణంగా ఎక్కువగా మనం వీటిని వినియోగిస్తున్నాము. ఉదాహరణకు డిజిటల్ మల్టీమీటర్స్, డిజిటల్ సీక్వెన్సీ కౌంటర్స్, స్క్రూగేజ్, వెర్నియర్ కాలిపర్స్ మొదలగునవి.

సంఖ్యా వ్యవస్థలు చాలా ఉన్నప్పటికి మనం ద్వాంశా మానములోనే డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ చర్చిస్తాము. ఎక్కువ ఖచ్చితత్వం అనే కారణంగానే మనము చాల ఎలక్ట్రానిక్ వలయాలను డిజిటల్ వలయాలుగా మార్చము. కంప్యూటర్‌లో డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ ఎక్కువగా వాడుతున్నారు. కంప్యూటర్‌లో విషయము మొత్తని ద్వాంశామానంలో 0 లేదా 1 తో సూచిస్తారు. ద్వాంశా మానంలోని సంఖ్యలు (0,1) లను బిట్స్ అంటారు.

ప్రొగ్రామర్ విషయానికి అంతా ఇంగ్లీషులో కంప్యూటర్‌కి అందిస్తారు. ఉదాహరణకి addition ని ADD ని, Subtraction కి బదులు SUB. తదుపరి కంప్యూటర్ ఈ విషయాని ద్వాంశామానములోని సంఖ్యలు సహాయంతో డిజిటల్ వలయాలు మారుస్తాయి. దత్తాంశము అంతా కంప్యూటర్‌లలో 0, 1 లతో ఉండటం చేత, దినికి ఒక ప్రత్యేక లాజిక్ ను జార్జి బులతో ప్రతిపాదించడం వలన దీనిని బులియన్ బీజగణతము అంటారు.

డిజిటల్ వ్యవస్థలో నిర్గమము, నివేశములను 0, లేదా 1 ద్వారా సూచిస్తారు. వీటి మధ్య సంబంధం చెప్పటం కోసం స్విచ్చింగ్ బీజగణతము ఉపయోగిస్తారు. షానన్, టెలీకమ్యూనికేషన్స్‌లో దీనిని ఎక్కువగా ఉపయోగించాడు. ఈ బీజ గణితమును చాల తక్కువ అపరేటర్స్‌కు అనువర్తింపచేస్తారు. ఎలక్ట్రానిక్ వలయాలను ఈ ఆపరేటర్స్‌తో నిర్మించవచ్చును. ఒక వ్యవస్థకి కేవలం 2 స్థితులు ఉంటే దానిని ఈ బులియన్ లాజిక్‌లో చెప్పవచ్చును. ఒక సందర్భంలో ఇచ్చిన వాక్యము నిజము లేదా అనుబంధము అనే విషయాన్ని 1 లేదా 0 తో చూపించవచ్చును. దీనిని ధనాత్మక లాజిక్ అంటారు.

ధనాత్మక వోల్టేజిని 1 గాను శూన్య వోల్టేజిని 0 గాను లాజిక్ వలయాలలో సూచిస్తారు. వెలుగుతున్న బల్బు, ప్రవహిస్తున్న విద్యుత్, మొదలగువాటిని నిజ వాక్యములుగా భావించి 1తో సూచిస్తారు. వీటి సంపూరక సందర్భాలను 0 తో సూచిస్తారు. బులియన్ అపరేషన్స్ చేసే లాజిక్ వలయాలను ద్వారములు అంటారు. ద్వారము అంటే ఒకటి లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ నివేశములు కల్గి ఒకే ఒక నిర్గమ ఉన్న దానిని లాజిక్ ద్వారము అంటారు. ఈ ద్వారములు డయోడ్ లేదా ట్రాన్సిస్టర్స్ ఉపయోగించి నిర్మిస్తారు. రెండూ ఉపయోగించే వాటిని DTL లాజిక్ అని ఒక్క దానినే (ట్రాన్సిస్టర్) ఉపయోగిస్తే TTL అని అంటారు. DTL, TTL, ECL వంటి వాటిని ఉపయోగించటం వలన ఎలక్ట్రానిక్స్ వలయాలలో సంకేతిక విలువలు ఎక్కువ అవుతాయి. TTL లో +5V DC ని లాజిక్ 1 గాను 0 Volts ను లాజికంగా తీసుకుంటారు. ఈ అధ్యాయంలో బులియన్ బీజగణితం సహాయంతో లాజిక్ వలయాలు, ద్వారాలు మొదలగునవి చర్చిస్తాము.

15.2 బులియన్ బీజగణితము:

బులియన్ బీజగణితములో OR, AND మరియు NOT లు ముఖ్యమైనవి. వీటిలో +, . లేదా బబుల్ లేదా బార్ సింబల్స్ బులియన్ చరరాశులపై ఉంటాయి. నిజ జీవితంలో అనేక లాజిక్ ద్వారాలు కలుపుగా ఏర్పడిన వ్యవస్థ ప్రవర్తన విడివిడిగా ఉన్న లాజిక్ ద్వారాల స్థితులపై ఆధారపడుతుంది. దీనిని సత్యపట్టికలలో చూపిస్తారు. సత్య పట్టికలలో వేరు వేరు నివేశము విలువలకు ఆ వ్యవస్థ ఎలా పనిచేస్తుందో చూస్తారు. ఈ విషయం OR ద్వారము యొక్క సత్య పట్టిక ద్వారా తెలుస్తుంది. ఇక్కడ A B చరరాసులు ఉపయోగిస్తే $2^r = 4$ సందర్భములు 1 లేదా 0 తో ఏర్పడతాయి. Y = A + B. · బులియన్ సమీకరణం ఆధారంగా OR ద్వారం నిర్మించబడినది. బులియన్ బీజ గణతము ఉపయోగించి సంక్షిప్తమైన సూత్రములు కూడా నిరూపించవచ్చును. ఈ సూత్రాల నిరూపణకు సత్య పట్టికలో L.H.S. మరియు R.H.S. సమానం అనిచూపటము.

'OR' యొక్క సూత్రములు

1. $A + 0 = A$
2. $A + 1 = 1$
3. $A + A = A$
4. $A + \overline{A} = 1$

'AND' యొక్క సూత్రములు

5. $A . 0 = 0$
6. $A . 1 = A$
7. $A . A = A$
8. $A . \overline{A} = 0$

NOT యొక్క సూత్రములు

9. $\bar{0} = 1$
10. $\bar{1} = 0$
11. of $A = 0$ then $\overline{A} = 1$
12. of $A = 1$ then $\overline{A} = 0$
13. $\overline{\overline{A}} = A$

Commutative Laws

14. $A + B = B + A$
15. $A . B = B . A$

Associative Laws

16. $A + (B + C) = (A + B) + C$
17. $A .(B . C) = (A . B) . C$

Distributive Laws

18. $A . (B + C) = (A + B) . C$
19. $A + B . C = (A + B).(A + C)$

20. $A + \overline{A} B = A + B$
21. $A + AB = A$
22. $A (A + B) = A$
23. $A (\overline{A} + B) = AB$

24. $AB + A.B = A$

25. $(A + B)(A + B) = A$

26. $AB + AC = (A + C)(A + B)$

27. $(A + B)(A + C) = AC + AB$

28. $AB + AC + BC = AB + AC$

29. $(A + B)(A + C).(B + C) = (A + B)(A + C)$

30. $A + B + C = A.B.C.\cdots$ } డీ మార్గాన్ సూత్రాలు

31. $A.B.C. -- = A+\bar{B}+\bar{C}+\cdots$ }

15.3 లాజిక్ ద్వారములు:

బులియన్ సూత్రాలు సహాయంతో వీటిని అర్థం చేసుకొనవచ్చును. ఒక లాజిక్ ద్వారమునకు ఒకటి లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ నివేశములు ఒకే నిర్గమము ఉంటాయి. ఇవి OR, AND మరియు NOT.

15.3.1 : OR ద్వారము:

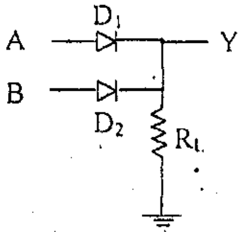
ఒక OR ద్వారమునకు రెండు లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ నివేశనములు ఉంటాయి. ఒకే ఒక్క నిర్గమము ఉంటుంది. నివేశములు ఎక్కువ గా ఉంటే నిర్గమములు కూడా ఎక్కువగా ఉంటాయి.

బులియన్ బీజ గణితం ప్రకారం $Y = A + B$

(Y అనేది A లేదా B కి సమానము)

పటము 14.1 లో OR ద్వారము దీని సత్య పట్టిక ఇవ్వబడినది.

A, B లలో ఏ ఒక్కటి అయిన, లేదా రెండు అయిన గరిష్ఠ (+5V) అయితే లోడ్ నిరోధం R_L ద్వారా విద్యుత్ ప్రవహిస్తుంది. ఫలితంగా నిర్గమము Y ఉంటుంది. OR ద్వారమునకు నివేశనము 1 నుండి n దాక ఉండవచ్చును. ఉదాహరణకు 2 నివేశనముల OR ద్వారము 3 నివేశనముల OR ద్వారంగా ఉపయోగించవచ్చును. పటము (15.2)



Circuit of OR gate

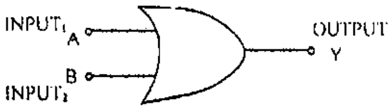
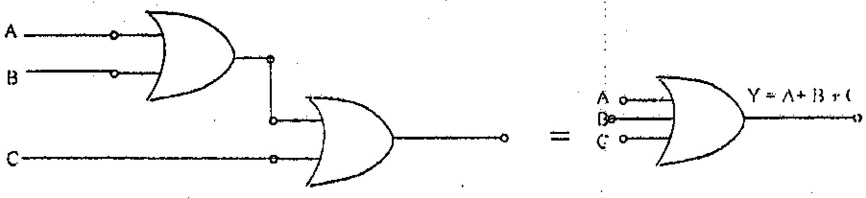


Fig 15.1 Logic Symbol of OR gate

TURTH TABLE

Input		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Truth table



పటం 15.2

పటము 15.2 లో 2 రెండు నివేశనముల OR ద్వారములు కలుపగా ఒక 3 నివేశముల OR ద్వారము ఏర్పడినది.

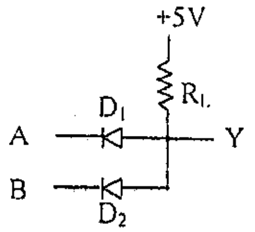
15.1 పటములో OR ద్వారము వలయం డయోడ్ మరియు నిరోధములలో నిర్మించబడినది. దీనినే ట్రాన్సిస్టరులతో నిర్మించవచ్చును (TTL). ఖరీదు పరిమాణము సామర్ధ్యం దృష్ట్యా ఈ లాజిక్ వలయాలు అన్ని IC లు గా లభిస్తున్నాయి.

పటము 15.2 లో 2 – రెండు నివేశనముల OR ద్వారములు కలుపగా ఒక 3 నివేశనముల OR ద్వారము ఏర్పడినది.

15.1 పటములో OR ద్వారము వలయం డయోడ్ మరియు నిరోధములలో నిర్మించబడినది. దీనినే ట్రాన్సిష్టర్‌లతో నిర్మించవచ్చును (TTL). ఖరీదు పరిమాణము సామర్ధ్యం దృష్ట్యా ఈ లాజిక్ వలయాలు అన్ని IC లు గా లభిస్తున్నాయి. IC7432 అనేది 2 – రెండు నివేశనముల OR ద్వారము, 74LS32 మరియు 74HS32 అల్ప, అధిక సామర్ధ్యం గల OR ద్వారములు.

15.3.2 AND ద్వారము:

రెండు అంతకన్న ఎక్కువగా నివేశనములు కల్గి ఒకే నిర్గమము కల్గిన ద్వారము. అన్ని నివేశనములు అధికమైతే, నిర్గమము కూడా అధికము అవుతుంది. బులియన్ బీజగణితము ప్రకారము Y=A.B (Y అనేది A మరియు B). 15.3 పటములో AND ద్వారము, సత్య పట్టికలు ఇవ్వబడినది. ఒకటి లేదా రెండు నివేశనములు శూన్యము అయితే నిర్గమము కూడా శూన్యం అవుతుంది. కారణం రెండు డయోడ్‌లు పురోశక్మము చేయబడతాయి.



Circuit of AND gate

TURTH TABLE

Input		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

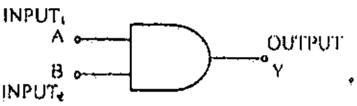


Fig 15.3 Logic Symbol of AND gate

Fig. 15.3. AND ద్వారము యొక్క వలయం. లాజిక్ గుర్తు. A, B లు రెండు అధికంగా (+5V) అయితే నిర్గమము Y కూడా 5V అవుతుంది కారణం డయోడ్‌లు పురోశక్మము చేయబడతాయి. OR ద్వారాలను ఉపయోగించి 3 నివేశనములు లేదా n - నివేశనములు కల్గిన AND ద్వారము తయారు చేయవచ్చును. దీనిని పటము 15.4లో చూపడవచ్చును.

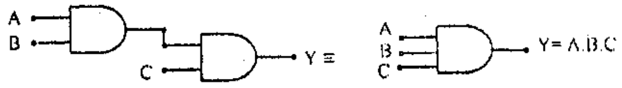


Fig 15.4

IC 7408/74LS08 అనేది ఒక క్వాడ్ రెండు నివేశనముల AND ద్వారము అదే IC7411 అనేది 3 నివేశనముల AND ద్వారము IC.

15.3.3 NOT ద్వారవు (ఇవ్వర్ట్‌ర్ ద్వారవు)

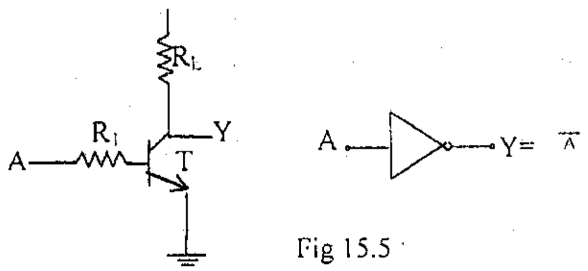


Fig 15.5

TRUTH TABLE

Input A	Output Y
0	1
1	0

NOT లేదా ఇన్వర్టర్ ద్వారము అనేది ఒక నివేశనము ఒక నిర్గమము కల్గి ఉంటుంది. నిర్గమము స్థితి ఎప్పుడు నివేశనమునకు వ్యతిరేకంగా ఉంటుంది. బులియన్ బీజ గణితం ప్రకారం Y = A (Y అనేది A యొక్క సంపూరకం పటము 15.5 లో లాజిక్ ద్వారము, సత్య పట్టిక ఇవ్వబడినది.

పై వలయంలో ట్రాన్సిస్టర్ వహన స్థితి లేదా కటాప్ స్థితిలో ఉన్నది. నివేశనము +5V అధిక స్థితిలో ఉంచినపుడు నిర్గమము దగ్గర 'O' ఏర్పడుతుంది. ఒక బఫర్‌లో రెండు NOT ద్వారములు పటము 15.6 లో చూపినట్లు ఉంటాయి.

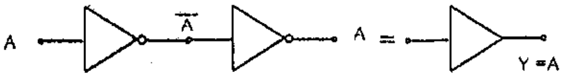
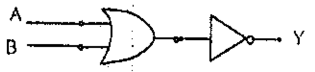


Fig 15.6 Two NOT gates connected to form a buffer, logic symbol of buffer and truth table

TRUTH TABLE

Input A	Output Y
0	0
1	1

Fig. 15.6 రెండు NOT ద్వారములు కలుపుగా ఏర్పడిన Buffer - లాజిక్ సింబల్ – సత్య పట్టిక విద్యుత్ పరంగా బఫర్స్ చాల ఉపయోగపడుతాయి. అవి యదార్ధ సంజ్ఞా యొక్క మార్పు లేకుండా దాని శక్తిని పెంచుతాయి. సంజ్ఞ శక్తి తగ్గుదల వల్ల కలిగే లాజిక్ తప్పిదమును దీని ద్వారా అరికట్టవచ్చును. Tri-State బఫర్‌లులలో నిర్గమము 0 లేదా 1 లేదా Tri-State. మైక్రోప్రాసెసర్స్ మరియు మెమోరీలలో ఇటువంటి వాటిని వాడతారు.



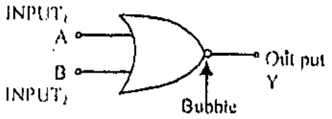


Fig 15.7

TRUTH TABLE

Input		Output
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

ఎక్కువ బులియన్ ప్రమేయాలు ఏర్పర్చుటకు ఈ లాజిక్ వలయలలో ఎక్కువ లాజిక్ ద్వారాలు నిర్మిస్తారు. NOR ద్వారము పరిశీలిస్తే ఒకే ఒక నిర్గమన అనేక నివేశనములు (రెండు అతకన్న ఎక్కువ) ఉంటాయి. అన్ని నివేశన తక్కువగా ఉంటే నిర్గమము అధికంగా ఉంటుంది.

$$Y = \overline{A + B}$$

(Y అనేది A యొక్క NOT లేదా B యొక్క NOT).

NOR ద్వారము పొందుటకు OR ద్వారమును NOT ద్వారముతో పటము 15.7 లో చూపినట్లు కలుపుతారు. 3–నివేశనములు కల్గిన NOR ద్వారమునకు $Y = \overline{A + B + C}$. IC 7402 అనేది 2–నివేశము W. IC 7427 అనేది 3 – నివేశనములు కల్గిన NOR ద్వారములు.

15.3.5 NAND ద్వారము:

ఒక NAND ద్వారమునకు 2 లేదా ఎక్కువ నివేశనములు ఒక నిర్గమము ఉంటుంది. అన్ని నివేశనములు అధికం అయితే నిర్గమము అల్పం అవుతుంది. $Y = \overline{A.B}$ (Y అనేది A మరియు B యొక్క NOT). దీనినే Boolean expression అంటారు.

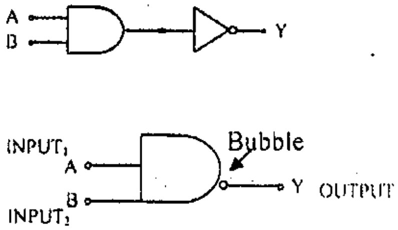


Fig 15.8 Logic Symbol of NAND gate

TRUTH TABLE

Input		Output
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3 – నివేశనములు, 4 – నివేశనములు కల్గిన NAND ద్వారము $Y = \overline{ABC}$ మరియు $Y = \overline{ABCD}$.

IC 7400 అనే 2 – నివేశనములు కల్గిన 4 NAND ద్వారములు.

IC 7410 అనేది 3 – నివేశనము కల్గిన 3 NAND ద్వారములు.

15.3.6 Ex-OR- ద్వారవు : ఒక OR ద్వారవు ఒకటి అంతకన్న ఎక్కువ 1's లను గుర్తిస్తుంది. Exclusive-OR ద్వారము 1's యొక్క బేసి సంఖ్యల గుర్తిస్తుంది.

Ex-OR ద్వారము $Y = A\overline{B} + \overline{A}B = A \oplus B$ (Y అనేది Ex-OR B కి సమానము). దీని లాజిక్ సింబల్, పటము, సత్యపట్టిక పటము 15.9 లో చూపబడినది.

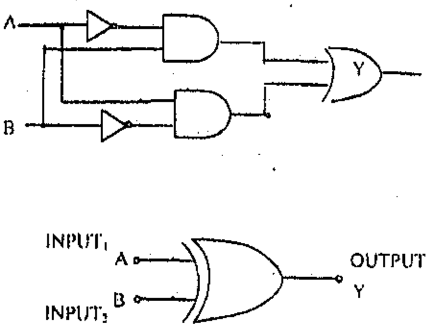


Fig 15.9 Logic Symbol of EX-OR gate

TRUTH TABLE

Input		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Fig 15.9 లాజిక్ సింబల్ - Ex-OR ద్వారము. నివేశనములు AB లు గరిష్ట అయిన కనిష్ట అయిన AND ద్వారము యొక్క నిర్గమము కనిష్టం అయి, తుది నిర్గమము శూన్యం అవుతుంది. AB లలో ఏ ఒక్కటి అయిన గరిష్టం అయితే నిర్గమము కూడా గరిష్టం అవుతుంది. దీనిని సత్య పట్టికలో చూపినాము. IC 7486 అనేది Ex-OR ద్వారము యొక్క IC అవుతుంది.

ట్రాన్సిస్టర్ OR - ద్వారము :

పటము 15.10 లో ట్రాన్సిస్టర్ OR ద్వారము చూపినారు. ఇది 3 ట్రాన్సిస్టర్స్ Q_1 Q_2 Q_3 లను కల్గి ఉండి సప్లై V_{cc} = Volt లు కల్గి ఉంటుంది.

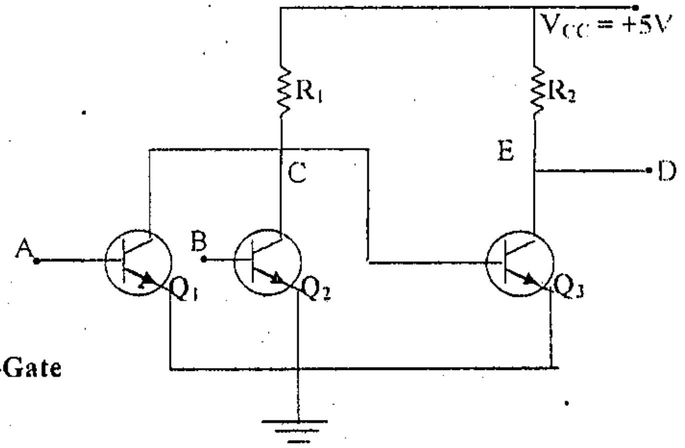


Fig 15.10: Transistor OR-Gate

పటము 15.10 ట్రాన్సిస్టర్ OR ద్వారము

1.If A = 5V i.e. +5V అనేది A కి అనువర్తింప చేస్తే, Q_1 అనేది పురోశక్మం లో ఉంటుంది. అందుచేత అది వాహకం వలె పని చేస్తుంది. Q_1 సంతృప్తి పొందినపుడు మొత్తం V_{cc} = 5V R_1 వద్ద drop అవుతుంది. ఫలితంగా C భూమితో సంధానం అవుతుంది. అంటే దాని పొటెన్షియల్ = OV. అందువలన Q_3 కటాఫ్‌లోనికిపోయి D అనేది V_{cc} = 5 Volt అవుతుంది.

2. B=5V అయితే, Q_2 పురోశక్మము అయి అది విద్యుత్‌ని ప్రవహింపచేస్తుంది. అది C ని భూమితో అనుసంధానం చేస్తుంది. C=OV అవుతుంది. అంటే Q_3 పురోశక్మములో ఉండదు. Q_3 కటాఫ్‌లోనికి పోతే D అనేది తిరిగి V_{cc} = 5V అవుతుంది.

3. A = 0 Volts, B = 0 Volts అంటే A మరియు B లు భూమికి సంధానం చేస్తారు. అంటే Q_1 మరియు Q_2 లు రెండు Cutoff అవుతాయి. Q_3 పురో శక్మంలో ఉండి వాహకంగా పనిచేస్తుంది. ఇది E ని ప్రేరేపింపి చేసి D ని భూమికి సంధానం చేస్తుంది. అంటే నిర్గమము విలువ O Volt.

ట్రాన్సిస్టర్ AND ద్వారము :

పటము 15.11లో ట్రాన్సిస్టర్ AND వలయంలో Q_1 Q_2 Q_3 లు ట్రాన్సిస్టర్స్ అవి అన్ని ఒకే సప్లయి $5V = V_{CC}$ తో సంధానము చేయబడ్డాయి. సప్లయి వోల్టేజి A = B = 5V అయితే Q_1 Q_2 లు వాహకాలుగా పనిచేస్తాయి. ఫలితంగా సప్లయి వోల్టేజి +5V అనేది R_1 వద్ద drop అవుతుంది. అది C ని ప్రేరిపింపటం చేత ట్రాన్సిస్టర్ Q_3 అనేది భూమికి అంటే O Volt అవుతుంది. అందుచేత ట్రాన్సిస్టర్ Q_3 కటాఫ్ అయి D అనేది సప్లయి వోల్టేజి +5V అవుతుంది. అంటే A, B ల వద్ద నివేశనములు ఉంటే C వద్ద నిర్గమము ఉంటుంది.

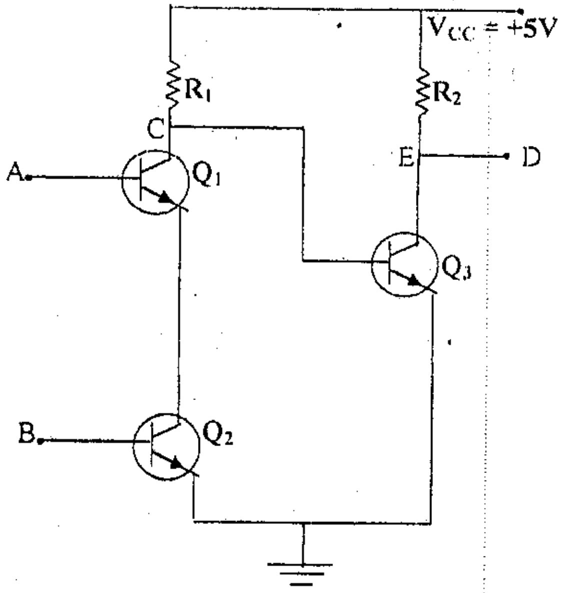


Fig 15.11 : Transistor AND - Gate

Fig 15.11 ట్రాన్సిస్టర్ AND ద్వారము. A = 0 అయిన B = 0 అయిన Q_1 లేదా Q_2 లు కటాఫ్ అయి R_1 వద్ద వోల్టేజి డ్రాఫ్ ఉండదు. అందువలన బిందువు C వద్ద +5V. ఫలితంగా Q_3 గుండా ప్రవాహం జరిగి మొత్తం V_{CC} విలువ R_2 దగ్గర డ్రాప్ అవుతుంది. ఇది E ని ప్రేరేపింపచేసి D ని భూమితో సంధానం చేయటం వలన 0 Volt అవుతుంది.

15.4 డీ – మార్గాన్ సూత్రములు :

బులియన్ బీజ గణితమును బుతే తరువాత డీ మార్గాన్ అభివృద్ధి పరచి రెండు సిద్ధాంతములు ప్రతిపాదించాడు.

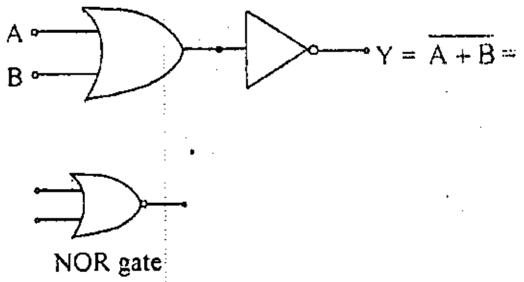
15.4.1 డీ మార్గాన్ మొదటి సిద్ధాంతము:

ప్రతిపాదన: $\overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$

రెండు చరరాశులు సంపూరకం మొత్తం వాటి సంపూరకముల గుణ లబ్దమునకు సమానము.

నిరూపణ : సత్య పట్టికల సహాయంతో పై సమీకరణ ఎడమ, కుడివైపు పరిశీలించి చివరకు ఎ.చే.పై = కు.చే.పై అని ఋజువుచేస్తాం. ఎ.చే.పై $\overline{A+B}$. 2 – నివేశముల OR ద్వారము ఒక 15.12 లో సత్య పట్టికలను పరిశీలిద్దాం. ఇదేవిధంగా కు.చే.పై $\overline{A.B}$. A, B లు AND ద్వారమును చేరకముందు వాటిని విలోమములు పటము 15.13లో చూపినట్లు చేస్తాము. దానిని సత్య పట్టికను పరిశీలిద్దాము. ఈ రెండు సత్యపట్టికల నుండి ఎ.చే.పై=కు.చే.పై అని ఋజువు చేయబడింది. కాబట్టి డీ మార్గాన్ మొదటి సిద్ధాంతం నిరూపించబడినది.

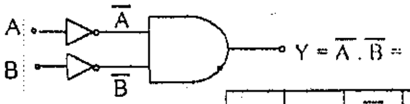
LHS = $\overline{A+B}$



A	B	A+B	$\overline{A+B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

Fig 15.12

R.H.S = $\overline{A.B}$



A	B	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A}.\overline{B}$
0	0	1	1	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	0
1	1	0	0	0

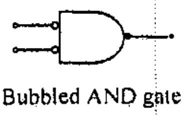


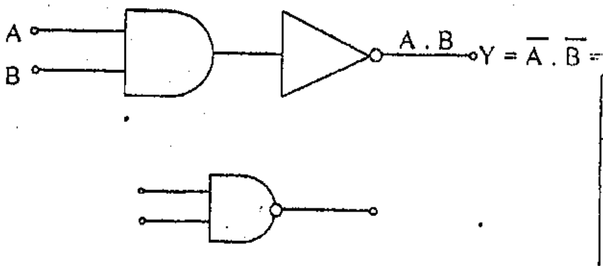
Fig 15.13

15.4.2 : డీ మార్గాన్ రెండవ సిద్ధాంతము:

$$\overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$$

ప్రతిపాదన : రెండు చరరాల సంపూరకాల లబ్దము వాటి మొత్తం సంపూరకమునకు సమానము.

నిరూపణ : ఎ.చె.పై. పటములో చూపినట్లు 2 – నివేశనములు కల్గిన AND ద్వారమును NOT ద్వారముతో అనుసంధానం చేయటం వలన NAND వలయం పటము 15.14 లో చూపినట్లు ఏర్పడుతుంది.

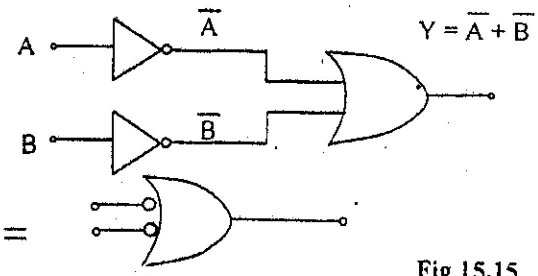


NAND gate

A	B	A . B	$\overline{A . B}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Fig 15.14

కు.చె.పై. సమీకరణము కు, ఒక OR ద్వారము మరియు 2 NOT ద్వారములు కలిపితే పటము 15.15లో చూపినట్లు ఉంటుంది.



(Bubbled OR gate)

Fig 15.15

A	B	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A}+\overline{B}$
0	0	1	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	1
1	1	0	0	0

పై రెండు పట్టికలు పోల్చగా ఎ.చే.పై : కు.చే.పై అని నిర్ధారణ అవుతుంది. అంటే డీ మార్గాన్ సిద్ధాంతం నిరూపించబడింది.

15.5 యూనివర్సల్ (విశ్వ జననీయం) లాజిక్ ద్వారములు :

NAND మరియు NOR లాజిక్ ద్వారములను యూనివర్సల్ లాజిక్ ద్వారములు అంటారు. కారణం

వీటిని వాడి ఇతర లాజిక్ ద్వారములు AND, OR, NOT, EX-OR తయారు చేయవచ్చును. మరియు ఇతర బులియన్ ప్రమేయాలను పరిశీలించవచ్చును.

(i) NOT **ద్వారము :** పటము 15.16 లో వచ్చిన NAND ద్వారము సత్యపట్టిక నుండి తెలిసేది ఏమిటి అంటే A = B = 0 అయితే నిర్గమము 1 అలాగే A = B = 1 అయితే నిర్గమము 0 అవుతుంది.

పటం 15.16లో NOT ద్వారము చూపబడినది.

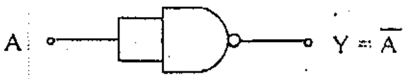


Fig 15.16

(ii) AND **ద్వారము :** NAND ద్వారమునకు బులియన్ ప్రమేయం –. అందువలన మొదటి NAND ద్వారము యొక్క నిర్గమము పటము 15.17 లో చూపినట్లు – అలాగే రెండవ NAND ద్వారము సాధారణమైన NOT ద్వారము. ఫలితంగా ఈ వలయం ఒక AND ద్వారము సూచిస్తుంది.

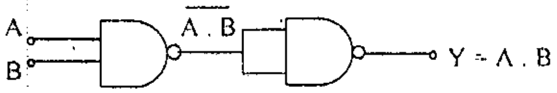


Fig 15.17

(iii) OR **ద్వారము :** పటము 15.16 చూపినట్లు రెండు NOT ద్వారములు – మరియు – నిర్గమములు చూపిస్తాయి. ఇవి రెండు రెండవ NAND ద్వారము యొక్క నివేశనములు. అంటే రెండవ NAND ద్వారము ఇచ్చే నిర్గమములు –. ఫలితంగా డీ – మార్గాన్ రెండవ సూత్రమును – ను – గా – గా వ్రాయవచ్చును. పటము 15.18 లో OR ద్వారము యొక్క నిర్గమమును చూపిస్తుంది.

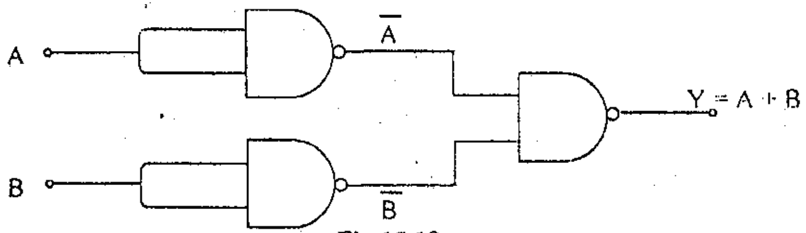


Fig 15.18

iv) NOR **ద్వారము :** పటము 15.18 లో చూపిన OR ద్వారమునకు మరొక NOT ద్వారమును కలిపితే NOR ద్వారము ఏర్పడుతుంది. దీని పటము 15.19లో చూపినాము.

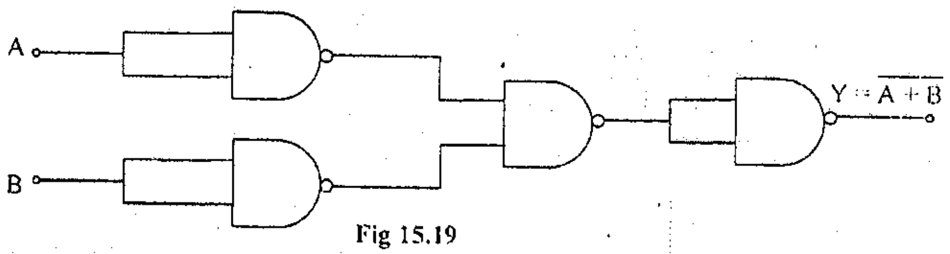


Fig 15.19

(iv) Ex-OR **ద్వారము :** NAND ద్వారములను మాత్రమే ఉపయోగించి Ex-OR లాజిక్ ద్వారము ఏర్పడుతుంది. బులియన్ ప్రమేయాలను అనేక రకాలుగా చూపించటం వలన అనేక వలయాలు తయారు చేయవచ్చును. పటము 15.20లో NAND ద్వారములతో Ex-OR వలయం నిర్మించినాము.

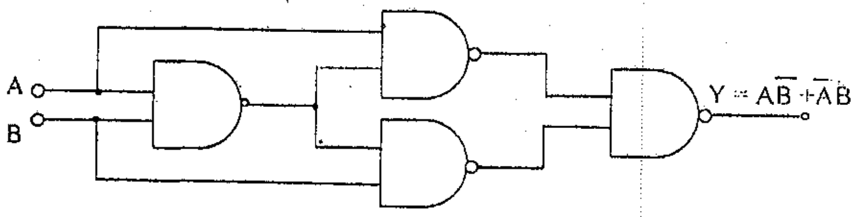


Fig 15.20

15.5.2 ఇతర లాజిక్ ద్వారములు కేవలం NOR ద్వారములతో

1. NOT **ద్వారము**

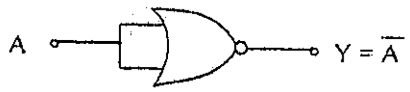


Fig 15.21

2. OR **ద్వారము**

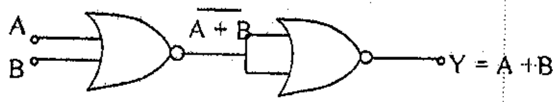


Fig 15.22

3. AND **ద్వారము**

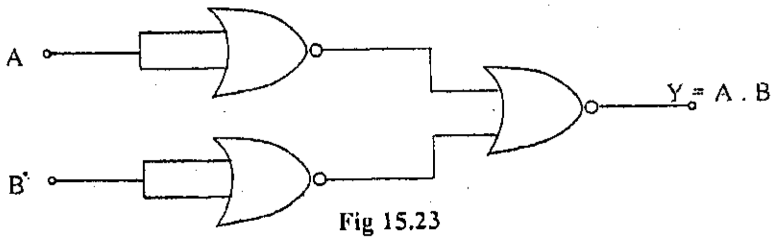


Fig 15.23

4. NAND **ద్వారము**

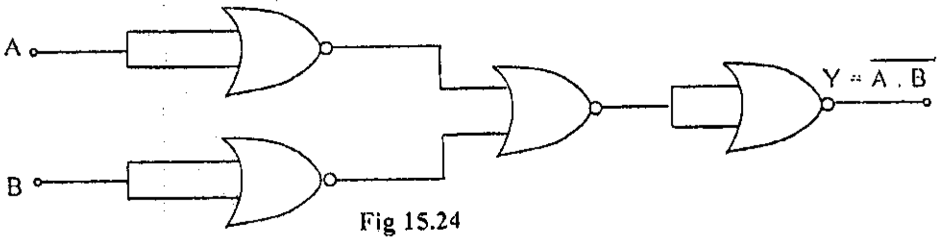


Fig 15.24

vi) Ex-OR **ద్వారము**

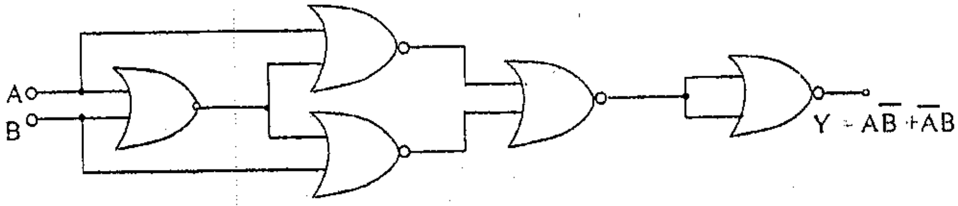


Fig 15.25

అనేక సంకేతిక పరిజ్ఞానములు ఉన్నప్పటికీ, ట్రాన్సిష్టర్ - ట్రాన్సిష్టర్ లాజిక్ వలయాలు ఎక్కువగా వాడతారు. వీటిలో లాజిక్ 1 ని +5V DC గాను లాజిక్ 0 ను OVDC గాను సూచిస్తారు. ఇతర లాజిక్ ద్వారములు TTL లాజిక్ ద్వారములు వాడతారు.

ఒక లాజిక్ వలయాన్ని మరొక లాజిక్ వలయానికి కలిపినపుడు దాని స్థితిని బట్టి విద్యుత్‌లోని సప్లయి చేయవచ్చు లేదా తీసుకొనవచ్చును. విద్యుత్‌ని తీసుకోవడం సింకింగ్ అని ఇవ్వటానికి సోర్సింగ్ అని అంటారు. ఒక వలయ సామర్ధ్యం అది ఇచ్చే సింకింగ్ లేదా సోర్సింగ్ పై ఆధారపడుతుంది. అంటే ఎన్ని లాజిక్ ద్వారములు కలవుబడినవి లేదా ఎన్ని లాజిక్ ద్వారములు బయటకు లాగబడినవి అనే అంశంపై ఆధారపడుతుంది. ప్రతి

పొందించిన TTL ఫాన్ - బయటకి 10. లాజిక్ ద్వారములు స్థితి 0 నుండి 1 కి లేదా 1 నుండి 0 కి త్వరగా మారతాయి. అదే ఎలక్ట్రానిక్ వలయాలలో కాలముతోపాటు ప్రసరణ కాలము అంటే నివేశనము నుండి నిర్గమమునకు పట్టికాలం మారుతుంది. ఫలితంగా సంజ్ఞ యొక్క పరిమితి తగ్గుతుంది. ఒక స్టాండర్డ్ TTL కి లాజిక్ 1 సంజ్ఞ కంపన పరిమితి 2.4VDC కన్న తక్కువ అయితే దానిని లాజిక్ 1గా గుర్తించరు. ఇదేవిధంగా లాజిక్ 0 కి సంజ్ఞకంపన పరిమితి 0.4V DC కన్న ఎక్కువ అయితే లాజిక్ 0 గా గుర్తించరు. దీని వలన లాజిక్ వలయాలు ఫైల్ అవుతారు. కావున లాజిక్ ద్వారములను బఫర్ చేసినట్లయితే అవి TTL సిగ్నల్ స్థాయిలను తిరిగి యదార్థ స్థితికి తీసుకొని వస్తాయి. ఒక సిగ్నలోను ప్రసరించేటప్పుడు అనేక డిస్టార్షన్స్ (ఇబ్బందులు) ఏర్పడతాయి. నివేశనము తరంగ స్వభావంతో సంబంధం లేకుండా స్కిమ్మిట్ ట్రిగ్గర్ వలయాలు దీర్ఘ చతురస్ర తరంగాలు ఉత్పత్తి చేస్తాయి.

15.6 సారాంశము:

డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ ముఖ్యం ద్వాంశమాన సంఖ్యలతో పనిచేస్తుంది. దీని ఆధారం 2. దాని సంఖ్యలు 0, 1. ఎంత పెద్ద సంఖ్యనైన 0 లేదా 1 తో సూచించాలి. ధనాత్మక లాజిక్ వ్యవస్థలో 1 కంటె అధిక ధనాత్మక సిగ్నలో అని 0 అంటె తక్కువ ధనాత్మక సిగ్నలో అని అర్థము. డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ ఎక్కువగా బులియన్ బీజగణితం, లాజిక్ ద్వారములపై ఆధారపడుతుంది. వీటిని ఉపయోగించి బిట్ వలయాలు తయారుచేసి సంక్షిప్త పనులను చేయవచ్చును. ఈ ద్వారములు సాధారణముగా 2 నివేశములు ఒక నిర్గమము ఉంటుంది. NOT, OR మరియు AND అనే లాజిక్ ద్వారములు ఉపయోగించి అత్యధిక లాజిక్ వలయాలు నిర్మించవచ్చును. అర్ధవాహకాలతో నిర్మితిమైన శాస్త్ర పరిజ్ఞానము NAND, NOR లను ఉపయోగించి ఇతర లాజిక్ ద్వారములు నిర్మించవచ్చును. ఈ కారణము చేతనే ఈ రెండింటిని విశ్వ లాజిక్ ద్వారాలు అంటారు.

డీ మార్గాన్ సిద్ధాంతము (మొదటిది) NOR ద్వారము బబుల్ చేసిన నివేశన AND ద్వారములు రెండూ ఒక్కటే అని తెలియజేస్తుంది. అదేవిధంగా రెండవ సిద్ధాంతం NAND ద్వారము, బబుల్ చేసిన నివేశన OR ద్వారము సమానం అని తెలియజేస్తుంది. బులియన్ ప్రమేయాలతో లాజిక్ ద్వారములు అలాగా లాజిక్ ద్వారములతో బులియన్ ప్రమేయాలు తయారు చేయవచ్చును. లాజిక్ ద్వారములు సహాయంతో TTL, NMOS మరియు CMOS వంటి అర్ధవాహక సాంకేతిక పరికరములు తయారు చేయవచ్చును. ప్రతి సాంకేతిక పరిజ్ఞానమునకు ఎంతో ఉపయోగం ఉంటుంది.

15.7 ముఖ్య పదములు:

1. **ద్వారము :** ఒక ఎలక్ట్రానిక్ వలయానికి ఒకే నిర్గమము రెండు అంత కన్న ఎక్కువ నివేశనములు ఉంటాయి.0

2. **లాజిక్ ద్వారము :** ఈ ద్వారములు మనిషి యొక్క తెలివి తేటలకి ఉత్ప్రేరకాలుగా ఉంటాయి.

3. **విశ్వ ద్వారములు :** వీటిని వాడి ఇతర లాజిక్ ద్వారములు తయారుచేయవచ్చును. (ఉదా. NAND, NOR)

4. **బులియన్ బీజగణితము :** 0, 1 లను వాడే ఆధునిక బీజగణితము.

5. Complement : ఒక ఇన్వర్టర్ ద్వారము యొక్క నిర్గమము

6. **సత్య పట్టికలు :** ఏ పట్టిక అయితే నిర్గమము, నివేశనముల విలువలు సూచిస్తుందో దానిని సత్య పట్టి అంటారు.

7. పదము : దత్తాంశం తెలియ చేసే అనేక బిట్‌ల కలయిక

8. ఫాన్ – ఇన్ : ఒక లాజిక్ ద్వారమునకు వాడే గరిష్ట నివేశనముల సంఖ్య

9. ఫాన్ – అవుట్ : ఒక లాజిక్ ద్వారము నుండి బయటకు లాగగలిగే గరిష్ట నివేశనముల సంఖ్య.

15.8 స్వయం పరిశీలన ప్రశ్నలు :

వ్యాసపములు :

1. బులియన్ బీజ గణితములోని ప్రాథమిక సూత్రాలు తెలియచేయండి.

2. బులియన్ బీజగణితం సహాయంతో $Y=(A+B)(A+\overline{B})(\overline{A}+\overline{B})$ సూక్ష్మీకరించండి.

3. $\overline{A+B+C+D}=\bar{A}\,\bar{B}\,\bar{C}\,\bar{D}$ అని నిరూపించండి.

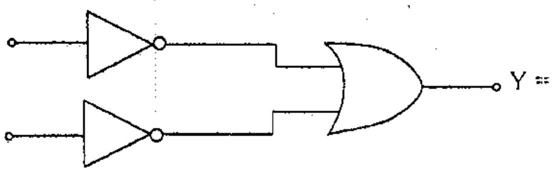
లఘు సమస్యలు:

1. డీ మార్గాన్ సిద్ధాంతాలు ఋజువు చేయండి.

2. 3 – నివేశనములు కల్గిన Ex-OR ద్వారము యొక్క సత్యపట్టీ వ్రాయండి.

3. 4 – నవేశనములు కల్గిన NOR ద్వారము యొక్క సత్యపట్టీలో వ్రాయండి.

4. ఇచ్చిన పటమునకు బులియన్ సమీకరణం ఏమి?



5. ఇచ్చిన బులియన్ ప్రమేయాల సహాయంతో లాజిక్ వలయాలు నిర్మించండి.

(i) $Y = A.B + B.C + \overline{A.C}$

(ii) $Y = A.B.C + \overline{A.B} + \overline{B.C}$

(iii) $Y = \overline{(A+C+B)}\cdot\overline{(ACB)}$

6. డీ మార్గాన్ సూత్రములు ఈ క్రింది సమీకరణాలకు అనువర్తింప చేయండి.

$$\overline{(A+B)B}\ ,\ \overline{(A+B).\overline{C}}\ ,\ \left(\overline{A.B}+\overline{C.D}\right)$$

15.9 పాఠపుస్తకములు:

1. Integrated Electronics by Millman and Halkias

2. Principles of Digital Electronics by Malvino and Leach

3. Basic Electronics and Linear Circuits - Bhargava etc

రిఫరెన్స్ పుస్తకాలు:

1. Electronics fundamentals by JD Ryder

2. Digital Electronics by William H.Gothman

3. Principles of Digital Electronics – Malvino & Leach (Tata McGraw Hill Publishers)

4. Digital Computer Electronics – Albert Paul Malvino. (Tata - McGraw Hill publishers)

యూనిట్ – IV

పాఠం – 16

డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ – అర్థమెటిక్ వలయాలు

అభ్యాసము యొక్క ముఖ్య ఉద్దేశ్యము:

ద్వాంశా మానములో కూడికలను తెలుసుకొని విభిన్న లాజిక్ వలయాలు ఉదాహరణకు యాటర్స్, డీ కోడర్స్, డీ–మల్టిప్లెక్సర్స్, డాటా సెలక్టర్స్, మల్టీప్లెక్సర్ గురించి తెలుసుకొనుట:

అభ్యాస నిర్మాణము:

16.1 పరిచయము

16.2 Haff adder

16.3 Full adder

16.4 బైనరీ పారలలో యాడర్స్

16.5 సారాంశము

16.6 ముఖ్యపదములు

16.7 స్వయం పరిశీలన ప్రశ్నలు

16.8 పాఠ్య పుస్తకములు

16.1 పరిచయము:

ప్రాథమిక లాజిక్ ద్వారములు డిజిటల్ కంప్యూటర్స్‌కు చాల ముఖ్యమైన సాధనములు. డిజిటల్ వలయాలన్నీ కూడా బులియన్ బీజ గణితం ఆధారంగా పనిచేసే ఎలక్ట్రానిక్స్ వలయాలను లాజిక్ ద్వారాలు అంటారు. విభిన్న లాజిక్ ద్వారాలను కలిపితే సంక్లిష్ట లాజిక్ ద్వారాలు అంటారు. విభిన్న లాజిక్ ద్వారాలను కలిపితే సంక్లిష్ట లాజిక్ ప్రక్రియ జరుగుతుంది. లాజిక్ ద్వారాలను ముఖ్యంగా రెండు తరగతులుగా విభజించవచ్చును. అవి (1) సంయోగ లాజిక్ ద్వారాలు (2) పారంపరిక లాజిక్ ద్వారాలు. కాలమును ప్రామాణికంగా తీసుకొని పనిచేయు లాజిక్ ద్వారాలను పారం పరిక లాజిక్ ద్వారము అంటారు. ఈ అభ్యాసములో కొన్ని సంయోగ లాజిక్ ద్వారాలను గూర్చి తెలుసుకుందాము.

కోడ్ మరియు డీ కోడ్ చేయడానికి బైనరీ కోడ్స్ వాడతారు. అందులో ముఖ్యమైన 0, మరియు 1. కేవలం కోడ్ చేయడం కాకుండా అవసరమైన చోట డీకోడ్ చేయాలి.

విభిన్న మార్గాలలో వచ్చే విషయాలన్నింటిని ఒకే ఛానల్‌కు అనుసంధానము చేయు దానిని మల్టీప్లెక్సింగ్

అంటారు. అదీ ఒకే ఛానల్ గుండా వచ్చే విషయమును అనేక ఛానల్స్‌కి వేరువేరుగా చేయడానికి డీ మల్టీప్లెక్సర్ అంటారు. ఈ అభ్యాసములో ఈ సంయోజక లాజిక్ ద్వారాలు తెలుసుకుందాం.

16.2 Haff adder:

రెండు బిట్స్‌ని కలిపే ఒక సంయోగ వలయాన్ని Half adder అంటారు. దీనికి రెండు ద్వాంది ప్రవేశాలు రెండు ద్వాంశా నిర్గమములు ఉంటాయి. ప్రవేశములకు నివిష్టములు అని కూడా అంటారు. ఒక Half adder లో ముందున్న స్థానం నుంచి అంకెను తెచ్చుకొనుటకు వీలు లేదు. దీనివల్ల కనిష్ఠ ప్రాముఖ్య బిట్‌లను కూడటానికి మాత్రమే ఇది ఉపయోగపడుతుంది. దీని నిర్గమములను కూడిక (S) మరియు ఎడమ ప్రక్క స్థానానికి తీసుకెళ్లే సంఖ్య (carry) అంటారు. ఒక AND ద్వారము, ఒక Ex-OR ద్వారముతో నిర్మిస్తారు.

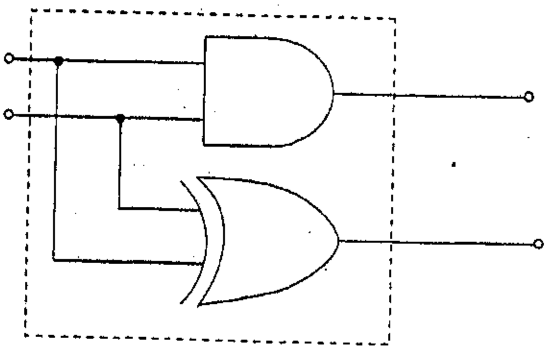
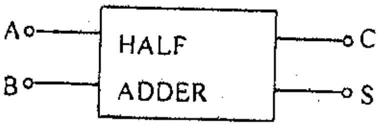


Fig 16.1(a) Half-Adder Logic circuit



A	B	Carry C	Sum S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Fig 16.1 (c)

Fig 16.1 (b) Half – adder Logic symbol

16.3 Full adder:

3 నివిష్టములు కల్గిన ఒక సంయోగవలయమును Full adder అంటారు. కలపవల్సిన రెండు ప్రాముఖ్యమైన బిట్స్‌ను A మరియు B అంటారు. ఇక్కడ C అనే మూడవ నివిష్టము కనిష్ట ప్రాముఖ్య బిట్ యొక్క carry ని సూచిస్తుంది. రెండు half adder మరియు ఒక OR ద్వారముతో ఒక Full adder ని నిర్మించవచ్చును. పటము 16.2 (a) లో చూపబడినది.

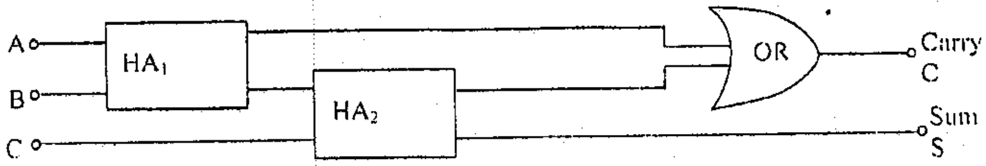


Fig 16.2(a): Full – adder Logic Symbol

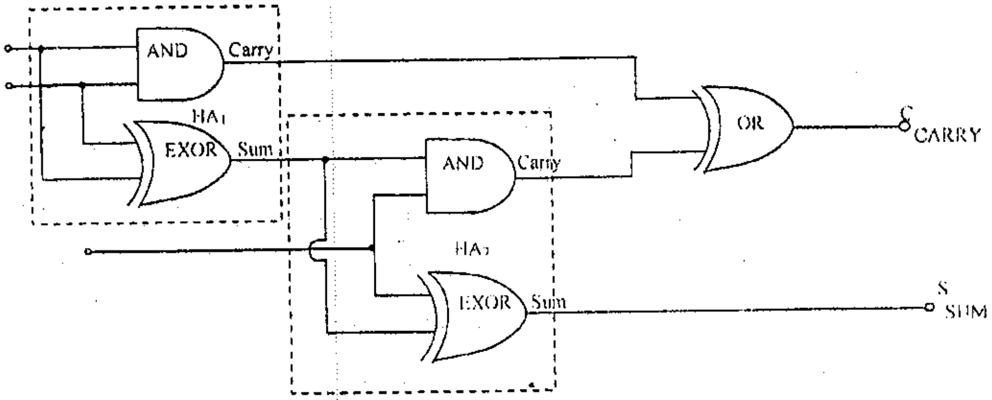


Fig 16.2b : Full – adder Logic diagram

నివిష్టములు	నిర్గమనిలు
A B C	carry sum

INPUTS			OUTPUTS	
A	B	C	Carry	Sum
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Fig 16.2 (c) Full – adder Truth Table

సత్య పట్టిక.

16.4 : ద్వాంశా నాలుగు బిట్స్ సమాంతర adder :

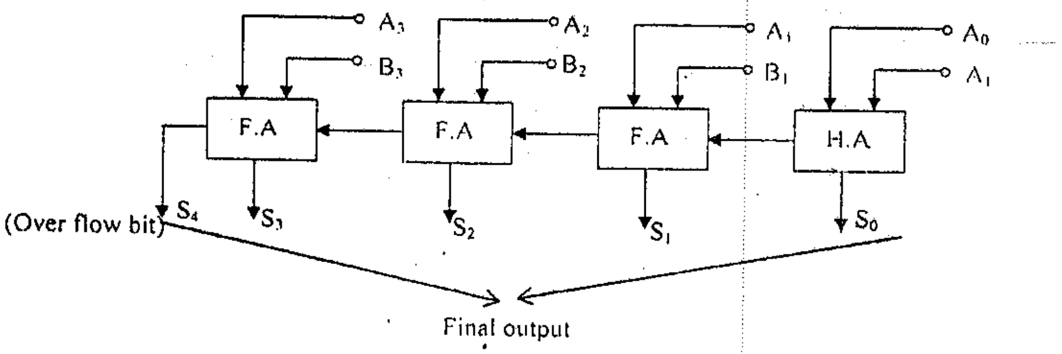


Fig 16.3

గమనిక : ద్వాంశములో 1 నుంచి కాకుండా 0 నుండి count మొదలవుతుంది. అందుచేత మొదటి బిట్ ని S_0 అంటారు S_1 బదులుగా. ఇదే విధంగా nవ బిట్‌ని s_{n-1} అంటారు. ఈ adder రెండు n-bit ద్వాంశ సంఖ్యలు సమాంతరం వాటి మొత్తం సూచిస్తుంది. ఒక half adder ని అనేక Full adders ని వాడి దీనిని నిర్మిస్తారు. ఈ Full adders ని ఏవిధంగా కలుపుతారంటే నిర్గమ carry ఒక దానిని రెండవ దాని యొక్క నివిష్ట carry కి కలుపుతారు.

పటము 16.3 లో 4-బిట్ సమాంతర adder వలయాన్ని చూడవచ్చును. ఉదాహరణకు మనము B_3 B_2 B_1 B_0 అను నాలుగు బిట్స్‌ని A3 A2 A1 A0 అనే నాలుగు బిట్స్ కలపాలి అంటే వాటి మొత్తం S4 S3 52 S0 అయితే S4 అనేది overflow bit అవుతుంది. పై నాల్గింటిని కలపడానికి 3 full address ఒక half adder ని సమాంతరంగా కలపాలి. ప్రతి adder యొక్క నిర్గమమును దాని తరువాత adder యొక్క నివిష్టముగా ఉంచితే మనకు parallel adder ఏర్పడుతుంది.

16.5 సారాంశము :

లాజిక్ వలయములు సంయోజక లేదా పారంపరికగా ఉంటాయి. ప్రాథమిక ఐదు లాజిక్ ద్వారములు (OR, AND, NOT, NANA, NOR) మరియు వాటి కలయికలు - అర్ధ, పూర్తి మరియు సమాంతర adders ని అన్నింటికి సంయోజక లాజిక్ వలయాలు అంటారు. ఇక్కడ ఎటువంటి Memory elements ఉండవు. వాటి నిర్గమములు వాటి నివిష్టములపై ఆధారపడతాయి. ఇవి ఎంత వేగంగా స్పందిస్తాయి. అంటే వాటి తయారీ ఉన్నలో ఉన్న ముఖ్య సాధనములు ఎంతగా స్పందిస్తాయి అంతగా స్పందిస్తాయి. Half adder, Full adder లు కేవలం ఒక బిట్ adders ఒకే సమాంతర adder 2 n-bit word. ఒక multiplexer లో N సంఖ్యలో నివిష్టములు ఒకే ఒక నిర్గమము ఉంటుంది. ఒక Decoder లో ఒకే ఒక నివిష్టము 2^m నిర్గమలైన్లు ఉంటాయి. ఒక encoder అనేది Decoder యొక్క పనితీరుగా విరుద్ధంగా ఉంటుంది. సంయోజక లాజిక్ ద్వారములు అన్ని ALU_s లో ఉంటాయి.

16.6 ముఖ్యపదములు:

బైనరీ యాడర్ : ఏ లాజిక్ వలయం అయితే 2 బైనరీ సంఖ్యలను కలుపుతుంది.

Half adder : 2 bits ని కలిపే లాజిక్ వలయం

Full adder : 3 bits ని కలిపే ఒక లాజిక్ వలయం

over flow : కూడిక లేదా తీసివేత విలువ సాధారణ స్థాయికి బయట ఉండటం

ALU : Arthimatic Logic Unit

Encoding : బైనరీ కోడ్స్‌ని విడగొట్టడం

Decoding : Encoding యొక్క వ్యతిరేక పద్ధతి

Demultiplexer : ఒక నివిష్టమును N నిర్గమములుగా విడగొట్టడం.

16.7 స్వయం - పరిశీలన సమస్యలు:

1. Binary కూడిక అనే దానిని తగిన ఉదాహరణలతో చర్చించుము.
2. Full adder అనగా నేమి? అది 3 బిట్స్ ఎలా కలుపుతుంది.
3. Half adder ని ఉపయోగించకుండా Full adder ని నిర్మించుము.
4. 5-బిట్ సమాంతర adder ని నిర్మించుము.

5. మల్టీప్లక్సర్స్ ఉపయోగించి Full adder ని నిర్మించుము.

6. Half, Full adder ల పని విధానము తెలియజేయుము.

7. Half, Full adder ల వలయాలని నిర్మించి వాటి సత్య పట్టికలను వ్రాయండి.

16.8 పాఠ్య పుస్తకములు:

1. Integrated Electronics by Millman and Halkias

2. Principles of Digital Electronics by Malvino and Leach

3. Basic Electronics and Linear Circuits - Bhargava etc

Reference Books:

1. Electronics fundamentals by JD Ryder

2. Digital Electronics by William H.Gothman

3. Principles of Digital Electronics – Malvino & Leach(Tata - McGraw Hill Publishers)

4. Digital Computer Electronics – Albert Paul Malvino. (Tata - McGraw Hill publishers)

ప్రయోగ దీపిక

విషయ సూచిక

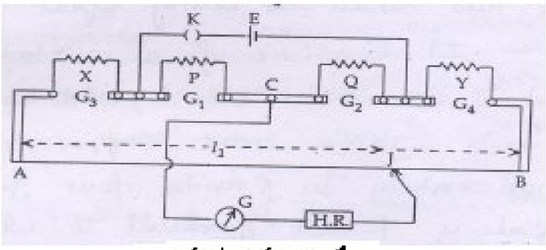
1. క్యారీఫాస్టర్ బ్రిడ్జి	1 - 4
2. పొటెన్షియో మీటర్	1 - 3
3. గాల్వానా మీటర్ యొక్క ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్‌ని	1 - 4
4. గాల్వానా మీటర్ యొక్క వోల్టేజి సున్నితత్వం	1 - 2
5. RC. వలయం - పౌన:పున్య పరిశీలన	1 - 3
6. L.R. వలయం - పౌన:పున్య పరిశీలన	1 - 2
7. (a) LCR. వలయం - శ్రేణి అనునాదము	1 - 4
7. (b) LCR. సమాంతర సంధానం వలయం	1 - 3
8. ఏకాంతర విద్యుత్ వలయం యొక్క సామర్థ్య గుణకం కనుగొనుట	1 - 3
9. సోనామీటర్ ఉపయోగించి ఏకాంతరం విద్యుత్ పౌన:పున్యం కనుగొనుట	1 - 3
10. మల్టీమీటర్ నిర్మాణము	1 - 5
11. డి.సి. పవర్ సప్లై నిర్మాణము	1 - 3
12. P-N సంధి డయోడ్ అభిలక్షణ వక్రములు	1 - 3
13. ట్రాన్సిస్టరు అభిలక్షణాలు	1 - 4
14. జీనర్ డయోడ్ అభిలక్షణ వక్రము	1 - 3
15. కిర్‌కాఫ్ సూత్రములను నిరూపించుట	1 - 3

ప్రయోగం - 1

క్యారీఫోస్టర్ బ్రిడ్జి - నిరోధములను పోల్చుట

ఉద్దేశ్యం : క్యారీఫాస్టర్ బ్రిడ్జిని ఉపయోగించి సమాన నిరోధములులను పోల్చి ఇచ్చిన తీగ యొక్క విశిష్ట నిరోధము కనుగోనుట.

పరికరములు : క్యారీఫాస్టర్‌బ్రిడ్జి, సమాన నిరోధములు P మరియు Q ఒక్కొక్కటి 5 ఓమ్‌లు లేదా 2 ఓమ్‌లు. సమాన నిరోధములు X మరియు Y నిరోధముల పెట్టె, లెక్లాంబ్ ఘటము, గాల్వానామీటర్ అత్యధిక నిరోధము, ప్లగ్‌కీ.



పటము 1

సూత్రము : G_3లో X = 0.2 తెలిసిన నిరోధము G_4లో $Y = 0$ (రాగిపలక) ఉంచినప్పడు సంతులన పొడవు $l_1^1\ cm.$ X మరియు Y లను తారుమారు చేసినప్పడు $l_2^1\ cm$ అనేది సంతులన పొడవు.

బ్రిడ్జి తీగ ప్రమాణపొడవు యొక్క నిరోధము

$$\rho = \frac{x}{l_2^1 - l_1^1} \text{ Ohm/cm} \qquad (1)$$

ఇప్పడు X అనేది కనుగోనవలసిన నిరోధము తీగ నిరోధము Y అనేది తెలిసిన నిరోధము అయితే $l_1 \& l_2$ లు సంతులన పొడవులు అయితే కనుగోనవలసిన నిరోధము

$$X = Y + (l_2 - l_1)\rho \quad \text{Ohm------- (2)}$$

విశిష్ట నిరోధము $S = \frac{X.\Pi.r^2}{\ell}$ ohm-cm - (3)

ఇక్కడ l అనేది ఇచ్చిన తీగపొడవు r దాని వ్యాసార్ధం

వర్ణన : క్యారీఫాస్టర్ బ్రిడ్జి వీటస్టన్ బ్రిడ్జి సూత్రముపై నిర్మింపబడి మీటర్ బ్రిడ్జివలె ఆకారం కల్గిఉండే రెండు అధిక ఖాళీలు $G_3\, G_4$ లు కల్గి ఉంటాయి. తక్కువ నిరోధములను పోల్చుటకు ఉపయోగపడుతుంది. $100cm$ పొడువు కల్గిన

ఏకరీతి తీగను ఒక చెక్కపెట్టపై కాపర్ ప్లేటుల మధ్య బిగించవలెను. మధ్యలో 3 రాగి పలకల సహాయంతో 4 ఖాళీలు పొందవలెను. ఒక మీటర్ స్కేలు స్థిరంగా చెక్కపెట్టపై బిగించబడి ఉంటుంది. దాని సహాయంతో తీగ పొడవును కొలవవచ్చును.

ప్రయోగ విధానము ఎ) ρ విలువను లెక్కించుట : P,Q అనే సమాన నిరోధములను G_1 మరియు G_2 ఖాళీలలో కలపవలెను. ఒక తక్కువ నిరోధము X ని G_3 లో కలపాలి. ఒక రాగిపలకను G_4 లో కలపాలి. బ్యాటరీ, కీలను పటములో చూపినట్లు కలపవలెను. మధ్య టర్మినల్ C నుండి ఒక గాల్వానా మీటర్ G ని అధిక నిరోధము HR ని శ్రేణిలో జాకీతో కలపాలి. జాకీని తీగ ఇరువైపులా తాకించినప్పడు గాల్వానా మీటర్‌లో అపవర్తనములు పరస్పరం వ్యతిరేక దిశలో వస్తాయి. జాకీని క్రమేపి ఒకవైపు జరుపుతూపోతే ఒకచోట అపవర్తనం శూన్యం అవుతుంది. ఇప్పడు $H.R$ ని తీసివేసి ఖచ్చితమైన సంతులన పొడవు l_1^1 ని గుర్తించాలి. G_3,G_4 లోని వాటిని తారుమారుచేసి తిరిగి సంతులన పొడవును l_2^1 గా గుర్తించాలి. ఈ ప్రక్రియని విభిన్న X విలువలకు చేసి ప్రతి సందర్భంలోను సమీకరణం (1) సహాయంతో ρ విలువని లెక్కించవలెను. పరిశీలనలను పట్టిక (1)లో నింపవలెను.

బి) అల్ప నిరోధములను పోల్చుట : G_3 మరియు G_4 ఖాళీలలో దరిదాపు సమాన విలువ కల్గిన నిరోధములు X మరియు Y లను కలపాలి. సంతులన పొడవు ℓ_1 ని గుర్తించాలి. $X\,Y$ ఖాళీలలోని వాటిని తారుమారు చేసి సంతులన పొడవు ℓ_2 ని గుర్తించాలి.

$$\therefore x-y=(\ell_2-\ell_1)\ \rho \text{ కి లెక్కించాలి.}$$

ఈ ప్రకారం విభిన్న X విలువలకు ప్రయోగం జరిపి విలువలను పట్టికలో నింపాలి.

సి) నిరోధము కనుగొనుట, విశిష్టనిరోధం లెక్కించుట : పైన చెప్పిన విధానం ప్రకారం ఒక తీగను (X ని) ఒక తెలిసిన నిరోధం (Y) ని ఉపయోగించి $x=y+(\ell_1-\ell_2)\ \rho$ కి సహాయంతో X విలువను లెక్కించాలి. తీగ వ్యాసార్ధం r ని స్క్రూగేజ్ సహాయంతో పొడవు l ని స్కేలు సహాయంతో కొలచి సమీకరణం (3)లో ఉ ప్రయోగించి విశిష్ట నిరోధంని లెక్కించవచ్చును.

పరిశీలనలు : ఎ) ρ విలువని లెక్కించటం:

వరుస సంఖ్య	ప్రమాణ నిరోధము (X cm)	నిరోధము (Y = 0)	సంతులన దైర్ఘ్యము		$\rho=\frac{X}{l_2'-l_1'}$ ohm/cm
			l_1'cm	l_2'cm	

సరాసరి విలువ =

బి) నిరోధములను పోల్చటం :

వరుస సంఖ్య	తెలియని నిరోధము (X) ohm	తెలియని నిరోధము (Y) ohm	సంతులన దైర్ఘ్యము l_1 cm	l_2 cm	$X - y = (l_2 - l_1)\rho$

సి) తెలియని నిరోధం కనుగొనుట :

వరుస సంఖ్య	కనుగొనవలసిన నిరోధము (X) ohm	తెలిసిన నిరోధము (Y) ohm	సంతులన దైర్ఘ్యము l_1 cm	l_2 cm	$X = y + (l_2 - l_1)\rho$ ohm

సరాసరి విలువ =

తీగ వ్యాసము (d) _______ cm

తీగ వ్యాసార్ధము $(r) = d/2$ = ______ cm

తీగ పొడవు (ℓ) _________ cm

విశిష్ట నిరోధము $(s) = \frac{X.\Pi.r^2}{\ell} ohm - cm$

జాగ్రత్తలు :

1. విద్యుత్‌ను ఎక్కువకాలం పంపరాదు.

2. జాకీ ని తీగ వెంబడి లాగరాదు.

3. H.R ని షార్ట్ సర్క్యూట్ చేసి సంతులన పొడవును గుర్తించాలి.

VIVA-VOCE:

1. క్యారీఫాస్టర్ బ్రిడ్జి ఏ సూత్రం పై పనిచేస్తుంది ?

జ. క్యారీఫాస్టర్ బ్రిడ్జి, వీటస్టన్ బ్రిడ్జిసూత్రంపై ఆధారపడి పనిచేస్తుంది.

2. $G_3 G_4$ ఖాళీల వలన క్యారీఫాస్టరస బ్రిడ్జిలో కలిగే ఉపయోగిం ఏది?

జ. అల్ప నిరోధములు పొల్చటానికి వీలు అవుతుంది.

3. అంతర్గత ఖాళీలు P, Q ల వలన కలిగే లాభం ఏమిటి?

జ. P, Q లు తీగపాడవుకు శ్రేణి సంధానంలో ఉంటాయి. అందువలన తీగపాడవు పెరుగుతుంది. సున్నితత్వం కూడా పెరుగుతుంది.

4. $X - Y$ ల మధ్య గరిష్ట నిరోధం తేడా ఏంత ఉండవచ్చు?

జ. $X - Y$ ల మధ్య తేడా మొత్తం వలయంలోని నిరోధంకన్న ఎక్కువ ఉండరాదు.

ప్రయోగం - 2

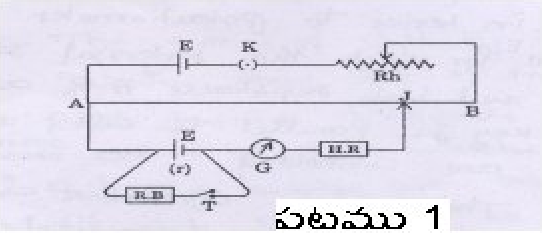
పొటెన్షియో మీటర్:

ఉద్దేశ్యం: ఇచ్చిన ఘటము యొక్క అంతర్ నిరోధమును పొటెన్షియోమీటర్ ద్వారా లెక్కించుట.

పరికరములు: పొటెన్షియో మీటర్, ఘటము, డేనియల్ ఘటము , (అంతర్ నిరోధకం కనుగొనుటకు) రియోస్టాట్ , ప్లగ్‌కీ, గాల్వానామీటర్, అత్యధిక నిరోధం, తీగలు.

సూత్రం: E వి.చా.బ.గా కల్గిన ఘటమును గౌణ వలయంలో ఉంచినప్పడు సంతులన పొడవు ℓ_1 దానితోపాటు నిరోధం ఉన్నప్పడు సంతులన పొడవు ℓ_2 మరియు R అనేది ఘటంకు సమాంతరంగా కల్పిన నిరోధం అయితే

$$\therefore \text{ అంతర్ నిరోధం } \quad r = R\left[\frac{l_1}{l_2} - 1\right] ohm.$$



పటము 1

వర్ణన: పొటెన్షియల్ బేధంను ఖచ్చితంగా కొలవటానికి ఉపయోగించే పరికరమును పొటెన్షియో మీటర్ అంటారు. వలయం నుండి ఎటువంటి విద్యుత్‌ను తీసుకోదు కాబట్టి ఇది వోల్టుమీటర్ కన్న సున్నితమైనది. 10మీటర్ల పొడవు ఏకరీతి మధ్యచేద వైశాల్యం కలిగిన ఒక మాంగనీన్ తీగను 10 సమాంతర రేఖలుగా ఒక చెక్కపెట్టెపై అమరుస్తారు. తీగకు రెండు చివరల రెండు స్క్రూలు అమర్చబడిఉంటాయి. చెక్కపెట్టెపై ఒక మీటర్ స్కేలును స్థిరంగా బిగిస్తారు. దాని సహాయంతో సంతులన పొడవును లెక్కిస్తారు. జాకీ సహాయంతో సంతులన పొడవులును నిర్ధారించవచ్చును.

సిద్ధాంతం: ఈ ప్రయోగంలో విద్యుత్ ఘటమును వలయంలో ఉంచినప్పడు సంతులన పొడవు ℓ_1 అయితే, నిరోధం R ని వలయంలోనికి తెచ్చినప్పడు సంతులన పొడవు ℓ_2 అయితే

$$E \propto l_1; V \propto l_2$$

$$\frac{E}{V} = \frac{\ell_1}{\ell_2} \quad \text{కాని} \quad V = E - ir, \quad \therefore i = \frac{E}{R + r}$$

$$\therefore \frac{r}{R} = \left(\frac{E}{V} - 1\right) = R\left[\frac{l_1}{l_2} - 1\right]$$

పద్ధతి : వలయాన్ని పటములో చూపినట్లు నిర్మించి, జాకీని తీగ రెండు చివరల నొక్కాలి. గాల్వానామీటర్‌లో అపవర్తనములు పరస్పరం వ్యతిరేఖ దిశలో వస్తాయి. ఇప్పుడు టాప్‌కీ T ని open గా ఉంచి, జాకీని నొక్కుతూ గాల్వానామీటర్‌లో అపవర్తనం శూన్యం చేయాలి. అప్పుడు సంతులన పొడవు ℓ_1 ని గుర్తించాలి. $R = 5\,ohm$ లు ఉంచి Tap Key T ని close చేసి తిరిగి సంతులన పొడవు ℓ_2 ని గుర్తించాలి. ఈ విధంగా వేరు వేరు R విలువలకు ప్రయోగం జరిగి పరిశీలనలని పట్టికలో నింపాలి.

పరిశీలనలు : ఘటము మాత్రమే గౌణవలయంలో ఉన్నప్పుడు సంతులన పొడవు $\ell_1 - cm$

వరుస సంఖ్య	నిరోధము ohm	సంతులన దైర్ఘ్యము l_2 cm	ఘటము యొక్క అంతర్ నిరోధము (r)= $R\left[\frac{l_1}{l_2} - 1\right]$. ohm

సరాసరి (r)= __________ ohm

ఫలితము : ఇచ్చిన ఘటము యొక్క అంతర్ నిరోధం : $-ohm$

జాగ్రత్తలు :

1. ప్రాధమిక వలయంలోని ఘటం యొక్క $E.M.F$ విలువ గౌణ వలయంలోని ఘటం యొక్క $E.M.F$ విలువ కన్న ఎక్కువ ఉండాలి.

2. రెండు ఘటముల యొక్క ధనాత్మక ఎలక్ట్రోడ్‌లు ఒకేచోట A వద్ద కలపాలి.

3. సంతులన పొడవులు A వద్ద నుండి కొలవాలి.

4. ఒకసారి $Rheostat$ ని సరిచేసిన తరువాత తిరిగి మార్చరాదు.

5. జాకీని తీగ వెంబడి లాగరాదు.

VIVA-VOCE:

1. పొటెన్షియో మీటర్ మూల సూత్రం ఏది?

జ. సంతులన స్థితిలో $E.M.F$ లేదా పొటెన్షియలో బేధములు సంతులన పొడవు ℓకి అనులోమ అనుపాతంలో ఉండును.

2. వోల్టుమీటర్ కన్నా పొటెన్షియోమీటర్ సున్నితమైనది ఎందుచేత?

జ. వోల్టుమీటర్ వలయంలో విద్యుత్‌ని ఉపయోగిస్తుంది. అందుచేత కొలచిన పొటెన్షియల్ బేధము($P.D$) కన్న అసలు $P.D$ విలువ ఎక్కువగా ఉంటుంది. సంతులన స్థితిలో పొటెన్షియో మీటం గౌణవలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం ఉండదు.

3. పొటెన్షియల్ గ్రేడియంట్ అనగానేమి?

జ. ప్రమాణ పొడవుకు తీగలో పడిపోయిన పొటెన్షియల్ బేధం. దీనిని $volt/cm$లో కొలుస్తారు.

4. మాంగానిస్ తీగను పొటెన్షియోమీటర్ నిర్మాణంలో ఎందుకు ఉపయోగిస్తారు?

జ. దానికి అధిక విశిష్ట నిరోధం తక్కువ నిరోధ ఉష్ణోగ్రతా గుణకము.

5. పొటెన్షియో మీటర్ సున్నితత్వం ఎలా పెంచుతారు?

జ. పొటెన్షియోమీటర్ తీగ పొడవును పెంచటం వలన.

6. సంతులన స్థితిలో ప్రాధమిక వలయంలో విద్యుత్ ఉంటుందా?

జ. ప్రాధమిక వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంటుంది. కాని గౌణవలయంలో ఉండదు.

ప్రయోగం - 3

కదిలే తీగచుట్ట గాల్వానా మీటర్ యొక్క ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్‌ని లెక్కించుట.

ఉద్దేశ్యం : ఇచ్చిన కదిలే తీగచుట్ట గాల్వానీమాపకం యొక్క ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్‌ని లెక్కించుట.

పరికరములు : M.C.G., 3 నిరోధపు పెట్టెలు P (0 నుండి 1000 Ω) $Q(0\,to\,100\Omega)$ $R\ (0\,to\,5000\Omega)$, ఘటము, ప్లగ్‌కీ, కామ్యుటేటర్, తీగలు.

సూత్రము : స్కేలు నుండి 1m దూరంలో MCG ని ఉంచినప్పుడు దాని గుండా ఒక మైక్రో ఆంపియర్ విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్నప్పుడు స్కేలుపై అపవర్తనం 1mm పొందే విధానంను ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్ అంటారు. దీనిని K తో సూచిస్తారు.

$$K = \frac{E}{(P+Q)G} X \frac{Q}{\theta} X 10^6 \ \ \mu A/mm.$$

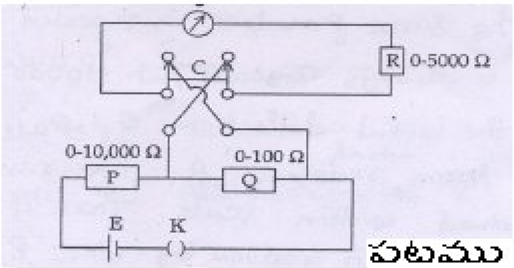
ఇక్కడ $E -$ ఘటము యొక్క వి.చా.బ

P,Q,R- నిరోధపు పెట్టెలలో నిరోధములు.

$\theta -$ స్కేలుపై అపవర్తనం మిల్లీమిటర్

$G_1 -$ గాల్వానామీటర్ నిరోధం

వర్ణన : కదిలేతీగ చుట్ట గాల్వానామీటర్‌ను పటములో 1లో చూపినట్లు ఉంటుంది.



పటము 1

కదిలేతీగ చుట్ట గాల్వానామీటర్ నిర్మాణంలో దీర్ఘచతురస్త్రాకారపు రాగి తీగచుట్టను పాస్ఫర్ బ్రాంజ్‌తీగతో శాశ్వత అయస్కాంత ధృవాల మధ్య వ్రేలాడదీస్తారు. P.B. తీగ పై భాగమునకు టర్మినల్ T, రాగితీగచుట్ట అదోసగభాగమున టర్మినల్ T_2 లను కలుపుతారు. రాగితీగచుట్టకు తగలకుండా మధ్యలో I అనే ఇనుప స్థూపం ఉంచడం వలన ఎక్కువ అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రతకు తీగచుట్ట గురి అవుతుంది. విద్యుత్‌దీపం, స్కేలు అమరికతో అపవర్తనం కొలుస్తారు.

ప్రయోగ విధానం :

(a) గాల్వానామీటర్ నిరోధం G ని కనుగొనుట : అర్ధ అపవర్తన పద్ధతి సహాయంతో గాల్వానామీటర్ నిరోధం G ని కనుగొంటారు.

పటము (1)లో చూపినట్లు $R = 0$ $P = 9999\Omega$ $Q = 1$ ఉంచి కీని మూసివేసి అపవర్తనం θ_1 గుర్తించాలి. ఇప్పుడు వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహదిశను వ్యతిరేక దిశలోనికి మార్చి అపవర్తనం θ_2 ను గుర్తించాలి. మొదట స్కేలు విలువ శూన్యస్థానంలో ఏకీభవింపచేసి అపవర్తనం గుర్తించాలి. ఇప్పడు నిరోధం R ని తగ్గించి అపవర్తనం సగం అయ్యేటట్లు చూడాలి. అప్పడు R విలువ నేరుగా గాల్వానా మాపకము నిరోధం G ని ఇస్తుంది.

ఈ ప్రయోగవిధానంను $Q = 2, 3, 4\,\Omega$........ $P + Q = 10000\,\Omega$ ఉండేటట్లుగా చేసి పరిశీలనలు పట్టికలో నింపాలి. R_2 విలువ సగం అపవర్తనం వచ్చినప్పడు నిరోధం విలువ అయితే

గాల్వానామీటర్ నిరోధం $G = R_2 - 2R_1$

(b) ఫిగర్ ఆఫ్‌మెరిట్ నిర్ణయించడం :

$R = 0$ విలువకు $Q = 1$ నుండి $6\,\Omega$ ల మధ్య మారుస్తూ $P + Q = 10000\,\Omega$ గా ఉంచి $\theta_1 \& \theta_2$ లను గుర్తించాలి. $\theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$ ను లెక్కించాలి. Q/θ కనుగొనాలి. Q/θ సరాసరి సహాయంతో K విలువను లెక్కించవచ్చును.

పరిశీలనలు : $P + Q = 10000\,\Omega$

వరుస సంఖ్య	P Ω	Q Ω	R = పూర్తి పరివర్తనం			R = సగం పరివర్తనం			గాల్వానా మాపక నిరోధం
			ఎడమ	కుడి	సరాసరి ($R_1\Omega$)	ఎడమ	కుడి	సరాసరి ($R_2\Omega$)	$G=R_2-2R_1\ \Omega$

సరాసరి విలువ =

వరుస సంఖ్య	Q Ω	అపవర్తనము			Q/θ Ω/mm
		ఎడమ	కుడి	సరాసరి 'θ'	

సరాసరి Q/θ విలువ = ________ $\Omega / mm.$

ఘటము వి.చా.బ = ________ *Volt*

ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్ ఆఫ్ గాల్వానామీటర్

$$K = \frac{E}{(P+Q)G} X \frac{Q}{\theta} X 10^6 \ \ \mu A / mm$$

ఫలితం : ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్ ఆఫ్ గాల్వానా మీటర్ = ------

జాగ్రత్తలు :

1. స్కేలును, దర్పణం నుండి 1m దూరంలో ఉంచాలి.
2. గాల్వానామీటర్ గుండా విద్యుత్‌ని చాలా తక్కువగా పంపాలి.
3. గాల్వానామీటర్‌కు సమాంతరంగా టాప్‌కీని కలుపరాదు.

VIVA-VOCE:

1. గాల్వానా మాపకము యొక్క ఉపయోగాలు ఏవి?

జ. దీనిని ఉపయోగించి విద్యుత్, ఆవేశము, పొటెన్షియల్, బేధం, సామర్థ్యం లెక్కించవచ్చును. అమ్మిటర్, వొల్టుమీటర్‌లను నిర్మించవచ్చును.

2. M.C.G. ఏ సూత్రం పై ఆధారపడి పనిచేస్తుంది ?

జ. విద్యుత్ ప్రవాహిస్తున వాహకం అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉంచినప్పడు దానిపై బలభ్రామకం పనిచేస్తుంది.

3. M.C.G. లో ఎటువంటి అయస్కాంతం వాడతారు ?

జ. గుర్రపునాడా అయస్కాంతాన్ని వాడటం వలన శక్తివంతమైన అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది.

4. అయస్కాంత ధృవాలు పుటాకారంగా ఎందుకు ఉంటాయి ?

జ. రేడియల్ అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పర్చటం కోసం, ఫలితం టార్క్ గరిష్ఠ విలువను పొందుట కోసం.

5. M.C.G. ని ఉపయోగించి కొలువగలిగే అతి తక్కువ విద్యుత్ ప్రవాహం ఏంత ?

జ. 10^{-9} *Amp*.

ప్రయోగం - 4

కదిలే తీగచుట్ట గాల్వానా మీటర్ యొక్క వొల్టేజి సున్నితత్వం

ఉద్దేశ్యం : కదిలే తీగచుట్ట గాల్వానీమాపకం యొక్క వొల్టేజి సున్నితత్వం.

పరికరములు : M.C.G., 3 నిరోధపు పెట్టెలు P (0 నుండి $1000\,\Omega$) $Q\,(0\,to\,100\Omega)$ $R\,(0\,to\,5000\Omega)$, ఘటము ప్లగ్‌కీ, కామ్యుటేటర్, తీగలు.

సూత్రం : స్కేలుకి ఒకమీటర్ దూరంలో దర్పణం ఉంచినప్పడు పొటెన్షియల్ లేదా, మైక్రోవోల్టు ఉన్నప్పడు ఎన్ని మిల్లీమిటర్‌లు అపవర్తనం స్కేలుపై కలుగుతుందో దానిని MCG యొక్క వొల్టేజి సున్నితత్వం అంటారు.

$$V_S = \frac{1}{K.G} \quad {}^{mm}\!/_{\mu V}$$

ఇక్కడ

$K =$ గాల్వానామీటర్ యొక్క ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్

$G -$ గాల్వానామీటర్ నిరోధం

$$K = \frac{E}{(P+Q)G} X \frac{Q}{\theta} X10^{6} \quad {}^{\mu A}\!/_{mm} \qquad V_S = \frac{P+Q}{E\left({}^{Q}\!/_{\theta}\right)} X10^{6} \quad {}^{mm}\!/_{\mu A}$$

పటము (1) exp 3 లో మాదిరి

వర్ణన : exp 3 లో మాదిరి.

పద్ధతి : పటము (1)లో చూపినట్లు వలయాన్ని పూర్తి చేయాలి. $R = 0\ Q = 1\ P = 9999\,\Omega$ గా ఉంచి ప్లగ్‌కీని ఉంచి అపవర్తనం θ_1 స్కేలుపై గుర్తించాలి. కామ్యుటేటర్‌ను తగిన విధంగా మార్చి విద్యుత్ ప్రవాహదిశను వ్యతిరేకంగాచేసి అపవర్తనం θ_2 ను గుర్తించాలి. ఈ రెండింటి సరాసరిని θ గా గుర్తించాలి. ${}^{Q}\!/_{\theta}$ ని లెక్కించాలి.

$$\therefore V_S = \frac{P+Q}{E.\left({}^{Q}\!/_{\theta}\right)} X10^{-6} \quad mm/\mu V.$$

పరిశీలనలు :

$P+Q=10000\,\Omega \quad R=0\,\Omega$ ఘటము యొక్క విద్యుత్‌చాలక బలము $E=$

వరుస సంఖ్య	Q Ω	అపవర్తనము			Q/θ Ω/mm	$V_s=\frac{p+q}{E.(Q/\theta)}\times 10^{-6}\,mm/\mu v$
		ఎడమ	కుడి	సరాసరి		

ఫలితం : M.C.G., యొక్క వొల్టేజి సున్నితత్వం = ______ $mm/\mu V$

జాగ్రత్తలు : exp 3 లోనివే.

VIVA-VOCE:

(1) కరెంట్ సున్నితత్వం అనగా నేమి?

జ. M.C.G., లో ఒక మైక్రో ఆంపియర్ విద్యుత్ ప్రవాహనికి, స్కేలు, దర్పణం ల మధ్యదూరం 1m ఉంచినప్పడు స్కేలుపై మిల్లీమీటర్లలలో కలిగిన అపవర్తనంను కరెంటు సున్నితత్వం అంటారు.

(2) ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్ యొక్క ఉత్క్రమమును ఏమంటారు?

జ. కరెంట్ సున్నితత్వం అంటారు.

(3) వొల్టేజి సున్నితత్వం(V_S) మరియు కరెంటు సున్నితత్వం (C_S) ల మధ్య సంబంధం ఏమి?

జ. $V_S=\frac{C_S}{G}$

ప్రయోగం - 6

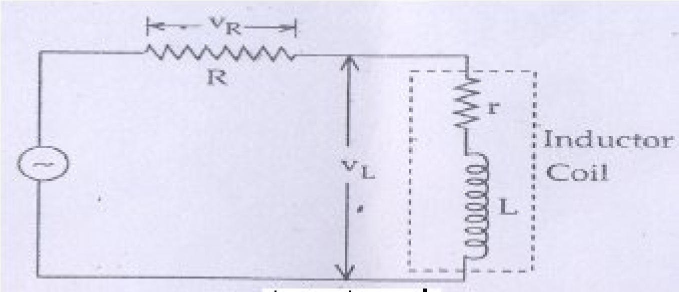
L.R. వలయం - పౌనఃపున్య పరిశీలన

ఉద్దేశ్యం : L-R- వలయం యొక్క పౌనఃపున్య పరిశీలన చేయటం.

పరికరములు : exp 5 లోనివే.

సూత్రము : LR వలయంలో నివేశనము వోల్టేజి R లేదా L వద్ద గ్రహించి అది పౌనఃపున్యంతో ఎలా మార్పు చెందుతుందో పరిశీలించడం. దీనిని $\left|\frac{V_O}{V_i}\right|$ మరియు f ల గ్రాఫ్ నుండి చేయవచ్చును. $\log f$ విలువలను $x-$అక్షముపైన $\left|\frac{V_O}{V_i}\right|$ లేదా $\left|\frac{V_O}{V_R}\right|$ విలువలను $y-$అక్షంపైన తీసుకొనవలెను.

వలయం - పటములో చూపబడినది.



పటము 1

పద్ధతి : పౌనఃపున్యం విలువలను $1.5KH_2$ గా $L = 30mH$ గా $R = 270\Omega$ గా తీసుకొని వలయంని కలపవలెను. నిర్గమన వోల్టేజిని $3V$ *to* $5V$ ల మధ్య ఉంచి AF ఆసిలేటర్‌ను చేయాలి. పౌనఃపున్యంను $50HZ$ ల క్రమంలో పెంచుతూ వోల్టేజి వృద్ధి గుర్తించి గ్రాఫ్ గీయాలి.

పరిశీలనలు.

పౌనఃపున్యం f (Hz)	Log f	**L వద్ద నిర్గమన ఓల్టేజి** V_{oL}	**R వద్ద నిర్గమన ఓల్టేజి (వృద్ధి)** V_{oR}	వృద్ధి1= V_{oL}/V_i	వృద్ధి 2=V_{oR}/V_i

ఫలితము : ఇండక్టర్, రెసిస్టర్‌ల వద్ద నివేశన వొల్టేజిలు కొలచి పౌనఃపున్య పరిశీలనలు చదవవచ్చును.

జాగ్రత్తలు : 1. తీగలు చిన్నవిగా, చక్కగా ఉండాలి.

2. V_i విలువలను స్థిరంగా ఉంచి పౌనఃపున్యం మార్చాలి.

VIVA-VOCE:

1. కలిపే తీగల ఎందుకు పొట్టివిగా ఉండాలి?

జ. ఇండెక్టన్స్ ప్రభావం తగ్గించటానికి.

2. LR వలయంలో వృద్ధి పౌనఃపున్యంతో ఎందుకు మారుతుంది?

జ. $\therefore\ X_L = W_L = 2\Pi fL$ అందుచేత వలయంలో ఇంపెడెన్స్, పౌనఃపున్యంతో మారుతుంది.

3. Air-core ఇండక్టెర్‌ని ఈ ప్రయోగంలో ఎందుకు ఉపయోగిస్తారు.

జ. eddy కరెంట్స్, హిస్టీరిస్ నష్టాల నుండి నివారించడానికి ఉపయోగిస్తారు.

ప్రయోగం - 6

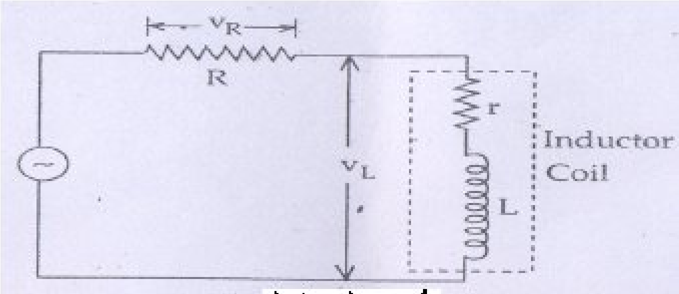
L.R. వలయం - పౌనఃపున్య పరిశీలన

ఉద్దేశ్యం : L-R- వలయం యొక్క పౌనఃపున్య పరిశీలన చేయుటం.

పరికరములు : exp 5 లోనివే.

సూత్రము : LR వలయంలో నివేశనము వోల్టేజి R లేదా L వద్ద గ్రహించి అది పౌనఃపున్యంతో ఎలా మార్పు చెందుతుందో పరిశీలించడం. దీనిని $\left|\frac{V_O}{V_i}\right|$ మరియు f ల గ్రాఫ్ నుండి చేయవచ్చును. $\log f$ విలువలను $x-$అక్షముపైన $\left|\frac{V_O}{V_i}\right|$ లేదా $\left|\frac{V_O}{V_R}\right|$ విలువలను $y-$అక్షంపైన తీసుకొనవలెను.

వలయం - పటములో చూపబడినది.



పటము 1

పద్ధతి : పౌనఃపున్యం విలువలను $1.5KH_2$ గా $L = 30mH$ గా $R = 270\Omega$ గా తీసుకొని వలయంని కలపవలెను. నిర్గమన వోల్టేజిని $3V$ to $5V$ ల మధ్య ఉంచి AF ఆసిలేటర్‌ను చేయాలి. పౌనఃపున్యంను $50HZ$ ల క్రమంలో పెంచుతూ వోల్టేజి వృద్ధి గుర్తించి గ్రాఫ్ గీయాలి.

పరిశీలనలు.

పౌనఃపున్యం f (Hz)	Log f	**L వద్ద నిర్గమన ఓల్టేజి** V_{oL}	**R వద్ద నిర్గమన ఓల్టేజి (వృద్ధి)** V_{oR}	వృద్ధి1= V_{oL}/V_i	వృద్ధి 2=V_{oR}/V_i

ఫలితము : ఇండక్టర్, రెసిస్టర్‌ల వద్ద నివేశన వోల్టేజిలు కొలచి పౌనఃపున్య పరిశీలనలు చదవవచ్చును.

జాగ్రత్తలు : 1. తీగలు చిన్నవిగా, చక్కగా ఉండాలి.

2. V_i విలువలను స్థిరంగా ఉంచి పౌనఃపున్యం మార్చాలి.

VIVA-VOCE:

1. కలిపే తీగల ఎందుకు పొట్టివిగా ఉండాలి?

జ. ఇండెక్టన్స్ ప్రభావం తగ్గించటానికి.

2. LR వలయంలో వృద్ధి పౌనఃపున్యంతో ఎందుకు మారుతుంది?

జ. $\therefore X_L = W_L = 2\Pi fL$ అందుచేత వలయంలో ఇంపెడెన్స్, పౌనఃపున్యంతో మారుతుంది.

3. Air-core ఇండక్టెర్‌ని ఈ ప్రయోగంలో ఎందుకు ఉపయోగిస్తారు.

జ. eddy కరెంట్స్, హిస్టీరిస్ నష్టాల నుండి నివారించడానికి ఉపయోగిస్తారు.

ప్రయోగం - 7 (a) LCR. వలయం - శ్రేణి అనునాదము

ఉద్దేశ్యం : LCR- అనునాదశ్రేణి వలయం యొక్క అనునాద వక్రము గీయుట మరియు క్వాలిటి ఫ్యాక్టర్ లెక్కించుట.

పరికరములు : సిగ్నల్ జనరేటర్, ఇండక్టెన్స్ పెట్టె, కెపాసిటన్స్ పెట్టె, 100Ω ల నిరోధము, మల్టీమీటర్.

సూత్రము : క్రింది పటములో LCR అనునాదశ్రేణీ వలయం నిర్మించవలెను

.

పటము 1

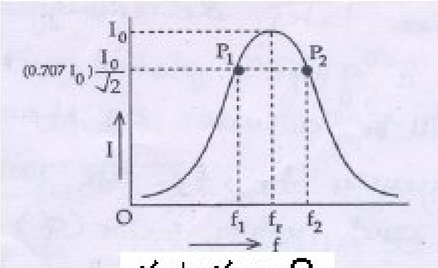
అనునాద పౌన:పున్యం వద్ద వలయంలో ఉన్న విద్యుత్ ప్రవాహ విలువ గరిష్ఠగా ఉంటుంది. దీనిని అనునాద పౌన:పున్యం f_r అంటారు .

$$f_r = \frac{1}{2\Pi\sqrt{LC}} \quad hertz$$

ఇక్కడ L- ఇండెక్టెన్స్ C- కెపాసిటెన్స్

పటము (2)లో చూపినట్లు పౌన:పున్యం f ని $X-$ అక్షముపైన కరెంట్ I ని $Y-$ అక్షంపైన తీసుకొని గ్రాఫ్ గీయవలెను. ఏ గరిష్ఠ విద్యుత్ ప్రవాహ విలువ I_O కి పౌన:పున్యం ఉంటుందో దానిని అనునాద పౌన:పున్యం అంటారు. P_1, P_2 లు అర్ధసామర్థ్య బిందువులు అక్కడ విద్యుత్ ప్రవాహం $\frac{I_O}{\sqrt{2}} = 0.707Io$ ఇక్కడ f_1, f_2 లను అర్ధసామర్థ్య పౌన:పున్యములు అంటారు.

$\therefore$ పట్టీ వెడల్పు $\beta = f_2 - f_1 \; hertz$

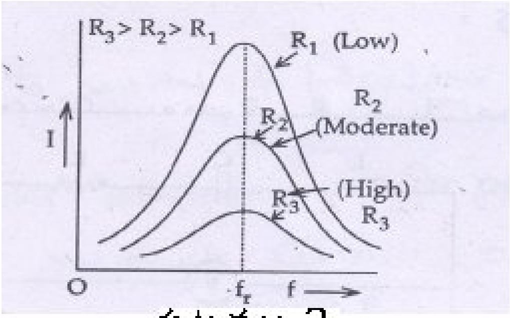


పటము 2

క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ $Q = \frac{f_r}{\beta} = \frac{f_r}{f_2 - f_1}$ −(3)

క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ $Q = \frac{2\Pi f_r L}{R} = \frac{1}{R}\sqrt{L/C}$ −(4)

వలయంలో R విలువలను తగ్గిస్తూఉంటే, అనునాదము చాలా ఖచ్చితంగా సున్నితంగా ఏర్పడుతుంది. (పటము-3)



పటము 3

పద్ధతి : పటము 1లో చూపినట్లు వలయాన్ని నిర్మించాలి. $C = 0.1\ \mu F$ $R = 50\Omega$ $L = 10mH$ వంటి విలువలను ఉంచాలి. సిగ్నల్ జనరేటర్ యొక్క నివేశన వోల్టేజి $3V$ లుగా ఉంచాలి. పౌన:పున్యం విలువలను క్రమేపి పెంచుతూ ప్రతి సందర్భంలో విద్యుతను కొలవాలి. విద్యుత్ విలువ గరిష్టనికి చేరి ఆతదుపరి క్రమేపి తగ్గుతూ వస్తుంది. I విలువలను $Y-$అక్షముపైన f విలువలను $X-$అక్షంపైన తీసుకొని గ్రాఫ్‌గీస్తే పటములో చూపినట్లుగా ఉంటుంది. అనునాద పౌన:పున్యం f_V విలువను గుర్తించి అర్ధ సామర్థ్య పౌన:పున్యం విలువలను f_1, f_2 లుగా గుర్తించాలి. పట్టీవెడల్పు, క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ రెండింటిని లెక్కించాలి.

పరిశీలనలు:

$C=\ \mu F$ $L=\ mH$ $R=\ ohm$

వరుస సంఖ్య	పౌన:పున్యము F (Hz)	విద్యుత్ ప్రవాహం R=50 Ω	విద్యుత్ ప్రవాహం R= 100 Ω

గణనలు :

గ్రాఫ్ నుండి $f_r =$ ________ HZ

$f_1 =$ ________ HZ

$f_2 =$ ________ HZ

పట్టీ వెడల్పు $\beta = \; f_2 - f_1 =$ ________ HZ

$Q-$ ఫ్యాక్టర్ $Q = \frac{f_r}{\beta} =$ ______

సిద్ధాంతం నుండి

$$f_r = \frac{1}{2\Pi\sqrt{LC}} = _______ HZ$$

$$Q = \frac{1}{R}\sqrt{L/C}$$

ఫలితం :

(1) అనునాద పౌనఃపున్యం $f_r =$ __________ ప్రయోగపూర్వకంగా

$f_r =$ __________ సిద్ధాంతపరంగా

(2) క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ $(Q) =$ __________ ప్రయోగపూర్వకంగా

$(Q) =$ __________ సిద్ధాంతపరంగా

జాగ్రత్తలు :

(1) సిగ్నల్ జనరేటర్ యొక్క వోల్టేజిని మార్చేటప్పుడు దానిని వలయం నుండి వేరుచేయాలి.

(2) అనునాద పౌనఃపున్యంకు రెండువైపులా తగిన అన్ని పరిశీలనలు తీసుకోవాలి.

(3) కలిపే తీగలు చిన్నవిగా, నిటారుగా ఉండాలి.

VIVA-VOCE:

1. LCR వలయంలో ఇంపెడిన్సుకు సూత్రం ఏది?

జ. $Z = \sqrt{R^2 + (WL - \frac{1}{wc})^2}$

2. అనునాదం వద్ద వలయంలో ఎటువంటి మార్పు కనిపిస్తుంది?

జ. కరెంట్ విలువ గరిష్ఠంగాను, ఇంపెడెన్స్ కనిష్ఠంగాను ఉంటుంది.

3. వలయంలో నిరోధం పెంచితే, అనునాదంలో ఎటువంటి మార్పు వస్తుంది?

జ. అనునాదం వద్ద సమతలంగా మారి క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ విలువ తగ్గుతుంది.

4. అనునాదం వద్ద సామర్థ్యం ఎంత?

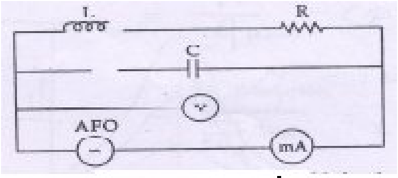
జ. సామర్థ్యం=1 కారణం వోల్టేజి, విద్యుత్ ఒకే దశలో ఉంటాయి. మరియు $WL = 1/wc \Rightarrow$ ఇండక్టివ్ ఇంపెడెన్స్ = కెపాసిటివ్ రియాక్టెన్స్.

ప్రయోగం - 7 (b) LCR. సమాంతర సంధానం వలయం - Q - కారకం

ఉద్దేశ్యం: LCR సమాంతర సంధాన వలయం నిర్మించి -కాంకం లెక్కించవలెను.

పరికరములు: 7(a) ప్రయోగంలోనివే.

సూత్రం: LCR సమాంతర సంధానం వలయం - పటము (1)

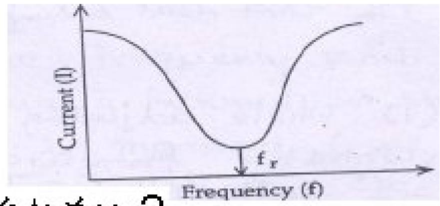


పటము 1

ఒక నిర్ధిష్ఠ సందర్భంలో వలయంలో ప్రవహించే విద్యుత్ విలువ కనిష్ఠంగా ఉంటుంది. అప్పడు పౌనఃపున్యంను అనునాద పౌనఃపున్యం అంటారు.

$$f_r = \frac{1}{2\Pi\sqrt{LC}} \quad Hert_2 \quad -(1)$$

$I - f$ ల మధ్య రేఖాచిత్రం



పటము 2

పౌనఃపున్యం $1KHZ$ ను ఉంచి తగిన విధంగా $R\ and\ L$ విలువలు సర్దుబాటు చేయాలి. విద్యుత్‌ని వలయంలో పంపి V_R, V_L, V విలువలు గుర్తించాలి. వలయంలో విద్యుత్ I ని కొలవాలి Z విలువ విలువలను 1,2 సమీకరణముల ద్వారా పొందవచ్చు.

పరిశీలనలు :

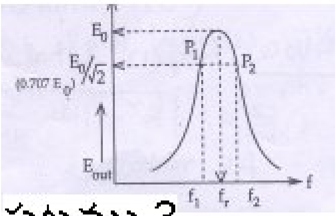
విద్యుత్ జనక పౌనఃపున్యం $f =$ _______ HZ

కోణీయ పౌనఃపున్య $W = 2\Pi f =$ _______ $rad/\sec$

ఇండెక్టన్స్ $L =$ _______ హెన్రీ.

$W^2L^2 =$ ____ Ω

Q - కారకం కనుగొనుటకు కెపాసిటర్‌కు సమాంతరంగా వోల్టేజి (E) పౌనఃపున్యం ల మధ్య గీచిన రేఖాచిత్రం పటము (3)లో



పటము 3

$$\beta = f_2 - f_1 \quad -(2)$$

$$Q = \frac{f_r}{\beta} = \frac{f_r}{f_2 - f_1} - (3)$$

$$Q = \frac{1}{R}\sqrt{L/C} \quad -(4)$$

పద్ధతి : పటము (1)లో చూపినట్లు వలయం సిగ్నలో జనరేటర్ యొక్క నివేశన వోల్టేజిని 3V ల దగ్గర ఉంచి, సిగ్నల్ జనరేటర్ సహాయంతో పౌనఃపున్య విలువలను అంచెలు అంచెలుగా పెంచుతూ విద్యుత్ ప్రవాహం I కెపాసిటర్ వోల్టేజి V గుర్తించాలి. I-f ల మధ్య V-f ల మధ్య గ్రాఫ్‌లు గీయాలి. Vf గ్రాఫ్ నుండి f_r విలువ f_1,f_2లు పొందాలి. వాటి సహాయంతో β, క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ కనుగొనవచ్చును.

పరిశీలనలు : $L =$ ______ mH; $C = \mu F$; $R =$ ______ Ω

పట్టిక: exp 7(a) లో మాదిరి.

గణాంకనలు : $f_r =$ ______ Hz

$f_1 =$ ______ Hz

$f_2 =$ ______ Hz

$\beta = f_2 - f_1 =$ ______ Hz

$Q = \frac{f_r}{\beta} =$ ________

సిద్ధాంతభాగం $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} Hz$

$$Q = \frac{1}{R}\sqrt{L/C}$$

ఫలితము

(1) అనునాద పౌనఃపున్యం : ప్రయోగం __________ *HZ* సిద్ధాంతం __________ *HZ*

(2) క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ : ప్రయోగం __________ సిద్ధాంతం __________

జాగ్రత్తలు : exp 7(a) లోనివే.

VIVA-VOCE:

1. LCR సమాంతర వలయంలో విద్యుత్ మరియు ఇంపెడెన్స్ ఏమి అవుతాయి?

జ. కరెంట్ విలువ కనిష్ఠంగాను, ఇంపెడెన్స్ విలువ గరిష్ఠంగాను ఉంటుంది.

2. సమాంతర LCR వలయం acceptor లేదా rejector ?

జ. ఇది Rejector శ్రేణీ సంధానం acceptor

ప్రయోగం - 8 ఏకాంతర విద్యుత్ వలయం యొక్క సామర్థ్య గుణకం కనుగొనుట

ఉద్దేశ్యం : ఇండక్టర్ L, నిరోధం R లు శ్రేణిలో కల్గిన LR వలయంలో ఇంపెడెన్స్ Z మరియు సామర్థ్య గుణకం $\cos\phi$ కనుగొనుట.

పరికరములు : ఇండెక్టన్స్ కాయిల్ $L = 30mH$ మరియు $r = 50\,\Omega$ నిరోధముల పెట్టె, $(0-10000\,\Omega)$, అనునాద సిగ్నల్ జనరేటర్, తక్కువ సామర్థ్యం గల ఇంపెడెన్స్, డిజిటల్ మల్టిమీటర్.

సూత్రము : $L-R-$ వలయం పటములో చూపినట్లు

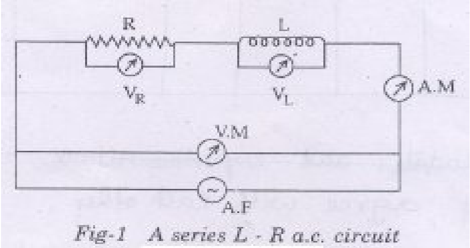


Fig-1 A series L - R a.c. circuit

పటము 1

వలయంలో మొత్తం ఇంపెడెన్స్ $Z = \frac{E}{I} = \sqrt{R^2 + W^2 L^2}\ ohm$

ఇక్కడ $E =$ విద్యుత్ జనకం యొక్క వి.చా.బ విలువ

$I -$ వలయంలో విద్యుత్

$R -$ వలయంలో నిరోధం

$L -$ ఇండెక్టన్స్ (హెన్రీ)

విద్యుత్‌జనకం యొక్క కోణీయ పౌనఃపున్యం $= 2\Pi f$

సామర్థ్యకారకం $\cos\phi = \frac{E_R}{E} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + W^2 L^2}}$

ఇక్కడ E_R నిరోధం వద్ద పొటెన్షియల్ పాతం

పద్ధతి : పటములో చూపినట్లు వలయం కలపాలి.

వరుస సంఖ్య	నిరోధము R Ω	V_R volt	V_L volt	V volt	$\sqrt{V_R^2+V_L^2}$ volt	I amp	ఇంపిడెన్స్ (z) Ω		సామర్థ్య గుణకం $\cos\phi$	
							$\frac{V}{I}$	$\sqrt{R^2+W^2L^2}$	$\frac{V_R}{V}$	$\frac{R}{\sqrt{R^2+W^2L^2}}$

ఫలితం: సిద్ధాంత పరంగా, ప్రయోగ పరంగా కనుగొనిన $V,\ Z, \cos\phi$ విలువలు ఏకీభవిస్తున్నాయి.

జాగ్రత్తలు:

1. తగినంత నివేశన వోల్టేజి ఉంచాలి.
2. సిగ్నల్ జనరేటర్ పౌన:పున్యం స్థిరంగా ఉంచాలి.
3. నిరోధం R అనేది ఇండెక్టివ్ కాదు.
4. ఉపయోగించే తీగలు నిటారుగా ఉండాలి.

VIVA-VOCE:

(1) సామర్థ్య కారకం అనగనేమి?

జ. ఏకాంతర వలయంలో సామర్థ్యం $P = V_{Vms}\ I_{rms}\cos\phi$ ఇక్కడ $\cos\phi$ ని సామర్థ్య కారకం అంటారు.

(2) $D.C.$ లో సామర్ధ కారకం ఏంత?

జ. $D.C.$ లో V మరియు I లు ఒకే దశలో ఉంటాయి. అందుచేత $\cos\phi = 1$ కారణం $\phi = 0$

(3) ఇండక్టర్‌లో V మరియు I ల మధ్య దశాబేధం ఎంత?

జ. $\Pi/2$ అంటే వోల్టేజి కంటే విద్యుత్ $\Pi/2$ వెనుకబడుతుంది.

(4) వాట్‌లెస్ విద్యుత్ అంటే ఏమిటి?

జ. ఒక పరిపూర్ణ ఇండెక్టర్ లేదా కెపాసిటర్‌లో $\phi = \Pi/2$ అంటే $\cos\phi = 0$ అంటే *power* నష్టం లేదు. అందుచేత దానిని వాట్‌లెస్ విద్యుత్ అంటారు.

ప్రయోగం - 9 సొనామీటర్ ఉపయోగించి ఏకాంతరం విద్యుత్ పౌనఃపున్యం కనుగొనుట.

ఉద్దేశ్యం : సొనామీటర్‌ని ఉపయోగించి ఏకాంతర విద్యుత్ యొక్క పౌనఃపున్యం కనుగొనుట.

పరికరములు : అయస్కాంత పదార్థంతో తయారుచేయబడిన తీగ, విద్యుత్ అయస్కాంతం, బరువుల కొంకీ, సున్నితపు త్రాసు, బరువులు.

కంపించే తీగ పౌనఃపున్యం

సూత్రం : $n = \frac{1}{2\ell}\sqrt{T/m}$ HZ

ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహ పౌనఃపున్యం

$$N = \frac{n}{2} = \frac{1}{4\ell}\sqrt{T/m} \quad HZ$$

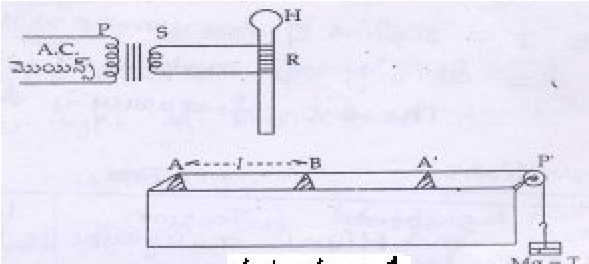
ఇక్కడ ℓ – రెండు బ్రిడ్జిల మధ్య దూరం

T – తీగలో తన్యత = Mg (డైన్స్)

M – బరువు g – గురుత్వత్వరణం

m – రేఖీయ సాంద్రత (gm/cc)

వర్ణన :



పటము 1

ఒక దీర్ఘచతురస్రాకారపు చెక్కపెట్టెపై రంధ్రములు కల్గి ఉంటాయి. దానిపై ఒక చివర నుంచి గట్టిగా లాగబడిన తీగను రెండవ చివర ఒక కప్పీపై జారవిడిచి రెండవ చివర తీగకు బరువుల కొంకీని వ్రేలాడదీస్తారు. చెక్క కత్తిమొనలను తీగ క్రిందుంచి, వాటి మధ్యదూరం అనుకూలంగా జరపవచ్చును.

ఏకాంతర విద్యుత్ సొనామీటరనలో ప్రాథమిక వలయంలో విద్యుత్ అయస్కాంతానికి $220\,volt$ ల ఏకాంతర విద్యుత్‌ను కలపాలి.

పద్ధతి : లోహపు కడ్డీపై తీగను చుట్టి దానిని ఒక ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ యొక్క గౌణవలయంలో కలపాలి. ఆ తీగకు ఒక వైపు 100 గ్రా భారం వ్రేలాడదీయాలి. తీగపై కాగితపు రైడర్‌ని ఉంచాలి. లోహపుకడ్డీని తీగపై ఉంచి చెక్క బ్రిడ్జిలను జరిపినప్పుడు ఒక నిర్ధిష్ఠ పొడవుకు కాగితపు రైడర్ పడిపోతుంది. క్రమేపి బరువులను 500 గ్రా వరకు పెంచుతూ ప్రతిసందర్భంలోను తీగపోడవు ℓ (బ్రిడ్జిల మధ్యది) కొలవాలి.

100 cm పొడవు కల్గిన ఇటువంటి తీగనే తీసుకొని దాని ద్రవ్యరాశిని సున్నితపు త్రాసులో కనుగొనాలి. ఆ తీగ పదార్ధపు రేఖీయ సాంద్రతను $m = \frac{m^1}{\ell}$ లెక్కించాలి. రేఖీయసాంద్రతను సూత్రం $m = \Pi r^2 d$ సహాయంతో లెక్కించవచ్చును. ఇక్కడ r – తీగ వ్యాసార్ధము d – తీగ పదార్ధపు సాంద్రత. తీగ వ్యాసార్ధమును స్క్రూగేజ్ సహయంతో లెక్కించవచ్చును. ఏకాంతర విద్యుత్ పౌనఃపున్యంను ఇచ్చిన సూత్రంతో లెక్కించవచ్చును.

వరుస సంఖ్య	వ్రేలాడతీసిన ద్రవ్యరాశి M (grm)	తన్యత $T = Mg$ dynes	కంపించే తీగ పోడవు			$\sqrt{T}/l$
			I trial	II trial	mean (l)	

సరాసరి విలువ =

ఫలితాలు:

100 సెం.మీ. పొడవు కల్గిన తీగ ద్రవ్యరాశి $m^1 =$ ________ g/m

రేఖీయ సాంద్రత $m = \frac{m^1}{100} =$ ________ $gram/cm$

తీగయొక్క పౌనఃపున్యం $n = \frac{1}{2\sqrt{m}}\frac{\sqrt{T}}{\ell} =$ ________ HZ

ఏకాంతర విద్యుత్ పౌనఃపున్యం $=$ ________ HZ

జాగ్రత్తలు :

1. ABల మధ్య ఉన్న తీగ ఒక ఉచ్చు ఉండరాదు.
2. సొనామీటర్ తీగకు ఎటువంటి వంకులు ఉండరాదు.
3. గాలి వలన కాగితపు రైడర్ పడరాదు.
4. ప్రతి సందర్భంలో కాగితపు రైడర్‌ని AB తీగ మధ్యలో ఉంచాలి.
5. కడ్డీ ఎటువంటి పరిస్థితులలోను సొనామీటర్ తీగను తాకరాదు.

<u>VIVA-VOCE:</u>

1. ఎందుకు ఎకాంతర విద్యుత్ పౌనఃపున్యం తీగ పౌనఃపున్యలో సగం ఉంటుంది?

జ. ప్రతి ఏకాంతర విద్యుత్ పౌనఃపున్యంలో కడ్డీ అడుగుభాగం ఒకసారి ఉత్తరధృవం, ఒకసారి దక్షిణ ధృవంగా మారుతుంది. అందుచేత తీగ రెట్టింపు సార్లు కంపిస్తుంది.

2. తీగ ఎటువంటి కంపనాలకు లోనవుతుంది?

జ. స్థిర తిర్యక్ తరంగాలు.

3. బ్రిడ్జిల వద్ద ఎటువంటి బిందువులు ఏర్పడతాయి?

జ. అస్పందనాలు ఏర్పడతాయి.

ప్రయోగం - 10 మల్టీమీటర్ నిర్మాణము

ఉద్దేశ్యం : ఏకాంతర, ఋజు విద్యుత్ ప్రవాహములు, వోల్టేజిలు నిరోధములు కొలుచుటకు మల్టీమీటర్ నిర్మించడం.

పరికరములు : గాల్వానా మాపకము, మిల్లీఅమ్మీటర్, ఒక జత నిరోధములు, రెండు ఘటములు, ఋజు విధ్యుత్ సప్లయి కలిపే తీగలు.

సూత్రం : 1. ఒక గాల్వానా మీటర్‌ను అమ్మీటర్‌గా మార్చడానికి దానికి సమాంతరంగా అల్పనిరోధం (Shunt) కలపాలి ఆ షంట్ నిరోధం R_S అయితే

$$R_S = \frac{R_g}{\frac{I}{I_S} - 1} \quad -(1)$$

ఇక్కడ R_g - గాల్వానా మీటర్ నిరోధం

I - గరిష్ఠ విద్యుత్ ప్రవాహం

I_g - పూర్తి స్కేలు అపవర్తనానికి విద్యుతు

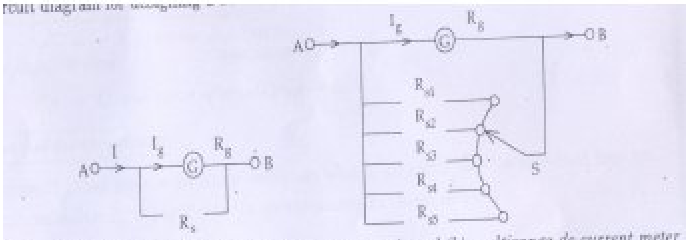


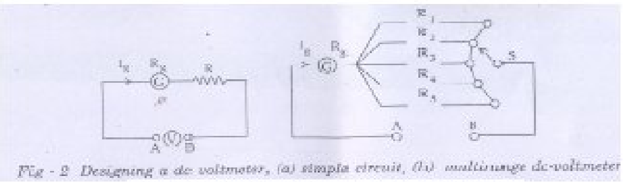
Fig - 1 Designing a dc (ammeter), (a) simple circuit and (b) multirange dc-current meter

పటము 1(a) &1 (b)

2. ఒక గాల్వానామీటర్‌ని వోల్టుమీటర్‌గా మార్చడానికి దానికి శ్రేణీలో అధిక నిరోధం కలపాలి.

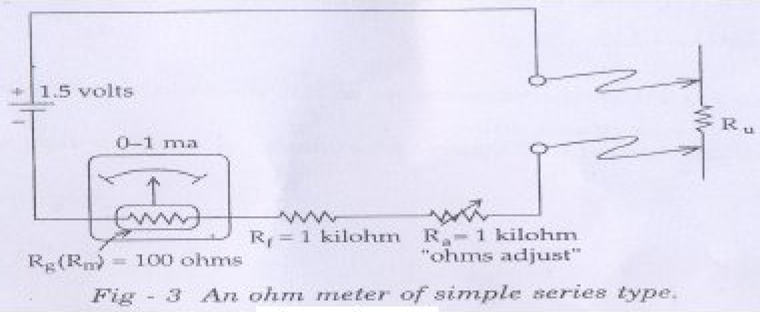
$$R = \frac{V}{I_g} - R_g \quad -(2)$$

ఇక్కడ V – కొలవ వలసిన గరిష్ట వోల్టేజి



పటము 2(a) &2(b)

3. ఒక ఓమ్-మీటర్ (నిరోధం కొలచే) అనేది ఖచ్ఛితమైన పరికరము కాదు. కాని దీనిని కొన్ని ఇతర కొలతలకు ఉపయోగిస్తారు.



పటము 3

పద్ధతి మరియు పరిశీలనలు :

(1) $D.C.$ అమ్మీటర్ నిర్మాణము : మొదట గాల్వానా మాపకం యొక్క నిరోధం R_g కొలవాలి. ఇప్పడు $D.C.$ జనకం దానికి కలపాలి. పూర్తి స్కేలు అపవర్తనానికి కావలసిన విద్యుత్ ప్రవాహమును I_g ని కొలవాలి. మనకు కావలసిన అమ్మీటర్ రేంజి బట్టి కావలసిన నిరోధం లెక్కించి సమాంతరంగా కలపాలి. స్కేలును ఈ క్రింది విధంగా క్రమాంకనం చేయాలి.

ఉదా : $I_g = 1\mu A \quad I = 250\mu A$

$$R_S = \frac{R_g}{\frac{250}{1} - 1} = \frac{R}{249}\Omega$$

R_S విలువలు తగిన విధంగా నిర్ణయించి అమ్మీటర్ రేంజ్‌లను $250mA, 5mA, 10mA, 50mA$ మొదలగు వాటిని నిర్మించవలెను.

(2) $D.C.$ వోల్టుమీటర్ : $I_g = 1mA$ అయితే

$$R = \frac{V}{I_S} - R_g = \frac{10V}{1mA} - R_g = 10000 - R_g$$

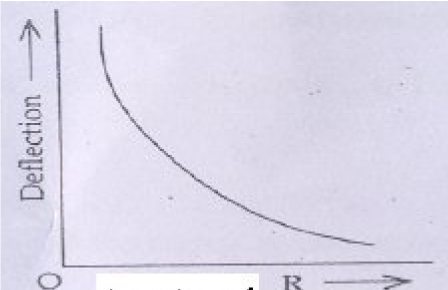
పై సూత్రం సహాయంతో R విలువలను మారుస్తు $D.C.$ వొల్టుమీటర్‌లు $10V, 25V, 100V$ మరియు $250V$ స్థాయిలో నిర్మించవలెను.

(3) ఏకాంతర విద్యుత్ కొలచే అమ్మీటర్, వొల్టుమీటర్ నిర్మాణం : మొదట ఏకాంతర విద్యుత్‌ను పూర్తి తరంగ థిక్కరణ సహాయంతో మార్చాలి. తదుపరి దానిని క్రమాంకనం చేయాలి.

(4) ఓమ్-మీటర్-నిర్మాణం : పటము (3)లో చూపినట్లు వలయం పూర్తి చేయాలి.

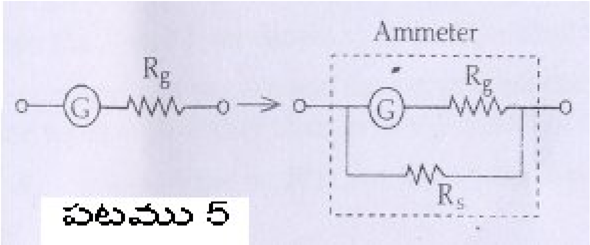
ఇప్పడు తీగలు షార్ట్‌సర్క్యూట్ $(R_4 = 0)$ చేయాలి. ఓమ్‌సా&థయి మార్చగల్గిన అమరిక సహాయంతో (R_a) పూర్తి స్కేలు అపవర్తనం వచ్చే విధంగా మార్చవలెను.

R_V విలువలను తగిన విధంగా అమర్చి గాల్వానామీటర్ స్కేలు క్రమాంకనం చేయాలి. అధిక నిరోధం వలయంలో కలిపినట్లుయితే స్కేలు ఏకరీతిగా ఉండరాదు. పటము (4)లో చూపినట్లు క్రమాంకన వక్రమును నిర్మించాలి.



పటము 4

(5) మీటర్‌లు పరిశీలించడం : పటము (5) లో చూపినట్లు ఒక స్థిరమైన నిరోధం R_V, ఒక మారే స్వభావము ఉన్న బుజు విద్యుత్ సప్లయి, ఒక అమ్మీటర్‌ను ఒక ప్లగ్‌కీ శ్రేణిలో కలపాలి.



పటము 5

AB వద్ద వోల్టేజిలు మారుస్తూ వోల్టుమీటర్ రీడింగులు V_{AB} మరియు V_R లను జనకం వద్ద, నిరోధం వద్ద కొలవాలి. నిరోధం R ను ఒక ఓమ్‌మీటర్ సహాయంతో కొలవాలి. అదే సమయంలో మిల్లీఅమ్మిటర్ రీడింగులు గుర్తించాలి.

సప్లై ఓల్టేజి (v)	**కొలిచిన ఓల్టేజి** V.M (v)	**కొలిచిన విద్యుత్ ప్రవాహం** by A.N (I amp)	**ఓమ్ మీటర్‌తో కొలచిన నిరోధం** ohm-meter(R Ω)	**గణించిన నిరోధం** $(\frac{V}{I})$ ohm = R

ఫలితము : ఇచ్చిన మిల్లీ అమ్మీటర్‌ని, అమ్మీటర్‌గా, వోల్టుమీటర్‌గా, ఓమ్-మీటర్‌గా మార్చి పరిశీలించితిమి.

జాగ్రత్తలు :

1. అమ్మిటర్‌ని ఎప్పడు శ్రేణీ సంధానంలో కలపాలి.

2. వోల్టుమీటర్‌ని ఎప్పడు సమాంతర సంధానంలో కలపాలి.

3. ఓమ్-మీటర్‌ని ఉపయోగించేటప్పడు శూన్యాంక సవరణ చేయాలి.

VIVA-VOCE:

1. ఆదర్శ అమ్మీటర్ అంతర్ నిరోధం ఎంత?

జ. శూన్యం

2. ఆదర్శ వొల్టుమీటర్ అంతర్ నిరోధం ఎంత?

జ. అనంతరం

3. షంట్ ఉపయోగాలు ఏవి?

జ. అధిక విద్యుత్ ప్రవాహముల నుండి గాల్వానామీటర్‌ను కాపాడటం మరియు రెంజ్ పెంచడం.

4. ఓమ్-మీటర్‌లో శూన్య సవరణ ఎందుకు?

జ. బ్యాటరీ వొల్టేజిలో జరిగే మార్పులను క్రమాంకనం చేయడం.

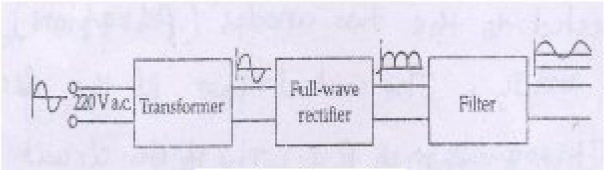
ప్రయోగం - 11 డి.సి. పవర్ సప్లై నిర్మాణము

ఉద్దేశ్యం : డి.సి. పవర్ సప్లైని నిర్మాణము చేసి దాని ఓల్టేజి రెగ్యులేషన్ అధ్యయనము చేయుట.

పరికరములు : స్టెప్‌డౌన్ ట్రాన్స్‌ఫార్మరు (12వోల్టులు), రెండు ఏక దిక్కీకరణ డయోడులు, L.F. చోక్ (ప్రేరణచుట్ట) రెండు కెపాసిటర్లు (1000 Mf / 24V), 10K పొటెన్షియోమీటర్, ఓల్ట్‌మీటర్, సంధాన తీగలు.

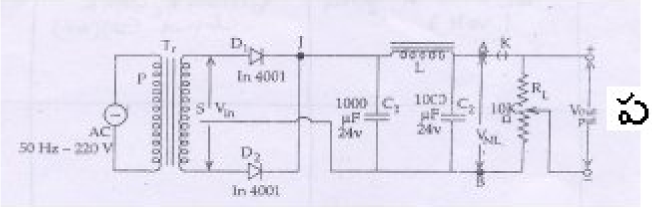
సిద్ధాంత భాగము : స్టెప్‌డౌన్ ట్రాన్స్ ఫార్మరు ద్వారా మెయిన్స్ ఓల్టేజిని తగ్గించిన తర్వాత రెక్టిఫయర్ వలయము ద్వారా ఏక దిక్కీకరణ చెందించి, ఫిల్టరు వలయములను ఉపయోగించి రిపిల్ ఓల్టేజిని తగ్గించవలెను.

సంధానా వలయము చూపబడినది



పటము 1

మెయిన్స్ ఓల్టేజి $220V\,50Hz$ స్టెప్‌డౌన్ ట్రాన్స్‌ఫార్మరు $(12V)$ సెకండరీ నుండి తగ్గింపబడిన ఓల్టేజిని పొందవచ్చును. రెండు ఏకదిక్కీకరణ డయోడులు ద్వారా పూర్ణ తరంగ ఎక దిక్కీకరణ సాధించిన పిమ్మట ఫిల్టరు వలయములోని ప్రేరణ చుట్ట, కండెన్సరులు రిపిల్ ఓల్టేజిని తగ్గించును. ఆ పిమ్మట లభ్యమైన డి.సి.ఓల్టేజిని (భార) లోడ్ నిరోధమునకు తగిలించి ఔట్‌పుట్ ఓల్టేజిని పొందవచ్చును.



పటము 2

భారము శూన్యమయినప్పడు ఓల్టేజి V_{nl}, భారమున్నప్పడు ఓల్టేజి V_0 అయిన

ఓల్టేజి రెగ్యులేషన్ శాతము $= \left(\dfrac{V_{nl} - V_0}{V_0}\right) X100$

ప్రయోగ పద్ధతి : పటము (1) లో చూపిన విధానములో వలయమును సంధానము చేయవలెను. ట్రాన్స్‌ఫార్మరు ప్రైమరీని మెయిన్స్ ఓల్టేజికి కలుపవలెను. సెకండరీ రెండు కొనలను పటములో చూపినట్లు రెండు డయోడులకు కలుపవలెను. సెకండరీ మధ్య బిందువును ఫిల్టరు వలయమునకు పటములో చూపినట్లు

కలుపవలెను. డయోడ్‌ల రెంటి ఋణధృవాలను కలిపే సంధి బిందువును ఫిల్టరు వలయంనకు కలుపవలెను. ఫిల్టరు వలయమును భార నిరోధమునకు, ఓల్ట్‌మీటరుకు పటములో చూపినట్లు కలుపవలెను.

ట్రాన్స్‌ఫార్మరు ప్రైమరీకి స్విచ్‌వేసి మెయిన్స్ ఓల్టేజిని అందించవలెను. పొటెన్షియో మీటరులో తొలుత గరిష్ఠ నిరోధముండునట్లు చూచుకొనవలెను. వివిధ భార నిరోధముపు విలువలకు సంబంధించిన V_R విలువలను కనుగొని పట్టికలో పొందుపరచవలెను. శూన్య భారమునకు సంబంధించిన నిర్గమన ఓల్టేజి VNL కొలవాలి.

$$V_R = \left(\frac{V_{NL} - V_0}{V_0} \right) X\,100$$

వరుస సంఖ్య	VNL = K **తెరచి ఉంచినప్పడు పొటన్షియల్ బేధం** VNL(volt)	K **మూసి ఉంచి** R_L **వద్ద వద్ద ఉంచినప్పడు పొటన్షియల్ బేధం** $(V_O)_{log}$	**రెగ్యులేషన్ శాతము** $= \left(\frac{V_{NL} - V_O}{V_O} \right) X100$

ఫలితము: భారనిరోధము మార్పుతో ఓల్టేజి రెగ్యులేషను మారును.

మౌలిక ప్రశ్నలు :

1. ఓల్టేజి రెగ్యులేషను ప్రాముఖ్యత ఏమి?

జ. నిర్దిష్ట ఓల్టేజి నిచ్చుటలో ఏకదిక్కీకరణ ఫిల్టరు వలయములకు గల అభిలక్షణమును తెలియజేస్తుంది.

2. ఫిల్టరు వలయము యొక్క ఉపయోగమేమి?

జ. ఏకధికరణి నిర్గమన ఓల్టేజిలో గల $a.c.$ అంశమును తగ్గించుట

3. రిపుల్‌ఓల్టేజి విలువ దేన్ని తెలియజేస్తుంది?

జ. ఏకదిక్కరణి నిర్గమన ఓల్టేజిలో గల ఏకాంతర విద్యుత్ ఓల్టేజి అంశం యొక్క విలువ

4. రిపుల్‌కారకమననేమి?

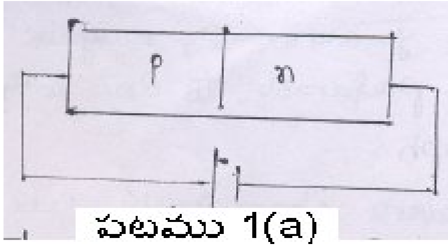
జ. రిపుల్‌కారకము = రిపుల్‌ఓల్టేజి / డి.సి.ఓల్టేజి

ప్రయోగం - 12 P-N సంధి డయోడ్ అభిలక్షణ వక్రములు

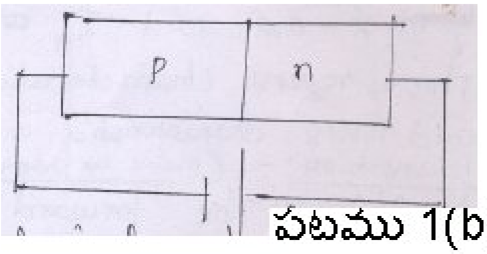
ఉద్దేశ్యం: అర్ధవాహక $P-N$ సంధిడయోడ్ అభిలక్షణ వక్రములను నిర్మించుట.

పరికరములు : 2V బ్యాటరీ, (0-50mA) మిల్లీఆమ్మీటరు, (0-50mA) మైక్రోఆమ్మీటరు, ఓల్ట్‌మీటరు, పొటెన్షియోమీటరు, స్విచ్.

సిద్ధాంతము: సంధిడయోడ్ P వైపు ధనాత్మక శక్మమును, N వైపు ఋణశక్మమును ఇచ్చిన సంధి డయోడ్‌కు పురోశక్మమీయబడినదనియు, P వైపు ఋణశాక్మమును, N వైపు ధనశక్మమునకు కలిపిన, సంధిడయోడ్‌కు తిరోశక్మమీయబడినదనియు అందురు.



పటము 1(a)



పటము 1(b)

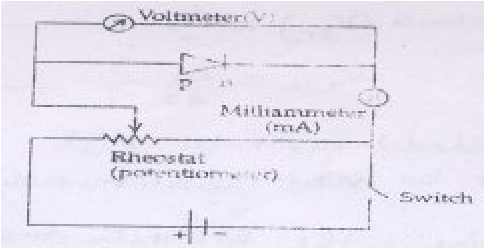
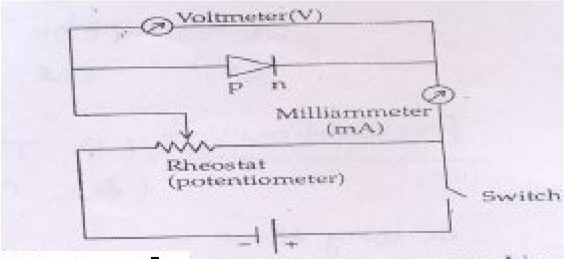
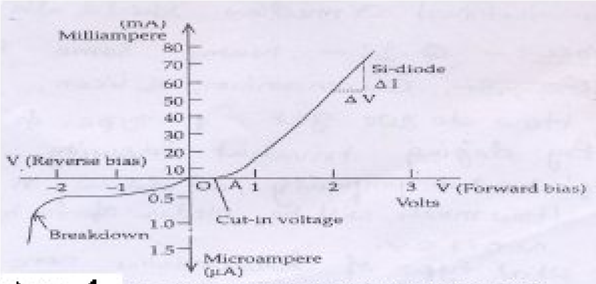


Fig - 2 p – n junction forward bias

పటము 2



పటము 3 p – n junction reverse bias



పటము 4 *V – I characteristics of a junction diode*

ప్రయోగ పద్ధతి : సంధి డయోడ్ O యొక్క P,N కొనలను గుర్తించవలెను. రెండవ పటములో చూపినట్లు వలయమును సంధానము చేసినచో సంధి డయోడ్‌నకు పురోశక్మమీయబడినది తెలుసుకొనవలెను. పొటెన్షియో మీటరును సర్దుబాటు చేయడం ద్వారా నివేశన ఓల్టేజిని క్రమేపి మారుస్తూ వివిధ ఓల్టేజి విలువలకు సంబంధించిన విద్యుత్ ప్రవాహపు విలువలను కనుగొని పట్టికలో పొందుపరచవలెను. X-అక్షముపై V_f విలువలను Y – అక్షముపై I_f విలువలను నిర్దేశిస్తు గ్రాఫను గీయవలెను. అదే పురోగామి అభిలక్షణ వక్రము.

సంధి డయోడ్ కొనలకు బ్యాటరీని ఇంతకు పూర్వము కలిపిన విధానాన్ని పటము 3 లో చూపినట్లు మార్చి వివిధ V_r విలువలకు సంబంధించిన I_r విలువలను కనుగొనవలెను. V_r విలువలను ఋణ X – అక్షముపైన I_r విలువలను ఋణ Y – అక్షముపైన నిర్దేసిస్తూ గ్రాఫ్ గీయవలెను. తద్వారా తిరోగామి అభిలక్షణ వక్రమును రాబట్టవచ్చును.

వరుస సంఖ్య	**డయోడ్ఓల్టేజి పురోగామిశక్మము** V_F (volts)	**డయోడ్విద్యుత్ తిరోశక్మము** I_F (mA)

ఫలితము :

1. పురోగామి, తిరోగామి అభిలక్షణ వక్రములను నిర్మించబడినవి.

2. (O.A). కటిన్ ఓల్టేజి =

3. D.C పురోగమన నిరోధము $r_{dc} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = ____ \Omega$

4. A.C పురోగమన నిరోధము $r_{ac} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = ____ \Omega$

జాగ్రత్తలు :

1. (నివేశన ఓల్టేజి ఎక్కువగా ఉండరాదు.

2. బయాస్ ఓల్టేజిని మార్చినప్పడు అమ్మీటరు కొనలను కూడా అనువుగా మార్చుకొనవలెను.

మౌలిక ప్రశ్నలు :

1. అర్ధవాహకములు కొన్నింటిని పేర్కొనుము?

జ. జర్మేనియం, సిలికాన్, సిలీనియం, ఇండియం.

2. P మరియు N రకముల అర్ధవాహకములను ఎట్లు రాబట్టవచ్చు?

జ. మూడు వాలన్సీ గల మలినమును కలిపి P అర్ధవాహకమును ఐదు వాలన్సీగల మలినమును కలపడం ద్వారా N అర్ధవాహక పదార్ధమును రాబట్టవచ్చు.

3. నిషిద్ధశక్తిపట్టీ (for bidden energy gap) అననేమి? అర్ధవాహకములకు సుమారు ఎంత విలువ ఉండును?

జ. వహనపట్టీ, సంయోజనీయ పట్టీల అంతరమును నిషిద్ధ ఖాళీ అందురు. అర్ధవాహకములకు దీని విలువ సుమారు $0.1ev$.

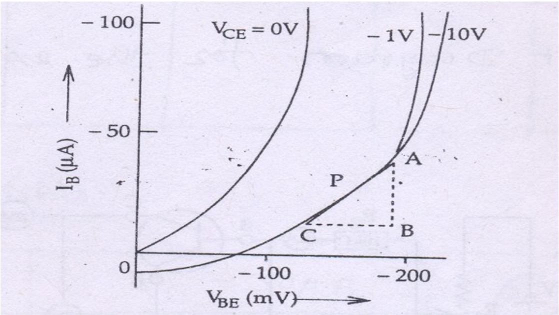
A.C పురోగమన నిరోధము

ప్రయోగం - 13 ట్రాన్సిస్టరు అభిలక్షణాలు

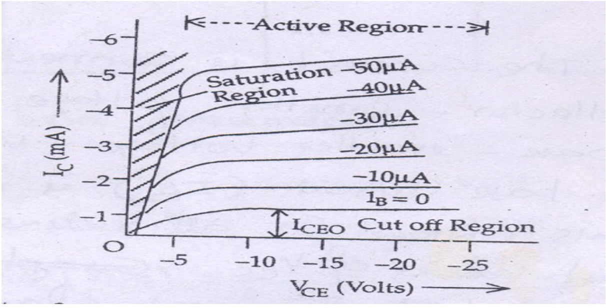
ఉద్దేశ్యం : ట్రాన్సిస్టరు (PNP) అభిలక్షణాలను అధ్యయనం చేయుట (వలయమును కామన్ ఎమిటర్ పద్ధతిలో ఉపయోగించినప్పుడు) మరియు హైబ్రిడ్ పరిమితులును కనుగొనుట.

పరికరములు : AC128, AC125 లాంటి ట్రాన్సిస్టరు, 0-12X డి.సి. పవర్ సప్లై (రెండు) -2V ఓల్ట్‌మీటరు, 10Kv ఆమ్మీటరు, నిరోధము, రెండు పొటెన్షియామీటరులు లేదా రియోస్టాట్‌లు.

మొదటిపటము ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క నివేశ అభిలక్షణాన్ని, రెండవ పటము నిర్గమ అభిలక్షణాన్ని తెలియజేస్తాయి.



పటము -1



పటము -2

హైబ్రిడ్ పెరామీటర్లను తెలియజేయు పద్ధతి

1. నివేశన అవరోధము (ఇన్‌పుట్ ఇంపిడెన్సు) $\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B} | VCE$ ఓమ్‌లు

2. నిర్గమన అడ్మిటన్స్

3. పురో విద్యుత్ప్రవాహనిష్పత్తి

4. తిరో ఓల్టేజి నిష్పత్తి

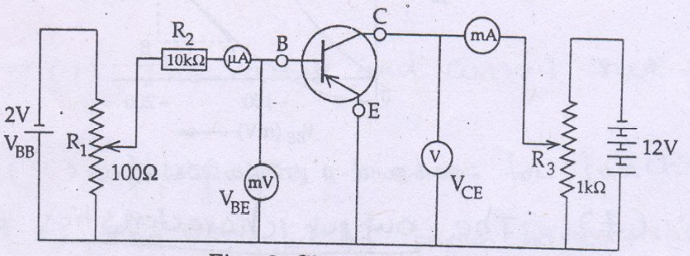


Fig - 3 Circuit diagram

ప్రయోగ పద్ధతి : పటములో చూపిన విధముగా వలయమును సంధానము చేయవలెను. V_{CE} విలువను స్థిరంగా ఉంచి, V_{BE} విలువను స్వల్పంగా మారుస్తూ దశలలో సంబంధిత I_B విలువలను కొలవవలెను. ప్రతి సందర్భంలో V_{CE} స్థిరత్వాన్ని నిర్ధారించుకోవాలి. పిమ్మట V_{CE} ని మరో రెండు విలువ వద్ద స్థిరంగా నుంచి ప్రయోగాన్ని తిరిగి కొనసాగించాలి. V_{CE} విలువను $X-$ అక్షముపైన I_B విలువను $Y-$ అక్షముపై నిర్దేసించి గ్రాఫ్‌గీయాలి. తద్వారా నివేశన అభిలక్షణ వక్రములను రాబట్టవచ్చు.

I_B విలువను స్థిరంగా ఉంచి, V_{CE} నిమారుస్తూ సంబంధిత I_C విలువలను కొలవాలి. వివిధ I_B విలువల వద్ద ప్రయోగాన్ని కొనసాగించాలి. V_{CE} విలువను $X-$ అక్షముపైన, I_C విలువను $Y-$ అక్షముపైన నిర్దేసిస్తూ గ్రాఫును గీయాలి. తద్వారా నిర్గమన అభిలక్షణ వక్రాలను రాబట్టవచ్చు.

అభిలక్షణ వక్రముల సహాయంతో హైబ్రిడ్ పరామీటర్లను కనుగొనవచ్చు.

S.No	V_{CE} = 0v		V_{CE} = -1v		V_{CE} =-10v	
	V_{BE} (mV)	I_B (μA)	V_{BE} (mV)	I_B (μA)	V_{BE} (mV)	I_B (μA)

S.No	$I_B = 0\ \mu A$		$I_B = 50\ \mu A$		$I_B = 100\ \mu A$		$I_B = 150\ \mu A$	
	V_{CE} (V)	I_C (mA)	V_{CE} (V)	I_C (mA)	V_{CE} (V)	I_C (mA)	V_{CE} (V)	I_C (mA)

హైబ్రిడ్ పరామీటరులను కనుగొనుట :

నివేశ అభిలక్షణము నుండి CB = __________________ volt.

AB = __________________ amp.

నివేశన అవరోధము h_{ie} = CB/AB = ______________ Ω.

$(V_{BE})_1$ = __________________ volt. $(V_{CE})_1$ = __________________ volt.

$(V_{BE})_2$ = __________________ volt. $(V_{CE})_2$ = __________________ volt.

తిర్ వోల్టేజి నిష్పత్తి $$h_{re} = \frac{(V_{BE})_1 - (V_{BE})_2}{(V_{CE})_1 - (V_{CE})_2} = -----$$

నిర్గమ అభిలక్షణము నుండి

BC = __________________ amp.

AC = __________________ volt.

నిర్గమ అడ్మిటన్స్ (h oe) = BC/AC = ________________________siemen

$(I_B)_1$ = __________________ amp. $(I_C)_1$ = __________________ amp.

$(I_B)_2$ = __________________ amp. $(I_C)_2$ = __________________ amp.

పురోవిద్యుత్తు వృద్ధి $h_{fe} = \frac{(I_C)_2 - (I_c)_1}{(I_B)_2 - (I_B)_1} = -----$

ఫలితము :

1) అభిలక్షణ వక్రములను గీచితిని.

2) h_{ie} = __________________ ohms.

3) h_{re} = __________________

4) h_{oe} = __________________ ohms.

5) h_{fe} = __________________

జాగ్రత్తలు :

1. అధిక వోల్టేజిలను అన్వయించరాదు.

2. సంధులకు సరియైన బయాస్‌ను ఇవ్వాలి.

3. నివేశ అభిలక్షణము సందర్భమున V_{CE} విలువను ; నిర్గమ అభిలక్షణ సందర్భమున I_B విలువను స్థిరంగా ఉంచాలి.

1. ట్రాన్సిస్టర్ మూడు ప్రాంతములు ఏవి? వాటిని ఎలా మాదీకరిస్తారు?

జ. ఉద్గారి, ఆధారము, సేకరిణి, ఉద్గారిణిని అధికంగాను, ఆధారాన్ని అల్పంగాను మరియు సేకరిణి మధ్యస్తంగాను మాదీకరణము చేస్తారు.

2. PNP ట్రాన్సిస్టర్‌లో అధిక విద్యుత్తువాహకాలు ఏమి ?

జ. రంధ్రాలు

3. ట్రాన్సిస్టర్ అధికంగా ఉపయోగించు విధానము (mode) ఏది ?

జ. ఉమ్మడి ఉద్గార విధానము (CE) . ఈ విధానములో అధిక విద్యుత్తు, వోల్టేజి వృద్ధిలు ఉన్నాయి.

4. ట్రాన్సిస్టర్ ఉపయోగాలు ఏవి ?

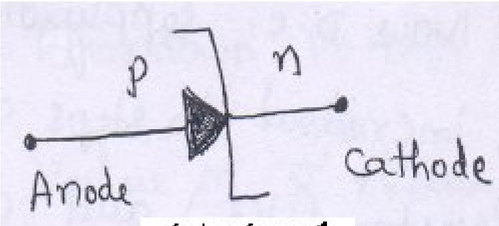
జ. 1) వర్ధకముగా 2) డోలకముగా 3) స్విచ్‌గా 4) Analog వలయాలలో

ప్రయోగం - 14 జీనర్ డయోడ్ అభిలక్షణ వక్రము

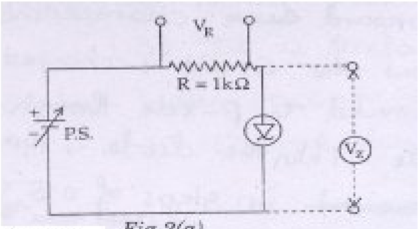
ఉద్దేశ్యం : జీనరు డయోడ్ అభిలక్షణ వక్రాలను నిర్మించుట.

పరికరములు : జీనరు డయోడ్‌లు $[3.9V, 6.2V, 10.0V]$ $0-20v\,DC$ పవర్ సప్లై $0-15V$ ఓల్టుమీటరు మరియు $0-50mA$ అమ్మీటరు.

సిద్ధాంతం : మలినగాఢత ఎక్కువగా నుండు $P-N$ సంధి డయోడ్‌ను జీనరు డయోడ్ అనవచ్చును. జీనరు డయోడ్‌ను పటములో చూపినట్లు సూచింపవచ్చును.



పటము 1



పటము 2(a) Fig-2(a) Forward biased Zener Diode

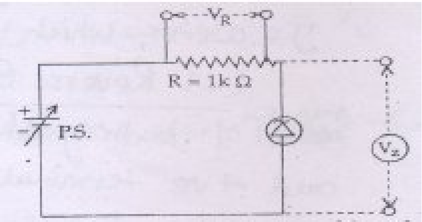
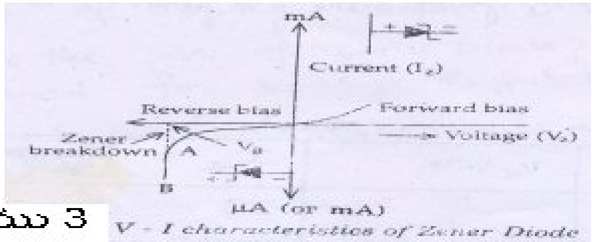


Fig - 2 (b) Reverse biased

పటము 2(b)

అభిలక్షణ వక్రమ్‌లు



పటము 3 V - I characteristics of Zener Diode

ప్రయోగ పద్ధతి :

1. డయోడ్ కొనలను గుర్తించుట : మల్టీమీటరును నిరోధము కొల్చు పద్ధతిలో నుంచి, మీటరు ధన ధృవమును డయోడ్ ఒకకొనకు, ఋణధృవమును మరొక కొనకు కలుపవలెను. ఆ సందర్భంలో నిరోధము తక్కువగా నున్నచో, మీటరు ధనధృవమునకు కలిపిన డయోడ్‌కొన P వైపుగా గుర్తించవచ్చును. నిరోధము హెచ్చుగానున్నచో ధనధృవమునకు కలిపిన కొనను N వైపుగాను గుర్తించవలెను.

2. పురోశక్మ విధానము: పటము 2(ఎ)లో చూపిన విధముగా వలయమును సంధానము చేయవలెను. బ్యాటరీ ధనధృవమును 1KV నిరోధము ద్వారా డయోడ్ P వైపునకు కలుపవలెను. బ్యాటరీ ఋణధృవాన్ని డయోడ్ N వైపునకు కలుపవలెను. తొలిగా శూన్యస్థానమునందున్న డి.సి.పవర్ సప్లైని క్రమేపి మారుస్తూ డయోడ‌ు కొనల మధ్య ఓల్టేజిని దశల వారీగా 0.2V చొప్పన పెంచుతూ నిరోధ కొనల మధ్య ఓల్టేజిలను కొలచి పట్టికలో పొందుపరచవలెను. V_Z విలువలను X అక్షముపైన I_Z విలువలను Y-అక్షముపైన నిర్దేశిస్తు గ్రాఫు గీయవలెను.

3. తిరోశక్మ విధానము : పటము 2(బి)లో చూపిన విధంగా వలయము సంధానము చేయవలెను. బ్యాటరీ ధృవాని జీనరు డయోడ్ N వైపునకు కలుపవలెను. డయోడ్ P వైపును 1KV నిరోధము ద్వారా బ్యాటరీ ఋణధృవానికి కలుపవలెను. దశలవారీగా ఇంతకు పూర్వము వలెనే పవర్‌సప్లైని విలువను మారుస్తూ V_2 మరియు తత్సంబంధిత V_R విలువను కొలచి పట్టికలో పొందుపరచవలెను. ఒక దశకు చేరిన తరువాత V_Z విలువలు పెరిగిననూ V_Z స్థిరముగానున్నట్లు గమనించవచ్చును. V_Z విలువలను X -అక్షముపైన I_Z విలువలను Y – అక్షముపైన నిర్దేసిస్తూ గ్రాఫు గీయవలెను.

S.No	V_R (volt)	V_z	$I_z = \frac{V_R}{R}$ mA

S.No	V_R (volt)	V_z	$I_z = \frac{V_R}{R}$ mA or μA

ఫలితం : 1. పురోశక్మ, తిరోశక్మ అభిలక్షణ వక్రములు నిర్మంపబడెను.

2. ఇచ్చిన జీనరు బ్రేక్‌డౌన్ ఓల్టేజిలు కనుగొనబడినవి.

జాగ్రత్తలు :

1. R విలువ హెచ్చుగా ఉంచడం ద్వారా డయోడ్ వ్రాహమును పరిమితి లోపలనుంచవచ్చును. తద్వారా డయోడ్‌పవరు పరిమితికి లోబడి యుండవచ్చును.

2. డయోడులో విద్యుత్ ప్రవాహము ఎక్కువసేపు కొనసాగింపరాదు.

మౌలిక ప్రశ్నలు :

1. జీనరు బ్రేక్‌డౌను దేని మీద ఆధారపడను?

జ. మలిన గాఢత మీద

2. జీనర్‌డయోడులను ఎక్కువగా ఎక్కడ వాడతారు?

జ. ఓల్టేజి రెగ్యులేషనుకు

3. సిలికాన్‌నే జీనరు డయోడులకు ఎక్కువగా వాడతారు ఎందువలన?

జ. 1) సిలికాన్ ఉష్ణవాహకత్వం ఎక్కువ తద్వారా దక్షత ఎక్కువ 2) పురోగామి సంతృప్త ప్రవాహము సిలికాన్‌కు తక్కువ 3) ఉష్ణప్రభావాలు సిలికాన్‌కు తక్కువ.

ప్రయోగం - 15 కిర్‌కాఫ్ సూత్రములను నిరూపించుట

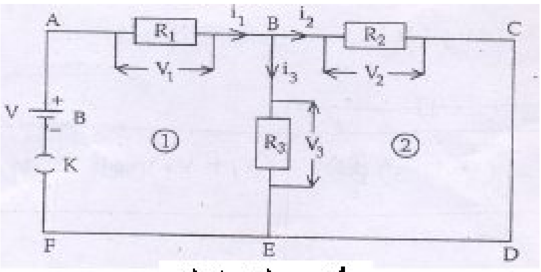
ఉద్దేశ్యం : విద్యుత్తుకు సంబంధించిన, కిర్‌కాఫ్ నియమములను నిరూపించుట.

పరికరములు : 6V బ్యాటరీ, మూడు నిరోధాల పట్టెలు (0-1000) డిజిటల్ మల్టీమీటరు, ప్లగ్‌కీ, సంధాన తీగలు.

సిద్ధాంతము : సంక్లిష్ట విద్యుత్‌వలయముల విశ్లేషణకు కిర్‌కాఫ్ నియమములు ఉపయోగపడతాయి.

మొదటి నియమము : ఏదైనా సంధివద్ద కలుసుకొనే విద్యుత్ప్రవాహాల బీజీయ మొత్తము శూన్యము.

రెండవ నియమము : ఏదైనా మూసిఉన్న వలయములోని విద్యుచ్ఛాలక బలములు, పొటన్షెక బేధముల బీజీయ మొత్తము శూన్యము.



పటము 1

పటము చూపబడిన విద్యుత్ వలయములోని బి బిందువు పరంగా కిర్‌కాఫ్ మొదటి నియమము ప్రకారము

ABEFA అను మూసిఉన్న వలయమునకు కిర్‌కాఫ్ రెండవ సూత్రమును అన్వయిస్తే

$$V = V_1 + V_3 \text{ ____ } (2)$$

BCDEB అను వలయమునకు రెండవ నియమమును వర్తింపజేస్తే

$$V_2 = V_3 \text{ _____ } (3)$$

ACDFA వలయానికి రెండవ నియమాన్ని వర్తింపజేస్తే

$$V_1 + V_2 = V \text{ _____ } (4)$$

పటములో చూసిన వలయాన్ని సంధానం చేసి ఈ నాలుగు సమీకరణాలను నిరూపించడం ద్వారా కిర్‌కాఫ్

నియమాలను నిరూపించవచ్చు.

ప్రయోగ పద్ధతి: పటములో చూపిన విధంగా వలయాన్ని సంధానం చేయాలి. R_1, R_2 నిరోధాల పెట్టెలలో 1000 Ω పై విలువ ఉండేటట్లు దశలవారిగా విలువను మారుస్తూ V_1, V_2, V_3 విలువలను కొలుస్తూ R_1, R_2, R_3 విలువలతో సహా పట్టికలో పొందుపరచాలి. v_1, v_2, v_3 విలువలను గణించాలి. R_1, R_3 లను స్థిరంగా ఉంచి R_2 విలువను మారుస్తూ, అలాగే R_2, R_3 లను స్థిరంగా ఉంచి, R_1 విలువను మారుస్తూ ప్రయోగమును మరొకమారు చేయవచ్చు.

పరిశీలనలు :

S.No	Resistence $R_3\ \Omega$ నిరోధము	Potential difference పొటన్షియల్ బేధము			Current in amp విద్యుత్తు		
		V_1(v)	V_2(v)	V_3(v)	$i_1 = \frac{V_1}{R_1}$	$i_2 = \frac{V_2}{R_2}$	$i_3 = \frac{V_3}{R_3}$

నియమాల నిరూపణ :

బ్యాటరీ విద్యుచ్ఛాలక బలం = ఓల్టులు

S.No	i_1	$i_2 + i_3$	$V_1 + V_3$	$V_1 + V_2$	V_2	V_3

ప్రతి సందర్భములోను v_1 విలువ $(v_1 + v_2)$ విలువకు సమంగా ఉండుట కిర్‌కాఫ్ మొదటి నియమాన్ని నిరూపిస్తుంది.

ప్రతి సందర్భములోను $V_1 + V_3 \approx V, V_1 + V_2 \approx V$ మరియు $V_2 \approx V_3$ అను విషయాన్ని గమనించడం ద్వారా కిర్‌కాఫ్ రెండవ నియమాన్ని నిరూపణ జరుగుతుంది.

జాగ్రత్తలు :

1. కిర్‌కాఫ్ నియమాలు ఏ నిత్యత్వ సూత్రములను సూచిస్తాయి?

జ. మొదటి నియమము విద్యుదావేశ నిత్యత్వాన్ని రెండవ నియమము శక్తి నిత్యత్వా సూత్రాన్ని సూచిస్తాయి.

2. A.C. వలయాలకు కిర్‌కాఫ్ నియమాలు వర్తిస్తాయి?

జ. అవును వర్తిస్తాయి. ఓల్టేజి, విద్యుత్ప్రవాహము, అవరోధముల (Complex) విలువలను ఉపయోగించాలి.

Äý$*°sý & IV

´ëuÿ... & 16

yþh r Ìý GË{ÍÍ>¦°ÍÍüÞ & AÆÿÐþ$sýÍÍü ÐþËÄý*Ë$

A¿êÅ¦ÜÐþ$$ Äý$$ÍÍüP Ðþ$$QÅ E§þÔýÅÐþ$$@

§éÓ...Ôé Ðþ*¯þÐþ$$ÌZ ÍÍü*yþÍÍüË¯þ$ ™þË$¦Ü$ÍÍö° ÑÀ¯þ² Ìêh ÍÍü ÐþËÄý*Ë$ E§é¦ßýÆÿ×ýÍÍü$ Äý* r Æÿþ, yþ ÍÍøyþÆÿÞ, yþ&Ðþ$Í ¦³ÍÍüÞÆÿÞ, yésê ¦ÜËÍÍüÆÿÞ, Ðþ$Î ¦³ÍÍüÞÆÿ Vü$Ç..._ ™þË$¦Ü$ÍÍö¯þ$ r@

A¿êÅ¦Ü °Æ>Ã×ýÐþ$$@

16.1 ¦³Ç^þÄý$Ðþ$$

16.2 Haff adder

16.3 Full adder

16.4 »ý¯þÈ ´ëÆÿËÌZ Äý*yþÆÿÞ

16.5 ÝëÆ>...ÔýÐþ$$

16.6 Ðþ$$QÅ¦³§þÐþ$$Ë$

16.7 ¦ÜÓÄý$... ¦³ÇÖË¯þ {¦³Ôý²Ë$

16.8 ´ëuÿÅ ¦³#¦ÜÍÍüÐþ$$Ë$

16.1 ¦³Ç^þÄý$Ðþ$$@

{´ë£þÑ$ÍÍü Ìêh ÍÍü §éÓÆÿÐþ$$Ë$ yþh r Ìý ÍÍü...¦³NÅ r ÆÿÞÍÍü$ ^éË Ðþ$$QÅÐþ$¯þ ÝëÐþ¯þÐþ$$Ë$. yþh r Ìý ÐþËÄý*Ë±² ÍÍü*yé º$Í Äý$¯þ ½f Vü×ý™þ... B§éÆÿ...V> ¦³°^þ¦Ü GË{ÍÍ>¦°ÍÍüÞ ÐþËÄý*Ë¯þ$ Ìêh ÍÍü §éÓÆ>Ë$ A...sêÆÿ$. ÑÀ¯þ² Ìêh ÍÍü §éÓÆ>Ë¯þ$ ÍÍü Í¦³™þ ¦Ü...ÍÍü¦Ù Ìêh ÍÍü §éÓÆ>Ë$ A...sêÆÿ$. ÑÀ¯þ² Ìêh ÍÍü §éÓÆ>Ë¯þ$ ÍÍü Í¦³™þ ¦Ü...ÍÍü¦Ù Ìêh ÍÍü {¦³{ÍÍüÄý$ fÆÿ$Vü$™þ$...¨. Ìêh ÍÍü §éÓÆ>Ë¯þ$ Ðþ$$QÅ...V> Æÿ...yþ$ ™þÆÿVü™þ$ËV> Ñ¿ýh...^þÐþ^þ$a¯þ$. AÑ (1) ¦Ü...Äý*Vü Ìêh ÍÍü §éÓÆ>Ë$ (2) ´ëÆÿ...¦³ÇÍÍü Ìêh ÍÍü §éÓÆ>Ë$. ÍÍ>ËÐþ$$¯þ$ {´ëÐþ*×ýÍÍü...V> ¡¦Ü$ÍÍö° ¦³°^þÄý$$ Ìêh ÍÍü §éÓÆ>Ë¯þ$ ´ëÆÿ... ¦³ÇÍÍü Ìêh ÍÍü §éÓÆÿÐþ$$ A...sêÆÿ$. D A¿êÅ¦ÜÐþ$$ÌZ ÍÍö°² ¦Ü...Äý*Vü Ìêh ÍÍü §éÓÆ>Ë¯þ$ Vü*Ça ™þË$¦Ü$ÍÍü$...§éÐþ$$.

ÍÍøyþ Ðþ$ÇÄý$$ yþ ÍÍøyþ ^þÄý$yé°ÍÍü »ý¯þÈ ÍÍøyþÞ Ðéyþ™éÆÿ$. A...§þ$ÌZ Ðþ$$QÅÐþ$¯þ 0, Ðþ$ÇÄý$$ 1. ÍÍüÐþË... ÍÍøyþ ^þÄý$yþ... ÍÍ>ÍÍü$...yé AÐþ¦ÜÆÿÐþ$¯þ ^ør yþÍÍøyþ ^þÄý*Í.

ÑÀ¯þ² Ðþ*Æ>ËÌZ Ðþ^þa Ñ¦ÜÄý*Ë°²...sý° J ÍÍü bé¯þÌýÍÍü$ A¯þ$¦Ü...§é¯þÐþ$$ ^þÄý$$ §é°° Ðþ$Î ¦³ÍÍüÞ...Vü

A...sêÆÿ$. A§þ JMü bé¯þÌý Vü$...yé Ðþ^þa Ñ¦ÙÄý$Ðþ$$¯þ$ A¯þMü bé¯þÌýÞMü ÐþÆÿ$ÐþÆÿ$V> ^þÄý$yé°Mü yþ Ðþ$Î¦³MüÞÆÿ A...sêÆÿ$. D A¿êÅ¦ÜÐþ$$ÌZ D ¦Ü...Äý*f Mü Ìêh Mü §éÓÆ>Ë$ ™þË$¦Ü$Mü$...§é....

16.2 Haff adder:

Æÿ...yþ$ ¼sýÞ° Mü Í¦³ JMü ¦Ü...Äý*Vü ÐþËÄý*°² Half adder A...sêÆÿ$. ©°Mü Æÿ...yþ$ §éÓ...© {¦³ÐþÔéË$ Æÿ...yþ$ §éÓ...Ôé °ÆÿÐþ$Ðþ$$Ë$ E...sêÆÿ$$. {¦³ÐþÔýÐþ$$ËMü$ °Ñ¦ÙÐþ$$Ë$ A° Mü*yé A...sêÆÿ$. JMü Half adder ÌZ Ðþ$$...§þ$¯þ² Ýë¯þ... ¯þ$..._ A...Mü¯þ$ ™þ^þ$aMö¯þ$ r Mü$ ÒË$ Ìý§þ$. ©°ÐþË Mü°¦Ù {´ëÐþ$$QÅ ¼sýË¯þ$ Mü*yþsê°Mü Ðþ*{™þÐþ$ C¨ E¦³Äý*Vü¦³yþ$™þ$...¨. ©° °ÆÿÐþ$Ðþ$$Ë¯þ$ Mü*yþMü (S) Ðþ$ÇÄý$$ Gyþ Ðþ$ {¦³MüP Ýë¯þé°Mü ¡¦Ü$Müâý ¦Ü...QÅ (carry) A...sêÆÿ$. JMü AND §éÓÆÿÐþ$$, JMü Ex-OR §éÓÆÿÐþ$$™ø °ÇÃÝëÆÿ$.

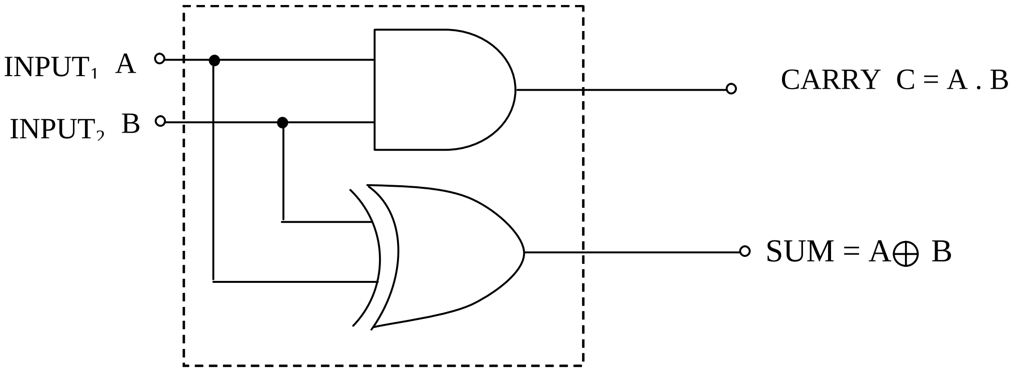
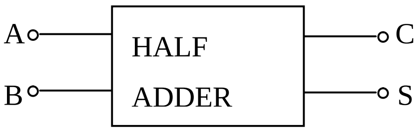


Fig 16.1(a) Half-Adder Logic circuit



A	B	Carry C	Sum S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Fig 16.1 (c)

Fig 16.1 (b) Half – adder Logic symbol

16.3 Full adder:

3 °Ñ¡ÙÐþ$$Ë$ Mü Í¯þ JMü ¡Ü...Äý*VüÐþËÄý$Ðþ$$¯þ$ Full adder A...sêÆý$. MüË¡³Ðþ Í Þ¯þ Æý...ýþ$ {´ëÐþ$$QÅÐþ$¯þ ¼sýÞ¯þ$ A Ðþ$ÇÄý$$ B A...sêÆý$. CMüPýþ C A¯þ Ðþ$*ýþÐþ °Ñ¡ÙÐþ$$ Mü°¡Ù {´ëÐþ$$QÅ ¼sý Äý$$MüP carry ° ¡Ü*_¡Ü$...¨. Æý...ýþ$ half adder Ðþ$ÇÄý$$ JMü OR §éÓÆýÐþ$$™ø JMü Full adder ° °ÇÃ...^ÞÐþ^þ$a¯þ$. ¡³ r Ðþ$$ 16.2 (a) ÌZ ^þ*¡³ºýþ¯þ¨.

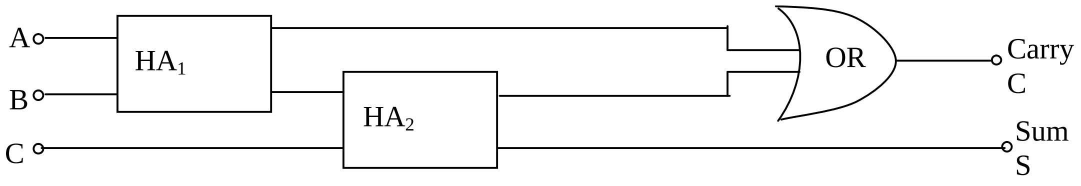


Fig 16.2(a): Full – adder Logic Symbol

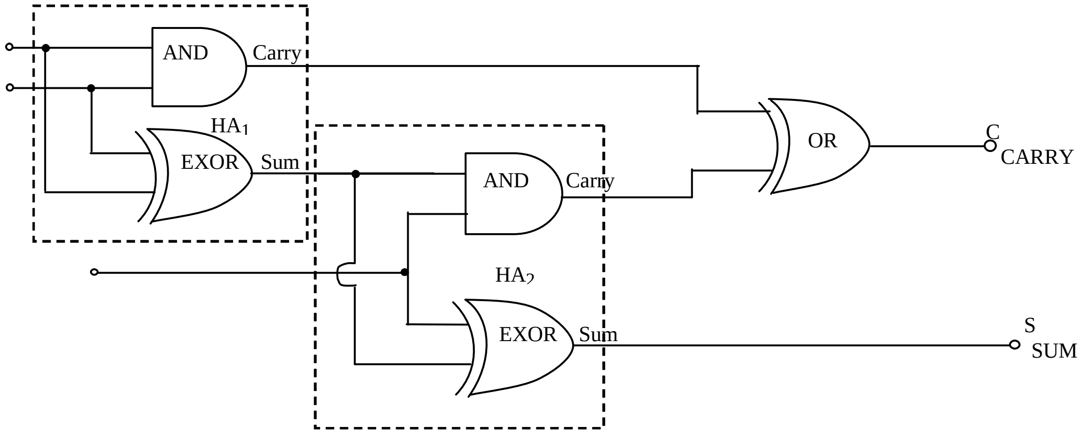


Fig 16.2b : Full – adder Logic diagram

°Ñ¡ÙÐþ$$Ë$ °ÆýÐþ$°Ë$

A B C carry sum

INPUTS			OUTPUTS	
A	B	C	Carry	Sum
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Fig 16.2 (c) Full – adder Truth Table

¦Ü™þÅ ¦³sýÌü.

16.4 @ §éÓ...Ôé ¯éË$Vü$ ¼sýþ ¦ÜÐþ*...™þÆÿ adder :

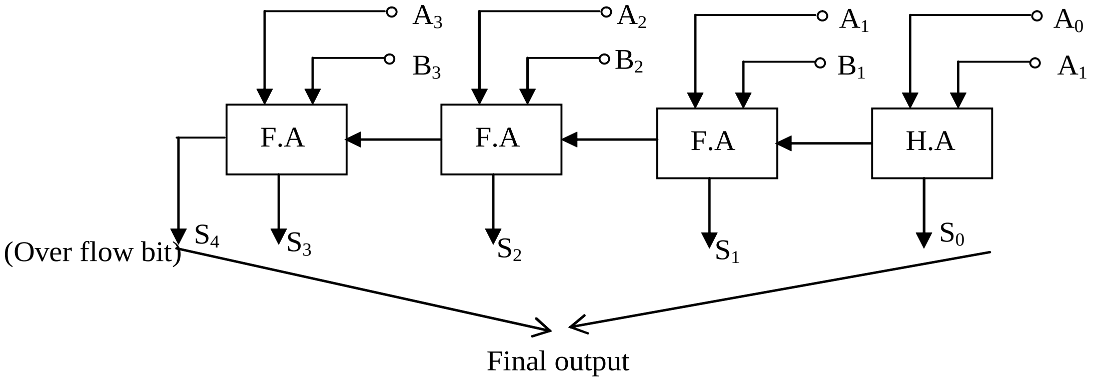


Fig 16.3

VüÐþ$°Ìü @ §éÓ...ÔýÐþ$$ÌZ 1 ¯þ$..._ Ì>Ìü$...yé 0 ¯þ$...yþ count Ðþ$$§þËÐþ#™þ$...¨. A...§þ$^þ™þ Ðþ$$§þsý ¼sý ° S_0 A...sêÆÿ$ S_1 º§þ$Ë$V>. C§þ Ñ§þ...V> nÐþ ¼sý° s_{n-1} A...sêÆÿ$. D adder Æÿ...yþ$ n-bit §éÓ...Ôý ¦Ü...QÅË$ ¦ÜÐþ*...™þÆÿ... Ðésý Ðþ$$™þ... ¦Ü*_¦Ü$...¨. JÌü half adder ° A¯þÌü Full adders ° Ðéyþ ©°° °ÇÅÝëÆÿ$. D Full adders ° HÑ§þ...V> ÌüË$¦³#™éÆÿ...sý °ÆÿÐþ$ carry JÌü §é°° Æÿ...yþÐþ §é° Äý$$ÌüP °Ñ¦Ù carry Ìü ÌüË$¦³#™éÆÿ$.

¦³ r Ðþ$$ 16.3 ÌZ 4&¼sý ¦ÜÐþ*...™þÆÿ adder ÐþËÄý* °² ^þ*ÿþÐþ^þ$a¯þ$. E§é¦ßýÆÿ×ýMü$ Ðþ$¯þÐþ$$ B_3 B_2 B_1 B_0 A¯þ$ ¯éË$Vü$ ¼sýþ° A3 A2 A1 A0 A¯þ ¯éË$Vü$ ¼sýþ MüË´ë Í A...sý Ðésý Ðþ$$™þ... S4 S3 52 S0 AÆÿ$$™þ S4 A¯þ¨ overflow bit AÐþ#™þ$...¨. ¡³ ¯é Í ...sý° MüË¦³yé°Mü 3 full address ...JMü half adder ° ¦ÜÐþ*...™þÆÿ...V> MüË´ë Í. {¦³† adder Äý$$MüP °ÆÿÐþ$Ðþ$$¯þ$ §é° ™þÆÿ$Ðé™þ adder Äý$$MüP °Ñ¦ÙÐþ$$V> E..._™þ Ðþ$¯þMü$ parallel adder HÆÿµÿþ$™þ$...¨.

16.5 ÝëÆ>...ÕýÐþ$$ @

ÌêhMü ÐþËÄý$Ðþ$$Ë$ ¦Ü...Äý* f Mü Ìý§é ´ëÆÿ...¦³ÇMüV> E...sêÆÿ$$. {´ë£þÑ$Mü I §þ$ ÌêhMü §éÓÆÿÐþ$$Ë$ (OR, AND, NOT, NANA, NOR) Ðþ$ÇÄý$$ Ðésý MüËÆÿ$$MüË$ & AÆÿ, ¦³NÇ Ðþ$ÇÄý$$ ¦ÜÐþ*...™þÆÿ adders ° A°²...sýMü ¦Ü...Äý* f Mü ÌêhMü ÐþËÄý*Ë$ A...sêÆÿ$. CMüPyþ G r $Ðþ...sý Memory elements E...yþÐþ#. Ðésý °ÆÿÐþ$Ðþ$$Ë$ Ðésý °Ñ¦ÙÐþ$$Ë¦³ B§éÆÿ¦³yþ™éÆÿ$$. CÑ G...™þ ÐþVü...V> ¦Üµ...¨ÝëÆÿ$$. A...sý Ðésý ™þÄý*È E¯þ²ÌZ E¯þ² Ðþ$$QÅ Ýë§þ¯þÐþ$$Ë$ G...™þV> ¦Üµ...¨ÝëÆÿ$$ A...™þV> ¦Üµ...¨ÝëÆÿ$$. Half adder, Full adder Ë$ MüÐþË... JMü ¼sý adders JMü ¦ÜÐþ*...™þÆÿ adder 2 n-bit word. JMü multiplexer ÌZ N ¦Ü...QÅÌZ °Ñ¦ÙÐþ$$Ë$ JMü JMü °ÆÿÐþ$Ðþ$$ E... r $...¨. JMü Decoder ÌZ JMü JMü °Ñ¦ÙÐþ$$ 2ᵐ °ÆÿÐþ$Ìý¯þ$ E...sêÆÿ$$. JMü encoder A¯þ¨ Decoder Äý$$MüP ¦³° ¡Æÿ$V> ÑÆÿ$$§þ...V> E... r $...¨. ¦Ü...Äý* f Mü ÌêhMü §éÓÆÿÐþ$$Ë$ A°² ALU$_s$ ÌZ E...sêÆÿ$$.

16.6 Ðþ$$QÅ¦³§þÐþ$$Ë$@

»ý¯þÈ Äý*ÿþÆÿ @ H ÌêhMü ÐþËÄý$... AÆÿ$$™þ 2 »ý¯þÈ ¦Ü...QÅË¯þ$ MüË$¦³#™þ$...¨.

Half adder : 2 bits ° Mü Í ¦³ ÌêhMü ÐþËÄý$...

Full adder : 3 bits ° Mü Í ¦³ JMü ÌêhMü ÐþËÄý$...

over flow : Mü*ÿþMü Ìý§é ¡ÜÐþ™þ ÑË$Ðþ Ýë§éÆÿ×ý ÝëÆÿ$$Mü °Äý$ r E...yþ r ...

ALU : Arthimatic Logic Unit

Encoding : »ý¯þÈ MüøÿþÞ° ÑyþVö r yþ...

Decoding : Encoding Äý$$MüP ÐþÅ†ÆÿMü ¦³§þ†

Demultiplexer : JMü °Ñ¦ÙÐþ$$¯þ$ N °ÆÿÐþ$Ðþ$$Ë$V> ÑyþVö r yþ....

16.7 ¦ÜÓÄý$... & ¦³ÇÖË¯þ ¦ÜÐþ$¦ÜÅË$@

1. Binary Mü*ÿþMü A¯þ §é° ° ™þW¯þ E§é¦ßýÆÿ×ýË™ø ^þÇa...^þ$Ðþ$$.

2. Full adder A¯þV> ¯þÑ$? A¨ 3 ¼sýþ GÌê MüË$¦³#™þ$...¨.

3. Half adder ° E¦³Äý*W...^þMü$...yé Full adder ° °ÇÅ...^þ$Ðþ$$.

4. 5&¼sý ¦ÜÐþ*...™þÆÿ adder ° °ÇÃ...^þ$Ðþ$$.

5. Ðþ$ Í ¦³ÌMüÞÆÿÞ E¦³Äý*W..._ Full adder ° °ÇÃ...^þ$Ðþ$$.

6. Half, Full adder Ë ¦³° Ñ§é¯þÐþ$$ ™þ Í Äý$gýÄý$$Ðþ$$.

7. Half, Full adder Ë ÐþÄý*Ë° °ÇÃ..._ Ðésý ¦Ü™þÅ ¦³sýÌMüË¯þ$ {ÐéÄý$...yþ.

16.8 ´ëuÿÅ ¦³#¦ÜÌMüÐþ$$Ë$@

1. Integrated Electronics by Millman and Halkias

2. Principles of Digital Electronics by Malvino and Leach

3. Basic Electronics and Linear Circuits - Bhargava etc

Reference Books:

1. Electronics fundamentals by JD Ryder

2. Digital Electronics by William H.Gothman

3. Principles of Digital Electronics – Malvino & Leach(Tata - McGraw Hill Publishers)

4. Digital Computer Electronics – Albert Paul Malvino. (Tata - McGraw Hill publishers)

ప్రయోగ దీపిక

విషయ సూచిక

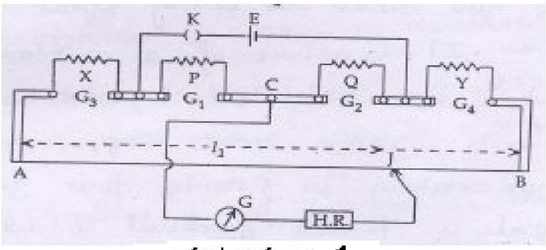
1. క్యారీఫాస్టర్ బ్రిడ్జి	1 - 4
2. పొటెన్షియో మీటర్	1 - 3
3. గాల్వానా మీటర్ యొక్క ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్‌ని	1 - 4
4. గాల్వానా మీటర్ యొక్క వొల్టేజి సున్నితత్వం	1 - 2
5. RC. వలయం - పౌనఃపున్య పరిశీలన	1 - 3
6. L.R. వలయం - పౌనఃపున్య పరిశీలన	1 - 2
7. (a) LCR. వలయం - శ్రేణి అనునాదము	1 - 4
7. (b) LCR. సమాంతర సంధానం వలయం	1 - 3
8. ఏకాంతర విద్యుత్ వలయం యొక్క సామర్ధ్య గుణకం కనుగొనుట	1 - 3
9. సొనామీటర్ ఉపయోగించి ఏకాంతరం విద్యుత్ పౌనఃపున్యం కనుగొనుట	1 - 3
10. మల్టీమీటర్ నిర్మాణము	1 - 5
11. డి.సి. పవర్ సప్లై నిర్మాణము	1 - 3
12. P-N సంధి డయోడ్ అభిలక్షణ వక్రములు	1 - 3
13. ట్రాన్సిస్టరు అభిలక్షణాలు	1 - 4
14. జీనర్ డయోడ్ అభిలక్షణ వక్రము	1 - 3
15. కిర్‌కాఫ్ సూత్రములను నిరూపించుట	1 - 3

ప్రయోగం - 1

క్యారీఫాస్టర్ బ్రిడ్జి - నిరోధములను పోల్చుట

ఉద్దేశ్యం : క్యారీఫాస్టర్ బ్రిడ్జిని ఉపయోగించి సమాన నిరోధములులను పోల్చి ఇచ్చిన తీగ యొక్క విశిష్ట నిరోధము కనుగోనుట.

పరికరములు : క్యారీఫాస్టర్బ్రిడ్జి, సమాన నిరోధములు P మరియు Q ఒక్కొక్కటి 5 ఓమ్‌లు లేదా 2 ఓమ్‌లు. సమాన నిరోధములు X మరియు Y నిరోధముల పెట్టె, లెక్లాంచ్ ఘటము, గాల్వానామీటర్ అత్యధిక నిరోధము, ప్లగ్‌కీ.



పటము 1

సూత్రము : G_3లో X = 0.2 తెలిసిన నిరోధము G_4లో $Y = 0$ (రాగిపలక) ఉంచినప్పుడు సంతులన పొడవు $l_1^1\ cm$. X మరియు Y లను తారుమారు చేసినప్పుడు $l_2^1\ cm$ అనేది సంతులన పొడవు.

బ్రిడ్జి తీగ ప్రమాణపొడవు యొక్క నిరోధము

$$\rho = \frac{x}{l_2^1 - l_1^1} \text{ Ohm/cm} \qquad (1)$$

ఇప్పుడు X అనేది కనుగోనవలసిన నిరోధము తీగ నిరోధము Y అనేది తెలిసిన నిరోధము అయితే $l_1 \& l_2$ లు సంతులన పొడవులు అయితే కనుగోనవలసిన నిరోధము

$$X = Y + (l_2 - l_1)\rho \quad \text{Ohm------- (2)}$$

విశిష్ట నిరోధము $S = \frac{X.\Pi.r^2}{\ell}$ ohm-cm - (3)

ఇక్కడ l అనేది ఇచ్చిన తీగపొడవు r దాని వ్యాసార్ధం

వర్ణన : క్యారీఫాస్టర్ బ్రిడ్జి వీటస్టన్ బ్రిడ్జి సూత్రముపై నిర్మింపబడి మీటర్ బ్రిడ్జివలె ఆకారం కల్గిఉండే రెండు అధిక ఖాళీలు $G_3\,G_4$ లు కల్గి ఉంటాయి. తక్కువ నిరోధములను పోల్చుటకు ఉపయోగపడుతుంది. $100cm$ పొడువు కల్గిన

ఏకరీతి తీగను ఒక చెక్కపెట్టపై కాపర్ ప్లేటుల మధ్య బిగించవలెను. మధ్యలో 3 రాగి పలకల సహాయంతో 4 ఖాళీలు పొందవలెను. ఒక మీటర్ స్కేలు స్థిరంగా చెక్కపెట్టపై బిగించబడి ఉంటుంది. దాని సహాయంతో తీగ పొడవును కొలవవచ్చును.

ప్రయోగ విధానము ఎ) ρ విలువను లెక్కించుట: P, Q అనే సమాన నిరోధములను G_1 మరియు G_2 ఖాళీలలో కలపవలెను. ఒక తక్కువ నిరోధము X ని G_3 లో కలపాలి. ఒక రాగిపలకను G_4 లో కలపాలి. బ్యాటరీ, కీలను పటములో చూపినట్లు కలపవలెను. మధ్య టర్మినల్ C నుండి ఒక గాల్వానా మీటర్ G ని అధిక నిరోధము HR ని శ్రేణిలో జాకీతో కలపాలి. జాకీని తీగ ఇరువైపులా తాకించినప్పుడు గాల్వానా మీటర్‌లో అపవర్తనములు పరస్పరం వ్యతిరేక దిశలో వస్తాయి. జాకీని క్రమేపి ఒకవైపు జరుపుతూపోతే ఒకచోట అపవర్తనం శూన్యం అవుతుంది. ఇప్పుడు $H.R$ ని తీసివేసి ఖచ్చితమైన సంతులన పొడవు l_1^1 ని గుర్తించాలి. G_3, G_4 లోని వాటిని తారుమారుచేసి తిరిగి సంతులన పొడవును l_2^1 గా గుర్తించాలి. ఈ ప్రక్రియని విభిన్న X విలువలకు చేసి ప్రతి సందర్భంలోను సమీకరణం (1) సహాయంతో ρ విలువని లెక్కించవలెను. పరిశీలనలను పట్టిక (1)లో నింపవలెను.

బి) అల్ప నిరోధములను పోల్చుట : G_3 మరియు G_4 ఖాళీలలో దరిదాపు సమాన విలువ కల్గిన నిరోధములు X మరియు Y లను కలపాలి. సంతులన పొడవు ℓ_1 ని గుర్తించాలి. $X\ Y$ ఖాళీలలోని వాటిని తారుమారు చేసి సంతులన పొడవు ℓ_2 ని గుర్తించాలి.

$$\therefore x - y = (\ell_2 - \ell_1)\ \rho \text{ కి లెక్కించాలి.}$$

ఈ ప్రకారం విభిన్న X విలువలకు ప్రయోగం జరిపి విలువలను పట్టికలో నింపాలి.

సి) నిరోధము కనుగొనుట, విశిష్టనిరోధం లెక్కించుట : పైన చెప్పిన విధానం ప్రకారం ఒక తీగను (X ని) ఒక తెలిసిన నిరోధం (Y) ని ఉపయోగించి $x = y + (\ell_1 - \ell_2)\ \rho$ కి సహాయంతో X విలువను లెక్కించాలి. తీగ వ్యాసార్ధం r ని స్క్రూగేజ్ సహాయంతో పొడవు l ని స్కేలు సహాయంతో కొలచి సమీకరణం (3)లో ఉ ప్రయోగించి విశిష్ట నిరోధంని లెక్కించవచ్చును.

పరిశీలనలు : ఎ) ρ విలువని లెక్కించటం:

వరుస సంఖ్య	ప్రమాణ నిరోధము (X cm)	నిరోధము (Y = 0)	సంతులన దైర్ఘ్యము		$\rho = \frac{X}{l_2' - l_1'}$ ohm/cm
			l_1'cm	l_2'cm	

సరాసరి విలువ =

బి) నిరోధములను పోల్చటం :

వరుస సంఖ్య	తెలియని నిరోధము (X) ohm	తెలియని నిరోధము (Y) ohm	సంతులన దైర్ఘ్యము l_1 cm	l_2 cm	$X - y = (l_2 - l_1)\rho$

సి) తెలియని నిరోధం కనుగొనుట :

వరుస సంఖ్య	కనుగొనవలసిన నిరోధము (X) ohm	తెలిసిన నిరోధము (Y) ohm	సంతులన దైర్ఘ్యము l_1 cm	l_2 cm	$X = y + (l_2 - l_1)\rho$ ohm

సరాసరి విలువ =

తీగ వ్యాసము (d) ______ cm

తీగ వ్యాసార్థము $(r) = d/2$ = ______ cm

తీగ పొడవు (ℓ) ________ cm

విశిష్ట నిరోధము $(s) = \dfrac{X.\Pi.r^2}{\ell}\, ohm - cm$

జాగ్రత్తలు :

1. విద్యుత్‌ను ఎక్కువకాలం పంపరాదు.

2. జాకీ ని తీగ వెంబడి లాగరాదు.

3. H.R ని షార్ట్ సర్క్యూట్ చేసి సంతులన పొడవును గుర్తించాలి.

VIVA-VOCE:

1. క్యారీఫాస్టర్ బ్రిడ్జి ఏ సూత్రం పై పనిచేస్తుంది ?

జ. క్యారీఫాస్టర్ బ్రిడ్జి, వీటస్టన్ బ్రిడ్జిసూత్రంపై ఆధారపడి పనిచేస్తుంది.

2. $G_3 G_4$ ఖాళీల వలన క్యారీఫాస్టరస బ్రిడ్జిలో కలిగే ఉపయోగిం ఏది?

జ. అల్ప నిరోధములు పొల్చటానికి వీలు అవుతుంది.

3. అంతర్గత ఖాళీలు P, Q ల వలన కలిగే లాభం ఏమిటి?

జ. P, Q లు తీగపొడవుకు శ్రేణి సంధానంలో ఉంటాయి. అందువలన తీగపొడవు పెరుగుతుంది. సున్నితత్వం కూడా పెరుగుతుంది.

4. $X - Y$ ల మధ్య గరిష్ట నిరోధం తేడా ఏంత ఉండవచ్చు?

జ. $X - Y$ ల మధ్య తేడా మొత్తం వలయంలోని నిరోధంకన్న ఎక్కువ ఉండరాదు.

ప్రయోగం - 2

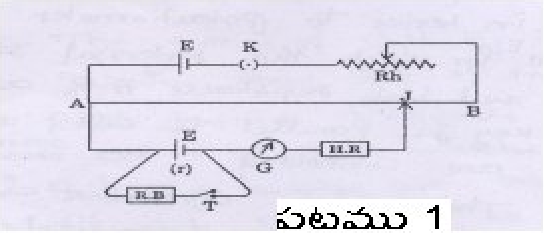
పొటెన్షియో మీటర్:

ఉద్దేశ్యం : ఇచ్చిన ఘటము యొక్క అంతర్ నిరోధమును పొటెన్షియోమీటర్ ద్వారా లెక్కించుట.

పరికరములు : పొటెన్షియో మీటర్, ఘటము, డేనియల్ ఘటము , (అంతర్ నిరోధకం కనుగొనుటకు) రియోస్టాట్ , ప్లగ్‌కీ, గాల్వానామీటర్, అత్యధిక నిరోధం, తీగలు.

సూత్రం : E వి.చా.బ.గా కల్గిన ఘటమును గౌణ వలయంలో ఉంచినప్పుడు సంతులన పొడవు ℓ_1 దానితోపాటు నిరోధం ఉన్నప్పుడు సంతులన పొడవు ℓ_2 మరియు R అనేది ఘటంకు సమాంతరంగా కల్పిన నిరోధం అయితే

$$\therefore \text{ అంతర్ నిరోధం } \quad r = R\left[\frac{l_1}{l_2} - 1\right] ohm.$$



పటము 1

వర్ణన : పొటెన్షియల్ బేధంను ఖచ్చితంగా కొలవటానికి ఉపయోగించే పరికరమును పొటెన్షియో మీటర్ అంటారు. వలయం నుండి ఎటువంటి విద్యుత్‌ను తీసుకోదు కాబట్టి ఇది వోల్టుమీటర్ కన్న సున్నితమైనది. 10మీటర్ల పొడవు ఏకరీతి మధ్యచ్చేద వైశాల్యం కలిగిన ఒక మాంగనీన్ తీగను 10 సమాంతర రేఖలుగా ఒక చెక్కపెట్టెపై అమరుస్తారు. తీగకు రెండు చివరల రెండు స్క్రూలు అమర్చబడిఉంటాయి. చెక్కపెట్టెపై ఒక మీటర్ స్కేలును స్థిరంగా బిగిస్తారు. దాని సహాయంతో సంతులన పొడవును లెక్కిస్తారు. జాకీ సహాయంతో సంతులన పొడవులును నిర్ధారించవచ్చును.

సిద్ధాంతం : ఈ ప్రయోగంలో విద్యుత్ ఘటమును వలయంలో ఉంచినప్పుడు సంతులన పొడవు ℓ_1 అయితే, నిరోధం R ని వలయంలోనికి తెచ్చినప్పుడు సంతులన పొడవు ℓ_2 అయితే

$$E \propto l_1 ; V \propto l_2$$

$$\frac{E}{V} = \frac{\ell_1}{\ell_2} \quad \text{కాని} \quad V = E - ir, \quad \therefore i = \frac{E}{R+r}$$

$$\therefore \frac{r}{R} = \left(\frac{E}{V} - 1\right) = R\left[\frac{l_1}{l_2} - 1\right]$$

పద్ధతి : వలయాన్ని పటములో చూపినట్లు నిర్మించి, జాకీని తీగ రెండు చివరల నొక్కాలి. గాల్వానామీటర్‌లో అపవర్తనములు పరస్పరం వ్యతిరేఖ దిశలో వస్తాయి. ఇప్పడు టాప్‌కీ T ని open గా ఉంచి, జాకీని నొక్కుతూ గాల్వానామీటర్‌లో అపవర్తనం శూన్యం చేయాలి. అప్పడు సంతులన పొడవు ℓ_1 ని గుర్తించాలి. $R = 5\,ohm$ లు ఉంచి Tap Key T ని close చేసి తిరిగి సంతులన పొడవు ℓ_2 ని గుర్తించాలి. ఈ విధంగా వేరు వేరు R విలువలకు ప్రయోగం జరిగి పరిశీలనలని పట్టికలో నింపాలి.

పరిశీలనలు : ఘటము మాత్రమే గౌణవలయంలో ఉన్నప్పడు సంతులన పొడవు $\ell_1 - cm$

వరుస సంఖ్య	నిరోధము ohm	సంతులన దైర్ఘ్యము l_2 cm	ఘటము యొక్క అంతర్ నిరోధము (r)= $R\left[\frac{l_1}{l_2} - 1\right]$. ohm

సరాసరి (r)= __________ ohm

ఫలితము : ఇచ్చిన ఘటము యొక్క అంతర్ నిరోధం : $- ohm$

జాగ్రత్తలు :

1. ప్రాధమిక వలయంలోని ఘటం యొక్క $E.M.F$ విలువ గౌణ వలయంలోని ఘటం యొక్క $E.M.F$ విలువ కన్న ఎక్కువ ఉండాలి.

2. రెండు ఘటముల యొక్క ధనాత్మక ఎలక్ట్రోడ్‌లు ఒకేచోట A వద్ద కలపాలి.

3. సంతులన పొడవులు A వద్ద నుండి కొలవాలి.

4. ఒకసారి $Rheostat$ ని సరిచేసిన తరువాత తిరిగి మార్చరాదు.

5. జాకీని తీగ వెంబడి లాగరాదు.

VIVA-VOCE:

1. పొటెన్షియో మీటర్ మూల సూత్రం ఏది?

జ. సంతులన స్థితిలో $E.M.F$ లేదా పొటెన్షియల్ బేధములు సంతులన పొడవు ℓ కి అనులోమ అనుపాతంలో ఉండును.

2. వోల్టుమీటర్ కన్నా పొటెన్షియోమీటర్ సున్నితమైనది ఎందుచేత?

జ. వోల్టుమీటర్ వలయంలో విద్యుత్‌ని ఉపయోగిస్తుంది. అందుచేత కొలచిన పొటెన్షియల్ బేధము($P.D$) కన్న అసలు $P.D$ విలువ ఎక్కువగా ఉంటుంది. సంతులన స్థితిలో పొటెన్షియో మీటం గౌణవలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం ఉండదు.

3. పొటెన్షియల్ గ్రేడియంట్ అనగానేమి?

జ. ప్రమాణ పొడవుకు తీగలో పడిపోయిన పొటెన్షియల్ బేధం. దీనిని $volt/cm$లో కొలుస్తారు.

4. మాంగానిస్ తీగను పొటెన్షియోమీటర్ నిర్మాణంలో ఎందుకు ఉపయోగిస్తారు?

జ. దానికి అధిక విశిష్ట నిరోధం తక్కువ నిరోధ ఉష్ణోగ్రతా గుణకము.

5. పొటెన్షియో మీటర్ సున్నితత్వం ఎలా పెంచుతారు?

జ. పొటెన్షియోమీటర్ తీగ పొడవును పెంచటం వలన.

6. సంతులన స్థితిలో ప్రాధమిక వలయంలో విద్యుత్ ఉంటుందా?

జ. ప్రాధమిక వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంటుంది. కాని గౌణవలయంలో ఉండదు.

ప్రయోగం - 3

కదిలే తీగచుట్ట గాల్వానా మీటర్ యొక్క ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్‌ని లెక్కించుట.

ఉద్దేశ్యం : ఇచ్చిన కదిలే తీగచుట్ట గాల్వానీమాపకం యొక్క ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్‌ని లెక్కించుట.

పరికరములు : M.C.G., 3 నిరోధపు పెట్టెలు P (0 నుండి 1000 Ω) $Q(0 to 100\Omega)$ $R(0 to 5000\Omega)$, ఘటము, ప్లగ్‌కీ, కామ్యుటేటర్, తీగలు.

సూత్రము : స్కేలు నుండి 1m దూరంలో MCG ని ఉంచినప్పుడు దాని గుండా ఒక మైక్రో ఆంపియర్ విద్యుత్ ప్రవహిస్తున్నప్పుడు స్కేలుపై అపవర్తనం 1mm పొందే విధానంను ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్ అంటారు. దీనిని K తో సూచిస్తారు.

$$K = \frac{E}{(P+Q)G} X \frac{Q}{\theta} X 10^6 \ \mu A/mm.$$

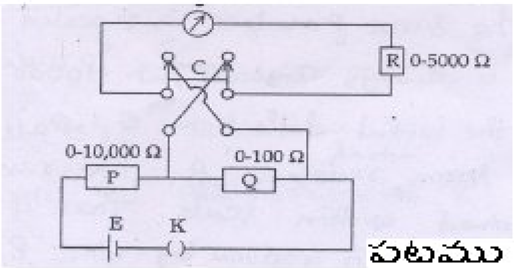
ఇక్కడ $E-$ ఘటము యొక్క వి.చా.బ

P,Q,R- నిరోధపు పెట్టలలో నిరోధములు.

$\theta-$ స్కేలుపై అపవర్తనం మిల్లీమిటర్

G_1- గాల్వానామీటర్ నిరోధం

వర్ణన : కదిలేతీగ చుట్ట గాల్వానామీటర్‌ను పటములో 1లో చూపినట్లు ఉంటుంది.



పటము 1

కదిలేతీగ చుట్ట గాల్వానామీటర్ నిర్మాణంలో దీర్ఘచతురస్త్రాకారపు రాగి తీగచుట్టను పాస్ఫర్ బ్రాంజ్‌తీగతో శాశ్వత అయస్కాంత ధృవాల మధ్య వ్రేలాడదీస్తారు. P.B. తీగ పై భాగమునకు టర్మినల్ T, రాగితీగచుట్ట అదోసగభాగమున టర్మినల్ T_2 లను కలుపుతారు. రాగితీగచుట్టకు తగలకుండా మధ్యలో I అనే ఇనుప స్థూపం ఉంచడం వలన ఎక్కువ అయస్కాంత ప్రేరణక్షేత్ర తీవ్రతకు తీగచుట్ట గురి అవుతుంది. విద్యుత్‌దీపం, స్కేలు అమరికతో అపవర్తనం కొలుస్తారు.

ప్రయోగ విధానం :

(a) గాల్వానామీటర్ నిరోధం G ని కనుగొనుట : అర్థ అపవర్తన పద్ధతి సహాయంతో గాల్వానామీటర్ నిరోధం G ని కనుగొంటారు.

పటము (1)లో చూపినట్లు $R = 0$ $P = 9999\Omega$ $Q = 1$ ఉంచి కీని మూసివేసి అపవర్తనం $\theta,$ గుర్తించాలి. ఇప్పుడు వలయంలో విద్యుత్ ప్రవాహదిశను వ్యతిరేక దిశలోనికి మార్చి అపవర్తనం θ_2 ను గుర్తించాలి. మొదట స్కేలు విలువ శూన్యస్థానంలో ఏకీభవింపచేసి అపవర్తనం గుర్తించాలి. ఇప్పుడు నిరోధం R ని తగ్గించి అపవర్తనం సగం అయ్యేటట్లు చూడాలి. అప్పుడు R విలువ నేరుగా గాల్వానా మాపకము నిరోధం G ని ఇస్తుంది.

ఈ ప్రయోగవిధానంను $Q = 2, 3, 4\,\Omega$........ $P + Q = 10000\,\Omega$ ఉండేటట్లుగా చేసి పరిశీలనలు పట్టికలో నింపాలి. R_2 విలువ సగం అపవర్తనం వచ్చినప్పుడు నిరోధం విలువ అయితే

గాల్వానామీటర్ నిరోధం $G = R_2 - 2R_1$

(b) ఫిగర్ ఆఫ్‌మెరిట్ నిర్ణయించడం :

$R = 0$ విలువకు $Q = 1$ నుండి $6\,\Omega$ ల మధ్య మారుస్తూ $P + Q = 10000\,\Omega$ గా ఉంచి $\theta_1 \& \theta_2$ లను గుర్తించాలి. $\theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$ ను లెక్కించాలి. Q/θ కనుగొనాలి. Q/θ సరాసరి సహాయంతో K విలువను లెక్కించవచ్చును.

పరిశీలనలు : $P + Q = 10000\,\Omega$

వరుస సంఖ్య	P Ω	Q Ω	R = పూర్తి పరివర్తనం			R = సగం పరివర్తనం			గాల్వానా మాపక నిరోధం
			ఎడమ	కుడి	సరాసరి ($R_1\Omega$)	ఎడమ	కుడి	సరాసరి ($R_2\Omega$)	$G=R_2-2R_1\ \Omega$

సరాసరి విలువ =

వరుస సంఖ్య	Q Ω	అపవర్తనము			Q/θ Ω/mm
		ఎడమ	కుడి	సరాసరి 'θ'	

సరాసరి Q/θ విలువ = ________ $\Omega/mm.$

ఘటము వి.చా.బ = ________ *Volt*

ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్ ఆఫ్ గాల్వానామీటర్

$$K = \frac{E}{(P+Q)G} X \frac{Q}{\theta} X 10^6 \quad \mu A/mm$$

ఫలితం : ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్ ఆఫ్ గాల్వానా మీటర్ = ------

జాగ్రత్తలు :

1. స్కేలును, దర్పణం నుండి 1m దూరంలో ఉంచాలి.
2. గాల్వానామీటర్ గుండా విద్యుత్‌ని చాలా తక్కువగా పంపాలి.
3. గాల్వానామీటర్‌కు సమాంతరంగా టాప్‌కీని కలుపరాదు.

VIVA-VOCE:

1. గాల్వానా మాపకము యొక్క ఉపయోగాలు ఏవి?

జ. దీనిని ఉపయోగించి విద్యుత్, ఆవేశము, పొటెన్షియల్, బేధం, సామర్థ్యం లెక్కించవచ్చును. అమ్మీటర్, వోల్టుమీటర్‌లను నిర్మించవచ్చును.

2. M.C.G. ఏ సూత్రం పై ఆధారపడి పనిచేస్తుంది ?

జ. విద్యుత్ ప్రవాహిస్తున వాహకం అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉంచినప్పడు దానిపై బలభ్రామకం పనిచేస్తుంది.

3. M.C.G. లో ఎటువంటి అయస్కాంతం వాడతారు ?

జ. గుర్రపునాడా అయస్కాంతాన్ని వాడటం వలన శక్తివంతమైన అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది.

4. అయస్కాంత ధృవాలు పుటాకారంగా ఎందుకు ఉంటాయి ?

జ. రేడియల్ అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పర్చటం కోసం, ఫలితం టార్క్ గరిష్ఠ విలువను పొందుట కోసం.

5. M.C.G. ని ఉపయోగించి కొలువగలిగే అతి తక్కువ విద్యుత్ ప్రవాహం ఏంత ?

జ. 10^{-9} *Amp*.

ప్రయోగం - 4

కదిలే తీగచుట్ట గాల్వానా మీటర్ యొక్క వొల్టేజి సున్నితత్వం

ఉద్దేశ్యం : కదిలే తీగచుట్ట గాల్వానీమాపకం యొక్క వొల్టేజి సున్నితత్వం.

పరికరములు : M.C.G., 3 నిరోధపు పెట్టెలు P (0 నుండి $1000\,\Omega$) $Q(0\,to\,100\Omega)$ $R\,(0\,to\,5000\Omega)$, ఘటము ప్లగ్‌కీ, కామ్యుటేటర్, తీగలు.

సూత్రం : స్కేలుకి ఒకమీటర్ దూరంలో దర్పణం ఉంచినప్పడు పొటెన్షియల్ లేదా, మైక్రోవోల్టు ఉన్నప్పడు ఎన్ని మిల్లీమిటర్‌లు అపవర్తనం స్కేలుపై కలుగుతుందో దానిని MCG యొక్క వొల్టేజి సున్నితత్వం అంటారు.

$$V_S = \frac{1}{K.G} \quad mm/\mu V$$

ఇక్కడ

$K =$ గాల్వానామీటర్ యొక్క ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్

$G -$ గాల్వానామీటర్ నిరోధం

$$K = \frac{E}{(P+Q)G} X \frac{Q}{\theta} X10^6 \quad \mu A/mm \qquad V_S = \frac{P+Q}{E(Q/\theta)} X10^6 \quad mm/\mu A$$

పటము (1) exp 3 లో మాదిరి

వర్ణన : exp 3 లో మాదిరి.

పద్ధతి : పటము (1)లో చూపినట్లు వలయాన్ని పూర్తి చేయాలి. $R = 0$ $Q = 1$ $P = 9999\,\Omega$ గా ఉంచి ప్లగ్‌కీని ఉంచి అపవర్తనం θ_1 స్కేలుపై గుర్తించాలి. కామ్యుటేటర్‌ను తగిన విధంగా మార్చి విద్యుత్ ప్రవాహదిశను వ్యతిరేకంగాచేసి అపవర్తనం θ_2 ను గుర్తించాలి. ఈ రెండింటి సరాసరిని θ గా గుర్తించాలి. Q/θ ని లెక్కించాలి.

$$\therefore V_S = \frac{P+Q}{E.\left(Q/\theta\right)} X10^{-6} \quad mm/\mu V.$$

μ

పరిశీలనలు :

$P+Q=10000\,\Omega$ $R=0\,\Omega$ ఘటము యొక్క విద్యుత్‌చాలక బలము $E=$

వరుస సంఖ్య	$Q\,\Omega$	అపవర్తనము			Q/θ Ω/mm	$V_s=\dfrac{p+q}{E.(Q/\theta)}\times 10^{-6}\,mm/\mu v$
		ఎడమ	కుడి	సరాసరి		

ఫలితం : M.C.G., యొక్క వొల్టేజి సున్నితత్వం =______

$mm/\mu V$

జాగ్రత్తలు : exp 3 లోనివే.

VIVA-VOCE:

(1) కరెంట్ సున్నితత్వం అనగా నేమి?

జ. M.C.G., లో ఒక మైక్రో ఆంపియర్ విద్యుత్ ప్రవాహానికి, స్కేలు, దర్పణం ల మధ్యదూరం 1m ఉంచినప్పడు స్కేలుపై మిల్లీమీటర్లలో కలిగిన అపవర్తనంను కరెంటు సున్నితత్వం అంటారు.

(2) ఫిగర్ ఆఫ్ మెరిట్ యొక్క ఉత్క్రమమును ఏమంటారు?

జ. కరెంట్ సున్నితత్వం అంటారు.

(3) వొల్టేజి సున్నితత్వం(V_S) మరియు కరెంటు సున్నితత్వం (C_S) ల మధ్య సంబంధం ఏమి?

జ. $V_S=\dfrac{C_S}{G}$

ప్రయోగం - 6

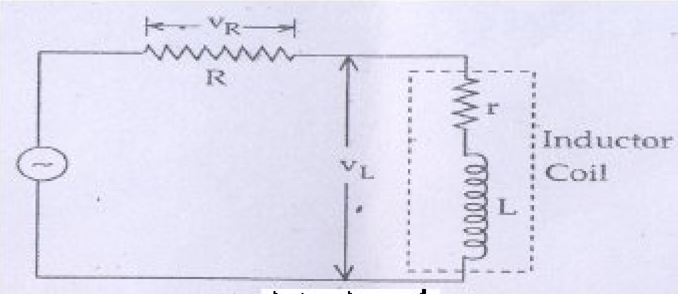
L.R. వలయం - పౌనఃపున్య పరిశీలన

ఉద్దేశ్యం : L-R- వలయం యొక్క పౌనఃపున్య పరిశీలన చేయుటం.

పరికరములు : exp 5 లోనివే.

సూత్రము : LR వలయంలో నివేశనము వోల్టేజి R లేదా L వద్ద గ్రహించి అది పౌనఃపున్యంతో ఎలా మార్పు చెందుతుందో పరిశీలించడం. దీనిని $\left|\frac{V_O}{V_i}\right|$ మరియు f ల గ్రాఫ్ నుండి చేయవచ్చును. $\log f$ విలువలను $x-$అక్షముపైన $\left|\frac{V_O}{V_i}\right|$ లేదా $\left|\frac{V_O}{V_R}\right|$ విలువలను $y-$అక్షంపైన తీసుకొనవలెను.

వలయం - పటములో చూపబడినది.



పటము 1

పద్ధతి : పౌనఃపున్యం విలువలను $1.5KH_2$ గా $L = 30mH$ గా $R = 270\Omega$ గా తీసుకొని వలయంని కలపవలెను. నిర్గమన వోల్టేజిని $3V$ *to* $5V$ ల మధ్య ఉంచి AF ఆసిలేటర్‌ను చేయాలి. పౌనఃపున్యంను $50HZ$ ల క్రమంలో పెంచుతూ వోల్టేజి వృద్ధి గుర్తించి గ్రాఫ్ గీయాలి.

పరిశీలనలు.

పౌనఃపున్యం f (Hz)	Log f	**L వద్ద నిర్గమన ఓల్టేజి** V_{oL}	**R వద్ద నిర్గమన ఓల్టేజి (వృద్ధి)** V_{oR}	వృద్ధి1= V_{oL}/V_i	వృద్ధి 2=V_{oR}/V_i

ఫలితము : ఇండక్టర్, రెసిస్టర్‌ల వద్ద నివేశన వోల్టేజిలు కొలచి పౌన:పున్య పరిశీలనలు చదవవచ్చును.

జాగ్రత్తలు : 1. తీగలు చిన్నవిగా, చక్కగా ఉండాలి.

2. V_i విలువలను స్థిరంగా ఉంచి పౌన:పున్యం మార్చాలి.

VIVA-VOCE:

1. కలిపే తీగల ఎందుకు పొట్టివిగా ఉండాలి?

జ. ఇండెక్టన్స్ ప్రభావం తగ్గించటానికి.

2. LR వలయంలో వృద్ధి పౌన:పున్యంతో ఎందుకు మారుతుంది?

జ. $\therefore X_L = W_L = 2\Pi fL$ అందుచేత వలయంలో ఇంపెడెన్స్, పౌన:పున్యంతో మారుతుంది.

3. Air-core ఇండక్టెర్‌ని ఈ ప్రయోగంలో ఎందుకు ఉపయోగిస్తారు.

జ. eddy కరెంట్స్, హిస్టీరిస్ నష్టాల నుండి నివారించడానికి ఉపయోగిస్తారు.

ప్రయోగం - 6

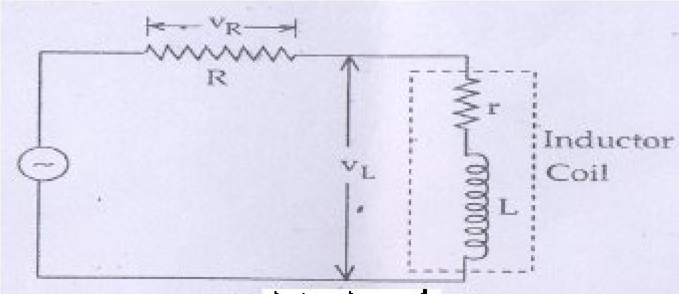
L.R. వలయం - పౌన:పున్య పరిశీలన

ఉద్దేశ్యం : L-R- వలయం యొక్క పౌన:పున్య పరిశీలన చేయటం.

పరికరములు : exp 5 లోనివే.

సూత్రము : LR వలయంలో నివేశనము వోల్టేజి R లేదా L వద్ద గ్రహించి అది పౌన:పున్యంతో ఎలా మార్పు చెందుతుందో పరిశీలించడం. దీనిని $\left|\frac{V_O}{V_i}\right|$ మరియు f ల గ్రాఫ్ నుండి చేయవచ్చును. $\log f$ విలువలను $x-$అక్షముపైన $\left|\frac{V_O}{V_i}\right|$ లేదా $\left|\frac{V_O}{V_R}\right|$ విలువలను $y-$అక్షంపైన తీసుకొనవలెను.

వలయం - పటములో చూపబడినది.



పటము 1

పద్ధతి : పౌన:పున్యం విలువలను $1.5KH_2$ గా $L=30mH$ గా $R=270\Omega$ గా తీసుకొని వలయంని కలపవలెను. నిర్గమన వోల్టేజిని $3V$ to $5V$ ల మధ్య ఉంచి AF ఆసిలేటర్‌ను చేయాలి. పౌన:పున్యంను $50HZ$ ల క్రమంలో పెంచుతూ వోల్టేజి వృద్ధి గుర్తించి గ్రాఫ్ గీయాలి.

పరిశీలనలు.

పౌన:పున్యం f (Hz)	Log f	**L వద్ద నిర్గమన ఓల్టేజి** V_{oL}	**R వద్ద నిర్గమన ఓల్టేజి (వృద్ధి)** V_{oR}	వృద్ధి1= V_{oL}/V_i	వృద్ధి 2=V_{oR}/V_i

ఫలితము : ఇండక్టర్, రెసిస్టర్‌ల వద్ద నివేశన వోల్టేజిలు కొలచి పౌన:పున్య పరిశీలనలు చదవవచ్చును.

జాగ్రత్తలు : 1. తీగలు చిన్నవిగా, చక్కగా ఉండాలి.

2. V_i విలువలను స్థిరంగా ఉంచి పౌన:పున్యం మార్చాలి.

VIVA-VOCE:

1. కలిపే తీగల ఎందుకు పొట్టివిగా ఉండాలి?

జ. ఇండెక్టన్స్ ప్రభావం తగ్గించటానికి.

2. LR వలయంలో వృద్ధి పౌన:పున్యంతో ఎందుకు మారుతుంది?

జ. $\therefore X_L = W_L = 2\Pi fL$ అందుచేత వలయంలో ఇంపెడెన్స్, పౌన:పున్యంతో మారుతుంది.

3. Air-core ఇండక్టెర్‌ని ఈ ప్రయోగంలో ఎందుకు ఉపయోగిస్తారు.

జ. eddy కరెంట్స్, హిస్టీరిస్ నష్టాల నుండి నివారించడానికి ఉపయోగిస్తారు.

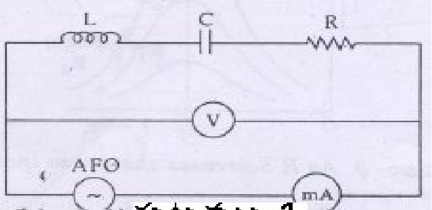
ప్రయోగం - 7 (a) LCR. వలయం - శ్రేణి అనునాదము

ఉద్దేశ్యం : LCR- అనునాదశ్రేణి వలయం యొక్క అనునాద వక్రము గీయుట మరియు క్వాలిటి ఫ్యాక్టర్ లెక్కించుట.

పరికరములు : సిగ్నల్ జనరేటర్, ఇండక్టెన్స్ పెట్టె, కెపాసిటన్స్ పెట్టె, 100Ω ల నిరోధము, మల్టీమీటర్.

సూత్రము : క్రింది పటములో LCR అనునాదశ్రేణీ వలయం నిర్మించవలెను

.



పటము 1

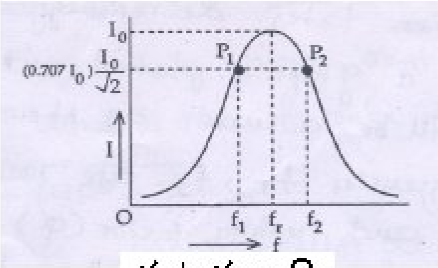
అనునాద పౌనఃపున్యం వద్ద వలయంలో ఉన్న విద్యుత్ ప్రవాహ విలువ గరిష్ఠగా ఉంటుంది. దీనిని అనునాద పౌనఃపున్యం f_r అంటారు .

$$f_r = \frac{1}{2\Pi\sqrt{LC}} \quad hertz$$

ఇక్కడ L- ఇండెక్టెన్స్ C- కెపాసిటెన్స్

పటము (2)లో చూపినట్లు పౌనఃపున్యం f ని X – అక్షముపైన కరెంట్ I ని Y – అక్షంపైన తీసుకొని గ్రాఫ్ గీయవలెను. ఏ గరిష్ఠ విద్యుత్ ప్రవాహ విలువ I_O కి పౌనఃపున్యం ఉంటుందో దానిని అనునాద పౌనఃపున్యం అంటారు. P_1, P_2 లు అర్ధసామర్థ్య బిందువులు అక్కడ విద్యుత్ ప్రవాహం $\frac{I_O}{\sqrt{2}} = 0.707Io$ ఇక్కడ f_1, f_2 లను అర్ధసామర్థ్య పౌనఃపున్యములు అంటారు.

$\therefore$ పట్టీ వెడల్పు $\beta = f_2 - f_1$ hertz

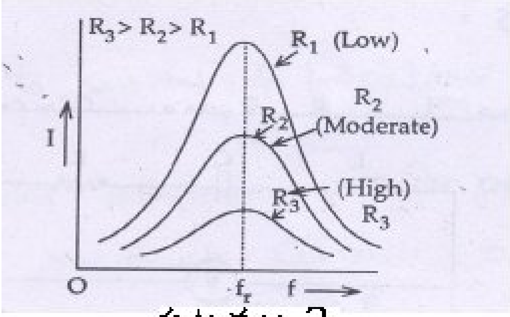


పటము 2

క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ $Q = \frac{f_r}{\beta} = \frac{f_r}{f_2 - f_1} \quad -(3)$

క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ $Q = \frac{2\Pi f_r L}{R} = \frac{1}{R}\sqrt{L/C} \quad -(4)$

వలయంలో R విలువలను తగ్గిస్తూఉంటే, అనునాదము చాలా ఖచ్ఛితంగా సున్నితంగా ఏర్పడుతుంది. (పటము-3)



పటము 3

పద్ధతి : పటము 1లో చూపినట్లు వలయాన్ని నిర్మించాలి. $C = 0.1\ \mu F \quad R = 50\Omega \quad L = 10mH$ వంటి విలువలను ఉంచాలి. సిగ్నల్ జనరేటర్ యొక్క నివేశన వోల్టేజి $3V$ లుగా ఉంచాలి. పౌనఃపున్యం విలువలను క్రమేపి పెంచుతూ ప్రతి సందర్భంలో విద్యుతను కొలవాలి. విద్యుత్ విలువ గరిష్టనికి చేరి ఆతదుపరి క్రమేపి తగ్గుతూ వస్తుంది. I విలువలను $Y-$అక్షముపైన f విలువలను $X-$అక్షంపైన తీసుకొని గ్రాఫ్‌గీస్తే పటములో చూపినట్లుగా ఉంటుంది. అనునాద పౌనఃపున్యం f_V విలువను గుర్తించి అర్ధ సామర్ధ్య పౌనఃపున్యం విలువలను f_1, f_2 లుగా గుర్తించాలి. పట్టీవెడల్పు, క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ రెండింటిని లెక్కించాలి.

పరిశీలనలు:

$C=\ \mu F \qquad L=\ \ mH \qquad R=\ \ ohm$

వరుస సంఖ్య	పౌనఃపున్యము F (Hz)	విద్యుత్ ప్రవాహం R=50 Ω	విద్యుత్ ప్రవాహం R= 100 Ω

గణనలు :

గ్రాఫ్ నుండి $f_r =$ ________ HZ

$f_1 =$ ________ HZ

$f_2 =$ ________ HZ

పట్టీ వెడల్పు $\beta = \ f_2 - f_1 =$ ________ HZ

$Q -$ ఫ్యాక్టర్ $Q = \frac{f_r}{\beta} =$ ______

సిద్ధాంతం నుండి

$$f_r = \frac{1}{2\Pi\sqrt{LC}} = \text{_______}\ HZ$$

$$Q = \frac{1}{R}\sqrt{L/C}$$

ఫలితం :

(1) అనునాద పౌన:పున్యం $f_r =$ ___________ ప్రయోగపూర్వకంగా

$f_r =$ ___________ సిద్ధాంతపరంగా

(2) క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ $(Q) =$ ___________ ప్రయోగపూర్వకంగా

$(Q) =$ ___________ సిద్ధాంతపరంగా

జాగ్రత్తలు :

(1) సిగ్నల్ జనరేటర్ యొక్క వోల్టేజిని మార్చేటప్పడు దానిని వలయం నుండి వేరుచేయాలి.

(2) అనునాద పౌన:పున్యంకు రెండువైపులా తగిన అన్ని పరిశీలనలు తీసుకోవాలి.

(3) కలిపే తీగలు చిన్నవిగా, నిటారుగా ఉండాలి.

VIVA-VOCE:

1. LCR వలయంలో ఇంపెడిన్సికు సూత్రం ఏది?

జ. $Z = \sqrt{R^2 + (WL - \frac{1}{wc})^2}$

2. అనునాదం వద్ద వలయంలో ఎటువంటి మార్పు కనిపిస్తుంది?

జ. కరెంట్ విలువ గరిష్ఠంగాను, ఇంపెడెన్స్ కనిష్ఠంగాను ఉంటుంది.

3. వలయంలో నిరోధం పెంచితే, అనునాదంలో ఎటువంటి మార్పు వస్తుంది?

జ. అనునాదం వద్ద సమతలంగా మారి క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ విలువ తగ్గుతుంది.

4. అనునాదం వద్ద సామర్థ్యం ఎంత?

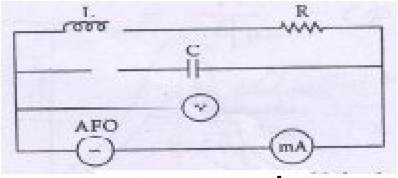
జ. సామర్థ్యం=1 కారణం వోల్టేజి, విద్యుత్ ఒకే దశలో ఉంటాయి. మరియు $WL = 1/wc \Rightarrow$ ఇండెక్టివ్ ఇంపెడెన్స్ = కెపాసిటివ రియాక్టిన్స్.

ప్రయోగం - 7 (b) LCR. సమాంతర సంధానం వలయం - Q - కారకం

ఉద్దేశ్యం: LCR సమాంతర సంధాన వలయం నిర్మించి -కాంకం లెక్కించవలెను.

పరికరములు: 7(a) ప్రయోగంలోనివే.

సూత్రం: LCR సమాంతర సంధానం వలయం - పటము (1)

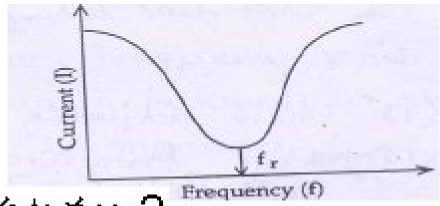


పటము 1

ఒక నిర్థిష్ఠ సందర్భంలో వలయంలో ప్రవహించే విద్యుత్ విలువ కనిష్ఠంగా ఉంటుంది. అప్పడు పౌనఃపున్యంను అనునాద పౌనఃపున్యం అంటారు.

$$f_r = \frac{1}{2\Pi\sqrt{LC}} \quad Hert_2 \quad -(1)$$

$I - f$ ల మధ్య రేఖాచిత్రం



పటము 2

పౌనఃపున్యం $1KHZ$ ను ఉంచి తగిన విధంగా $R\,and\,L$ విలువలు సర్ధుబాటు చేయాలి. విద్యుత్‌ని వలయంలో పంపి V_R, V_L, V విలువలు గుర్తించాలి. వలయంలో విద్యుత్ I ని కొలవాలి Z విలువ విలువలను 1,2 సమీకరణముల ద్వారా పొందవచ్చు.

పరిశీలనలు :

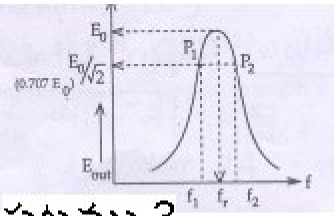
విద్యుత్ జనక పౌనఃపున్యం $f =$ _______ HZ

కోణీయ పౌనఃపున్య $W = 2\Pi f =$ _______ $rad/\sec$

ఇండెక్టన్స్ $L =$ _______ హెన్రీ.

$W^2L^2 =$ ____ Ω

Q - కారకం కనుగొనుటకు కెపాసిటర్‌కు సమాంతరంగా వోల్టేజి (E) పౌనఃపున్యం ల మధ్య గీచిన రేఖాచిత్రం పటము (3)లో



పటము 3

$$\beta = f_2 - f_1 \quad -(2)$$

$$Q = \frac{f_r}{\beta} = \frac{f_r}{f_2 - f_1} - (3)$$

$$Q = \frac{1}{R}\sqrt{L/C} \quad -(4)$$

పద్ధతి : పటము (1)లో చూపినట్లు వలయం సిగ్నల్‌లో జనరేటర్ యొక్క నివేశన వోల్టేజిని 3V ల దగ్గర ఉంచి, సిగ్నల్ జనరేటర్ సహాయంతో పౌనఃపున్య విలువలను అంచెలు అంచెలుగా పెంచుతూ విద్యుత్ ప్రవాహం I కెపాసిటర్ వోల్టేజి V గుర్తించాలి. I-f ల మధ్య V-f ల మధ్య గ్రాఫ్‌లు గీయాలి. Vf గ్రాఫ్ నుండి f_r విలువ f_1,f_2లు పొందాలి. వాటి సహాయంతో β, క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ కనుగొనవచ్చును.

పరిశీలనలు : $L = _____ \, mH; \; C = \mu F; \; R = _____ \, \Omega$

పట్టిక: exp 7(a) లో మాదిరి.

గణాంకనలు : $f_r = ______ \, Hz$

$f_1 = ______ \, Hz$

$f_2 = ______ \, Hz$

$\beta = f_2 - f_1 = ______ \, Hz$

$Q = \frac{f_r}{\beta} = ________$

సిద్ధాంతభాగం $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} Hz$

$$Q = \frac{1}{R}\sqrt{L/C}$$

ఫలితము

(1) అనునాద పౌనఃపున్యం : ప్రయోగం ___________ *HZ* సిద్ధాంతం ___________ *HZ*

(2) క్వాలిటీ ఫ్యాక్టర్ : ప్రయోగం ___________ సిద్ధాంతం ___________

జాగ్రత్తలు : exp 7(a) లోనివే.

VIVA-VOCE:

1. LCR సమాంతర వలయంలో విద్యుత్ మరియు ఇంపెడెన్స్ ఏమి అవుతాయి?

జ. కరెంట్ విలువ కనిష్ఠంగాను, ఇంపెడెన్స్ విలువ గరిష్ఠంగాను ఉంటుంది.

2. సమాంతర LCR వలయం acceptor లేదా rejector ?

జ. ఇది Rejector శ్రేణీ సంధానం acceptor

ప్రయోగం - 8 ఏకాంతర విధ్యుత్ వలయం యొక్క సామర్థ్య గుణకం కనుగొనుట

ఉద్దేశ్యం : ఇండక్టర్ L, నిరోధం R లు శ్రేణిలో కల్గిన LR వలయంలో ఇంపెడెన్స్ Z మరియు సామర్థ్య గుణకం $\cos\phi$ కనుగొనుట.

పరికరములు : ఇండెక్టన్స్ కాయిల్ $L = 30mH$ మరియు $r = 50\,\Omega$ నిరోధముల పెట్టె, $(0 - 10000\,\Omega)$, అనునాద సిగ్నల్ జనరేటర్, తక్కువ సామర్థ్యం గల ఇంపెడెన్స్, డిజిటల్ మల్టిమీటర్.

సూత్రము : $L - R -$ వలయం పటములో చూపినట్లు

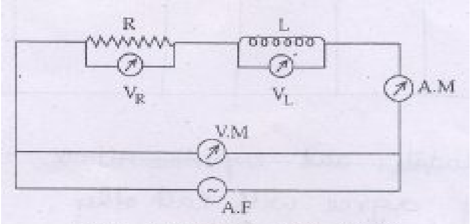


Fig-1 A series L - R a.c. circuit

పటము 1

వలయంలో మొత్తం ఇంపెడెన్స్ $Z = \dfrac{E}{I} = \sqrt{R^2 + W^2 L^2}\ ohm$

ఇక్కడ $E =$ విద్యుత్ జనకం యొక్క వి.చా.బ విలువ

$I -$ వలయంలో విద్యుత్

$R -$ వలయంలో నిరోధం

$L -$ ఇండెక్టన్స్ (హెన్రీ)

విద్యుత్‌జనకం యొక్క కోణీయ పౌన:పున్యం $= 2\Pi f$

సామర్థ్యకారకం $\cos\phi = \dfrac{E_R}{E} = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + W^2 L^2}}$

ఇక్కడ E_R నిరోధం వద్ద పొటెన్షియల్ పాతం

పద్ధతి : పటములో చూపినట్లు వలయం కలపాలి.

వరుస సంఖ్య	నిరోధము R Ω	V_R volt	V_L volt	V volt	$\sqrt{V_R^2+V_L^2}$ volt	I amp	ఇంపిడెన్స్ (z) Ω		సామర్థ్య గుణకం $\cos\phi$	
							$\frac{V}{I}$	$\sqrt{R^2+W^2L^2}$	$\frac{V_R}{V}$	$\frac{R}{\sqrt{R^2+W^2L^2}}$

ఫలితం: సిద్ధాంత పరంగా, ప్రయోగ పరంగా కనుగొనిన $V,\ Z, \cos\phi$ విలువలు ఏకీభవిస్తున్నాయి.

జాగ్రత్తలు:

1. తగినంత నివేశన వోల్టేజి ఉంచాలి.
2. సిగ్నల్ జనరేటర్ పౌన:పున్యం స్థిరంగా ఉంచాలి.
3. నిరోధం R అనేది ఇండెక్టివ్ కాదు.
4. ఉపయోగించే తీగలు నిటారుగా ఉండాలి.

VIVA-VOCE:

(1) సామర్ధ్య కారకం అనగనేమి?

జ. ఏకాంతర వలయంలో సామర్థ్యం $P = V_{Vms}\ I_{rms} \cos\phi$ ఇక్కడ $\cos\phi$ ని సామర్ధ్య కారకం అంటారు.

(2) $D.C.$ లో సామర్ధ కారకం ఏంత?

జ. $D.C.$ లో V మరియు I లు ఒకే దశలో ఉంటాయి. అందుచేత $\cos\phi = 1$ కారణం $\phi = 0$

(3) ఇండక్టర్‌లో V మరియు I ల మధ్య దశాబేధం ఎంత?

జ. $\Pi/2$ అంటే వోల్టేజి కంటే విద్యుత్ $\Pi/2$ వెనుకబడుతుంది.

(4) వాట్‌లెస్ విద్యుత్ అంటే ఏమిటి?

జ. ఒక పరిపూర్ణ ఇండెక్టర్ లేదా కెపాసిటర్‌లో $\phi = \Pi/2$ అంటే $\cos\phi = 0$ అంటే *power* నష్టం లేదు. అందుచేత దానిని వాట్‌లెస్ విద్యుత్ అంటారు.

ప్రయోగం - 9 సొనామీటర్ ఉపయోగించి ఏకాంతరం విద్యుత్ పౌనఃపున్యం కనుగొనుట.

ఉద్దేశ్యం : సొనామీటర్‌ని ఉపయోగించి ఏకాంతర విద్యుత్ యొక్క పౌనఃపున్యం కనుగొనుట.

పరికరములు : అయస్కాంత పదార్థంతో తయారుచేయబడిన తీగ, విద్యుత్ అయస్కాంతం, బరువుల కొంకీ, సున్నితపు త్రాసు, బరువులు.

కంపించే తీగ పౌనఃపున్యం

సూత్రం : $n = \frac{1}{2\ell}\sqrt{T/m} \quad HZ$

ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహ పౌనఃపున్యం

$$N = \frac{n}{2} = \frac{1}{4\ell}\sqrt{T/m} \quad HZ$$

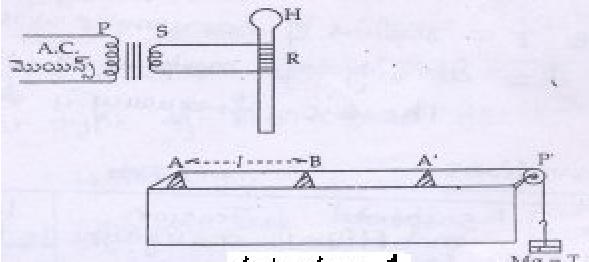
ఇక్కడ ℓ – రెండు బ్రిడ్జిల మధ్య దూరం

T – తీగలో తన్యత = Mg (డైన్స్)

M – బరువు g – గురుత్వత్వరణం

m – రేఖీయ సాంద్రత (gm/cc)

వర్ణన :



పటము 1

ఒక దీరఘచతురస్త్రాకారపు చెక్కపెట్టెపై రంధ్రములు కల్గి ఉంటాయి. దానిపై ఒక చివర నుంచి గట్టిగా లాగబడిన తీగను రెండవ చివర ఒక కప్పీపై జారవిడిచి రెండవ చివర తీగకు బరువుల కొంకీని వ్రేలాడదీస్తారు. చెక్క కత్తిమొనలను తీగ క్రిందుంచి, వాటి మధ్యదూరం అనుకూలంగా జరపవచ్చును.

ఏకాంతర విద్యుత్ సొనామీటరనలో ప్రాథమిక వలయంలో విద్యుత్ అయస్కాంతానికి $220\,volt$ ల ఏకాంతర విద్యుత్‌ను కలపాలి.

పద్ధతి : లోహపు కడ్డీపై తీగను చుట్టి దానిని ఒక ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ యొక్క గౌణవలయంలో కలపాలి. ఆ తీగకు ఒక వైపు 100 గ్రా భారం వ్రేలాడదీయాలి. తీగపై కాగితపు రైడర్‌ని ఉంచాలి. లోహపుకడ్డీని తీగపై ఉంచి చెక్క బ్రిడ్జిలను జరిపినప్పుడు ఒక నిర్దిష్ట పొడవుకు కాగితపు రైడర్ పడిపోతుంది. క్రమేపి బరువులను 500 గ్రా వరకు పెంచుతూ ప్రతిసందర్భంలోను తీగపోడవు ℓ (బ్రిడ్జిల మధ్యది) కొలవాలి.

100 cm పొడవు కల్గిన ఇటువంటి తీగనే తీసుకొని దాని ద్రవ్యరాశిని సున్నితపు త్రాసులో కనుగొనాలి. ఆ తీగ పదార్ధపు రేఖీయ సాంద్రతను $m = \frac{m^1}{\ell}$ లెక్కించాలి. రేఖియసాంద్రతను సూత్రం $m = \Pi r^2 d$ సహాయంతో లెక్కించవచ్చును. ఇక్కడ r – తీగ వ్యాసార్ధము d – తీగ పదార్ధపు సాంద్రత. తీగ వ్యాసార్ధమును స్క్రూగేజ్ సహయంతో లెక్కించవచ్చును. ఏకాంతర విద్యుత్ పౌనఃపున్యంను ఇచ్చిన సూత్రంతో లెక్కించవచ్చును.

వరుస సంఖ్య	వ్రేలాడతీసిన ద్రవ్యరాశి M (grm)	తన్యత $T = Mg$ dynes	కంపించే తీగ పోడవు I trial	II trial	mean (l)	$\sqrt{T}/l$

సరాసరి విలువ =

ఫలితాలు:

100 సెం.మీ. పొడవు కల్గిన తీగ ద్రవ్యరాశి $m^1 = _______ g/m$

రేఖీయ సాంద్రత $m = \frac{m^1}{100} = _______ gram/cm$

తీగయొక్క పౌనఃపున్యం $n = \frac{1}{2\sqrt{m}}\frac{\sqrt{T}}{\ell} = _______ HZ$

ఏకాంతర విద్యుత్ పౌనఃపున్యం $= _______ HZ$

జాగ్రత్తలు :

1. AB ల మధ్య ఉన్న తీగ ఒక ఉచ్చు ఉండరాదు.
2. సొనామీటర్ తీగకు ఎటువంటి వంకులు ఉండరాదు.
3. గాలి వలన కాగితపు రైడర్ పడరాదు.
4. ప్రతి సందర్భంలో కాగితపు రైడర్‌ని AB తీగ మధ్యలో ఉంచాలి.
5. కడ్డీ ఎటువంటి పరిస్థితులలోను సొనామీటర్ తీగను తాకరాదు.

VIVA-VOCE:

1. ఎందుకు ఎకాంతర విద్యుత్ పౌనఃపున్యం తీగ పౌనఃపున్యలో సగం ఉంటుంది?

జ. ప్రతి ఏకాంతర విద్యుత్ పౌనఃపున్యంలో కడ్డీ అడుగుభాగం ఒకసారి ఉత్తరధృవం, ఒకసారి దక్షిణ ధృవంగా మారుతుంది. అందుచేత తీగ రెట్టింపు సార్లు కంపిస్తుంది.

2. తీగ ఎటువంటి కంపనాలకు లోనవుతుంది?

జ. స్థిర తిర్యక్ తరంగాలు.

3. బ్రిడ్జిల వద్ద ఎటువంటి బిందువులు ఏర్పడతాయి?

జ. అస్పందనాలు ఏర్పడతాయి.

ప్రయోగం - 10 మల్టీమీటర్ నిర్మాణము

ఉద్దేశ్యం : ఏకాంతర, ఋజు విద్యుత్ ప్రవాహములు, వోల్టేజిలు నిరోధములు కొలుచుటకు మల్టీమీటర్ నిర్మించడం.

పరికరములు : గాల్వానా మాపకము, మిల్లీఅమ్మీటర్, ఒక జత నిరోధములు, రెండు ఘటములు, ఋజు విద్యుత్ సప్లయి కలిపే తీగలు.

సూత్రం : 1. ఒక గాల్వానా మీటర్‌ను అమ్మీటర్‌గా మార్చడానికి దానికి సమాంతరంగా అల్పనిరోధం (Shunt) కలపాలి ఆ షంట్ నిరోధం R_S అయితే

$$R_S = \frac{R_g}{\frac{I}{I_S} - 1} \quad -(1)$$

ఇక్కడ R_g - గాల్వానా మీటర్ నిరోధం

I - గరిష్ఠ విద్యుత్ ప్రవాహం

I_g - పూర్తి స్కేలు అపవర్తనానికి విద్యుతు

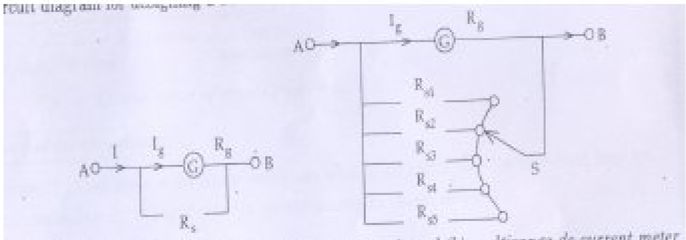


Fig - 1 Designing a dc (ammeter), (a) simple circuit and (b) multirange dc-current meter

పటము 1(a) &1 (b)

2. ఒక గాల్వానామీటర్‌ని వోల్టుమీటర్‌గా మార్చడానికి దానికి శ్రేణీలో అధిక నిరోధం కలపాలి.

$$R = \frac{V}{I_g} - R_g \quad -(2)$$

ఇక్కడ $V -$ కొలవ వలసిన గరిష్ట వోల్టేజి

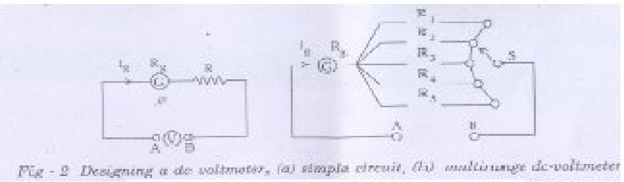


Fig - 2 Designing a dc voltmeter, (a) simple circuit, (b) multirange dc-voltmeter

పటము 2(a) &2(b)

3. ఒక ఓమ్-మీటర్ (నిరోధం కొలచే) అనేది ఖచ్ఛితమైన పరికరము కాదు. కాని దీనిని కొన్ని ఇతర కొలతలకు ఉపయోగిస్తారు.

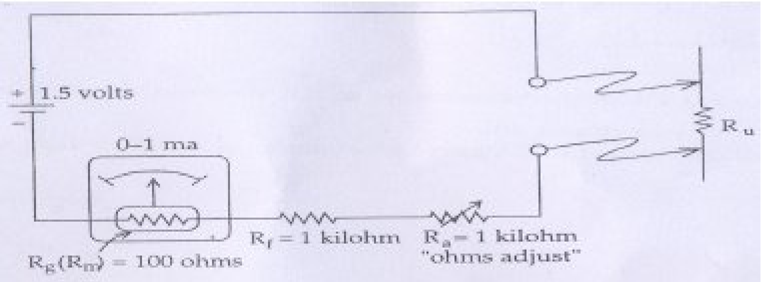


Fig - 3 An ohm meter of simple series type.

పటము 3

పద్ధతి మరియు పరిశీలనలు :

(1) $D.C.$అమ్మీటర్ నిర్మాణము : మొదట గాల్వానా మాపకం యొక్క నిరోధం R_g కొలవాలి. ఇప్పడు $D.C.$జనకం దానికి కలపాలి. పూర్తి స్కేలు అపవర్తనానికి కావలసిన విద్యుత్ ప్రవాహమును I_g ని కొలవాలి. మనకు కావలసిన అమ్మీటర్ రేంజి బట్టి కావలసిన నిరోధం లెక్కించి సమాంతరంగా కలపాలి. స్కేలును ఈ క్రింది విధంగా క్రమాంకనం చేయాలి.

ఉదా : $I_g = 1\mu A \quad I = 250\mu A$

$$R_S = \frac{R_g}{\frac{250}{1} - 1} = \frac{R}{249}\Omega$$

R_S విలువలు తగిన విధంగా నిర్ణయించి అమ్మీటర్ రేంజ్‌లను $250mA, 5mA, 10mA, 50mA$ మొదలగు వాటిని నిర్మించవలెను.

(2) $D.C.$ వోల్టుమీటర్ : $I_g = 1mA$ అయితే

$$R = \frac{V}{I_S} - R_g = \frac{10V}{1mA} - R_g = 10000 - R_g$$

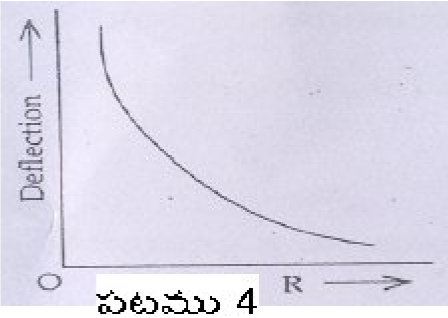
పై సూత్రం సహాయంతో R విలువలను మారుస్తు $D.C.$ వొల్టుమీటర్‌లు $10V, 25V, 100V$ మరియు $250V$ స్థాయిలో నిర్మించవలెను.

(3) ఏకాంతర విద్యుత్ కొలచే అమ్మీటర్, వొల్టుమీటర్ నిర్మాణం : మొదట ఏకాంతర విద్యుత్‌ను పూర్తి తరంగ థిక్కరణ సహాయంతో మార్చాలి. తదుపరి దానిని క్రమాంకనం చేయాలి.

(4) ఓమ్-మీటర్-నిర్మాణం : పటము (3)లో చూపినట్లు వలయం పూర్తి చేయాలి.

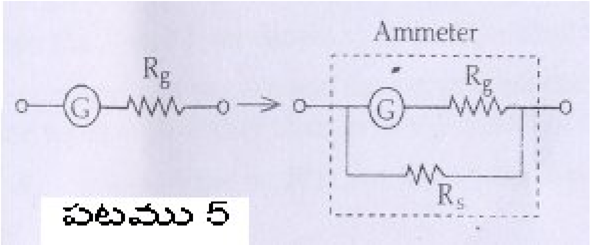
ఇప్పడు తీగలు షార్ట్‌సర్క్యూట్ $(R_4 = 0)$ చేయాలి. ఓమ్‌సా&థయి మార్చగల్గిన అమరిక సహాయంతో (R_a) పూర్తి స్కేలు అపవర్తనం వచ్చే విధంగా మార్చవలెను.

R_V విలువలను తగిన విధంగా అమర్చి గాల్వానామీటర్ స్కేలు క్రమాంకనం చేయాలి. అధిక నిరోధం వలయంలో కలిపినట్లుయితే స్కేలు ఏకరీతిగా ఉండరాదు. పటము (4)లో చూపినట్లు క్రమాంకన వక్రమును నిర్మించాలి.



పటము 4

(5) మీటర్‌లు పరిశీలించడం : పటము (5) లో చూపినట్లు ఒక స్థిరమైన నిరోధం R_V, ఒక మారే స్వభావము ఉన్న బుజు విద్యుత్ సప్లయి, ఒక అమ్మీటర్‌ను ఒక ప్లేగ్‌కీ శ్రేణీలో కలపాలి.



పటము 5

AB వద్ద వోల్టేజిలు మారుస్తూ వోల్టుమీటర్ రీడింగులు V_{AB} మరియు V_R లను జనకం వద్ద, నిరోధం వద్ద కొలవాలి. నిరోధం R ను ఒక ఓమ్ుమీటర్ సహాయంతో కొలవాలి. అదే సమయంలో మిల్లీఅమ్మిటర్ రీడింగులు గుర్తించాలి.

సప్లై ఓల్టేజి (v)	కోలిచిన ఓల్టేజి V.M (v)	కోలిచిన విద్యుత్ ప్రవాహం by A.N (I amp)	ఓమ్ మీటర్‌తో కోలచిన నిరోధం ohm-meter(R Ω)	గణించిన నిరోధం $(\frac{V}{I})$ ohm = R

ఫలితము : ఇచ్చిన మిల్లీ అమ్మీటర్‌ని, అమ్మీటర్‌గా, వోల్టుమీటర్‌గా, ఓమ్-మీటర్‌గా మార్చి పరిశీలించితిమి.

జాగ్రత్తలు :

1. అమ్మిటర్‌ని ఎప్పడు శ్రేణీ సంధానంలో కలపాలి.

2. వోల్టుమీటర్‌ని ఎప్పడు సమాంతర సంధానంలో కలపాలి.

3. ఓమ్-మీటర్‌ని ఉపయోగించేటప్పడు శూన్యాంక సవరణ చేయాలి.

VIVA-VOCE:

1. ఆదర్శ అమ్మీటర్ అంతర్ నిరోధం ఎంత?

జ. శూన్యం

2. ఆదర్శ వోల్టుమీటర్ అంతర్ నిరోధం ఎంత?

జ. అనంతరం

3. షంట్ ఉపయోగాలు ఏవి?

జ. అధిక విద్యుత్ ప్రవాహముల నుండి గాల్వానామీటర్‌ను కాపాడటం మరియు రెంజ్ పెంచడం.

4. ఓమ్-మీటర్‌లో శూన్య సవరణ ఎందుకు?

జ. బ్యాటరీ వోల్టేజిలో జరిగే మార్పులను క్రమాంకనం చేయడం.

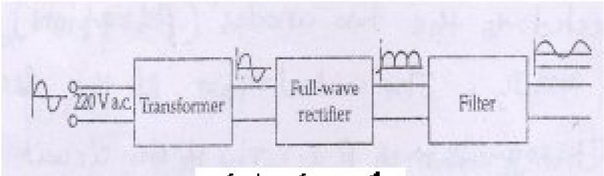
ప్రయోగం - 11 డి.సి. పవర్ సప్లై నిర్మాణము

ఉద్దేశ్యం : డి.సి. పవర్ సప్లైని నిర్మాణము చేసి దాని ఓల్టేజి రెగ్యులేషన్ అధ్యయనము చేయుట.

పరికరములు : స్టెప్‌డౌన్ ట్రాన్స్‌ఫార్మరు (12వోల్టులు), రెండు ఏక దిక్కీకరణ డయోడులు, L.F. చోక్ (ప్రేరణచుట్ట) రెండు కెపాసిటర్లు (1000 Mf / 24V), 10K పొటెన్షియోమీటర్, ఓల్టమీటర్, సంధాన తీగలు.

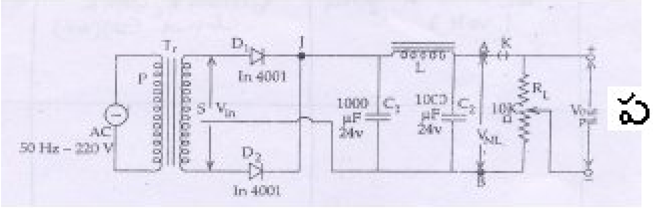
సిద్ధాంత భాగము : స్టెప్‌డౌన్ ట్రాన్సు ఫార్మరు ద్వారా మెయిన్స్ ఓల్టేజిని తగ్గించిన తర్వాత రెక్టిఫయర్ వలయము ద్వారా ఏక దిక్కీకరణ చెందించి, ఫిల్టరు వలయములను ఉపయోగించి రిపిల్ ఓల్టేజిని తగ్గించవలెను.

సంధానా వలయము చూపబడినది



పటము 1

మెయిన్స్ ఓల్టేజి $220V\ 50Hz$ స్టెప్‌డౌన్ ట్రాన్స్‌ఫార్మరు $(12V)$ సెకండరీ నుండి తగ్గింపబడిన ఓల్టేజిని పొందవచ్చును. రెండు ఏకదిక్కీకరణ డయోడులు ద్వారా పూర్ణ తరంగ ఎక దిక్కీకరణ సాధించిన పిమ్మట ఫిల్టరు వలయములోని ప్రేరణ చుట్ట, కండెన్సరులు రిపిల్ ఓల్టేజిని తగ్గించును. ఆ పిమ్మట లభ్యమైన డి.సి.ఓల్టేజిని (భార) లోడ్ నిరోధమునకు తగిలించి ఔట్‌పుట్ ఓల్టేజిని పొందవచ్చును.



పటము 2

భారము శూన్యమయినప్పుడు ఓల్టేజి V_{nl}, భారమున్నప్పుడు ఓల్టేజి V_0 అయిన

ఓల్టేజి రెగ్యులేషన్ శాతము $= \left(\frac{V_{nl} - V_0}{V_0}\right) X100$

ప్రయోగ పద్ధతి : పటము (1) లో చూపిన విధానములో వలయమును సంధానము చేయవలెను. ట్రాన్స్‌ఫార్మరు ప్రైమరీని మెయిన్స్ ఓల్టేజికి కలుపవలెను. సెకండరీ రెండు కొనలను పటములో చూపినట్లు రెండు డయోడులకు కలుపవలెను. సెకండరీ మధ్య బిందువును ఫిల్టరు వలయమునకు పటములో చూపినట్లు

కలుపవలెను. డయోడ్‌ల రెంటి ఋణధృవాలను కలిపే సంధి బిందువును ఫిల్టరు వలయంనకు కలుపవలెను. ఫిల్టరు వలయమును భార నిరోధమునకు, ఓల్ట్‌మీటరుకు పటములో చూపినట్లు కలుపవలెను.

ట్రాన్స్‌ఫార్మరు ప్రైమరీకి స్విచ్‌వేసి మెయిన్స్ ఓల్టేజిని అందించవలెను. పొటెన్షియో మీటరులో తొలుత గరిష్ఠ నిరోధముండునట్లు చూచుకొనవలెను. వివిధ భార నిరోధముపు విలువలకు సంబంధించిన V_R విలువలను కనుగొని పట్టికలో పొందుపరచవలెను. శూన్య భారమునకు సంబంధించిన నిర్గమన ఓల్టేజి VNL కొలవాలి.

$$V_R = \left(\frac{V_{NL} - V_0}{V_0}\right) X\,100$$

వరుస సంఖ్య	VNL = K **తెరచి ఉంచినప్పుడు పొటన్షియల్ బేధం** VNL(volt)	K **మూసి ఉంచి** R_L **వద్ద వద్ద ఉంచినప్పుడు పొటన్షియల్ బేధం** $(V_O)_{log}$	**రెగ్యులేషన్ శాతము** $= \left(\frac{V_{NL} - V_O}{V_O}\right)$X100

ఫలితము : భారనిరోధము మార్పుతో ఓల్టేజి రెగ్యులేషను మారును.

మౌలిక ప్రశ్నలు :

1. ఓల్టేజి రెగ్యులేషను ప్రాముఖ్యత ఏమి?

జ. నిర్దిష్ఠ ఓల్టేజి నిచ్చుటలో ఏకదిక్కీకరణ ఫిల్టరు వలయములకు గల అభిలక్షణమును తెలియజేస్తుంది.

2. ఫిల్టరు వలయము యొక్క ఉపయోగమేమి?

జ. ఏకధికరణి నిర్గమన ఓల్టేజిలో గల $a.c.$ అంశమును తగ్గించుట

3. రిపుల్ఓల్టేజి విలువ దేన్ని తెలియజేస్తుంది?

జ. ఏకదిక్కరణి నిర్గమన ఓల్టేజిలో గల ఏకాంతర విద్యుత్ ఓల్టేజి అంశం యొక్క విలువ

4. రిపుల్కారకమననేమి?

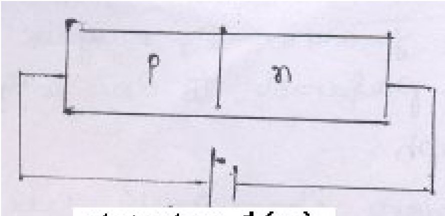
జ. రిపుల్కారకము = రిపుల్ఓల్టేజి / డి.సి.ఓల్టేజి

ప్రయోగం - 12 P-N సంధి డయోడ్ అభిలక్షణ వక్రములు

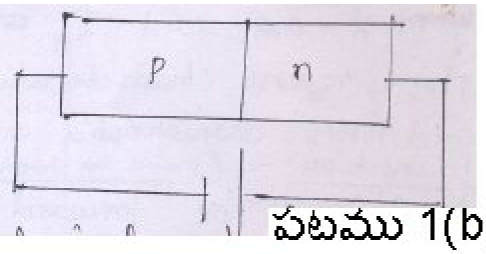
ఉద్దేశ్యం : అర్ధవాహక $P-N$ సంధిడయోడ్ అభిలక్షణ వక్రములను నిర్మించుట.

పరికరములు : 2V బ్యాటరీ, (0-50mA) మిల్లీఆమ్మీటరు, (0-50mA) మైక్రోఆమ్మీటరు, ఓల్టమీటరు, పొటెన్షియోమీటరు, స్విచ్.

సిద్ధాంతము : సంధిడయోడ్ P వైపు ధనాత్మక శక్మమును, N వైపు ఋణశక్మమును ఇచ్చిన సంధి డయోడ్‌కు పురోశక్మమీయబడినదనియు, P వైపు ఋణశాక్మమును, N వైపు ధనశక్మమునకు కలిపిన, సంధిడయోడ్‌కు తిరోశక్మమీయబడినదనియు అందురు.



పటము 1(a)



పటము 1(b)

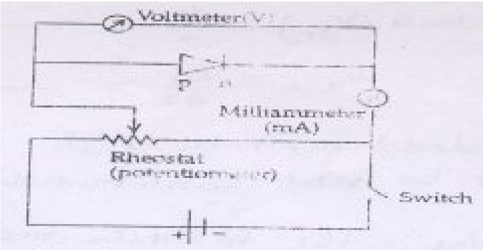
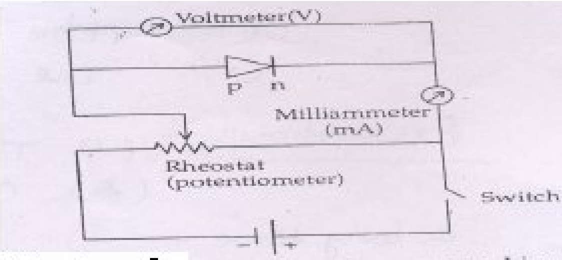
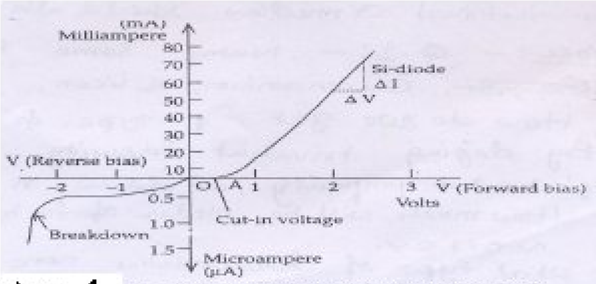


Fig - 2 p – n junction forward bias

పటము 2



పటము 3 p – n junction reverse bias



పటము 4 V – I characteristics of a junction diode

ప్రయోగ పద్ధతి : సంధి డయోడ్ O యొక్క P,N కొనలను గుర్తించవలెను. రెండవ పటములో చూపినట్లు వలయమును సంధానము చేసినచో సంధి డయోడ్‌నకు పురోశక్మమీయబడినది తెలుసుకొనవలెను. పొటెన్షియో మీటరును సర్దుబాటు చేయడం ద్వారా నివేశన ఓల్టేజిని క్రమేపి మారుస్తూ వివిధ ఓల్టేజి విలువలకు సంబంధించిన విద్యుత్ ప్రవాహపు విలువలను కనుగొని పట్టికలో పొందుపరచవలెను. X-అక్షముపై V_f విలువలను Y – అక్షముపై I_f విలువలను నిర్దేశిస్తు గ్రాఫను గీయవలెను. అదే పురోగామి అభిలక్షణ వక్రము.

సంధి డయోడ్ కొనలకు బ్యాటరీని ఇంతకు పూర్వము కలిపిన విధానాన్ని పటము 3 లో చూపినట్లు మార్చి వివిధ V_r విలువలకు సంబంధించిన I_r విలువలను కనుగొనవలెను. V_r విలువలను ఋణ X – అక్షముపైన I_r విలువలను ఋణ Y – అక్షముపైన నిర్దేసిస్తూ గ్రాఫ్ గీయవలెను. తద్వారా తిరోగామి అభిలక్షణ వక్రమును రాబట్టవచ్చును.

వరుస సంఖ్య	డయోడ్ఓల్టేజి **పురోగామిశక్మము** V_F (volts)	డయోడ్‌విద్యుత్ **తిరోశక్మము** I_F (mA)

ఫలితము :

1. పురోగామి, తిరోగామి అభిలక్షణ వక్రములను నిర్మించబడినవి.

2. (O.A). కటిన్ ఓల్టేజి =

3. D.C పురోగమన నిరోధము $r_{dc} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = ____ \, \Omega$

4. A.C పురోగమన నిరోధము $r_{ac} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = ____ \, \Omega$

జాగ్రత్తలు :

1. (నివేశన ఓల్టేజి ఎక్కువగా ఉండరాదు.

2. బయాస్ ఓల్టేజిని మార్చినప్పడు అమ్మీటరు కొనలను కూడా అనువుగా మార్చుకొనవలెను.

మౌలిక ప్రశ్నలు :

1. అర్ధవాహకములు కొన్నింటిని పేర్కొనుము?

జ. జర్మేనియం, సిలికాన్, సిలీనియం, ఇండియం.

2. P మరియు N రకముల అర్ధవాహకములను ఎట్లు రాబట్టవచ్చు?

జ. మూడు వాలన్సీ గల మలినమును కలిపి P అర్ధవాహకమును ఐదు వాలన్సీగల మలినమును కలపడం ద్వారా N అర్ధవాహక పదార్ధమును రాబట్టవచ్చు.

3. నిషిద్ధశక్తిపట్టీ (for bidden energy gap) అననేమి? అర్ధవాహకములకు సుమారు ఎంత విలువ ఉండును?

జ. వహనపట్టీ, సంయోజనీయ పట్టీల అంతరమును నిషిద్ధ ఖాళీ అందురు. అర్ధవాహకములకు దీని విలువ సుమారు $0.1 ev$.

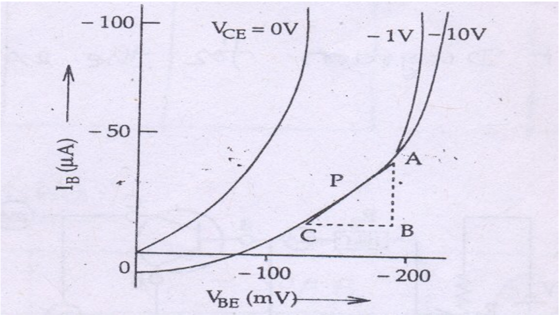
A.C పురోగమన నిరోధము

ప్రయోగం - 13 ట్రాన్సిష్టరు అభిలక్షణాలు

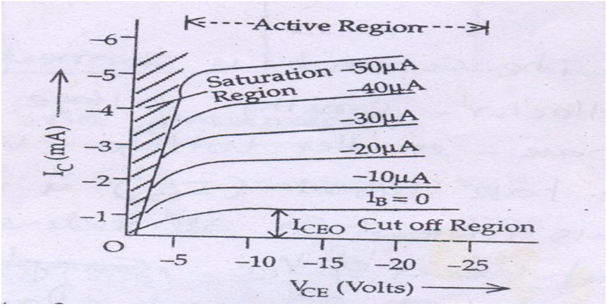
ఉద్దేశ్యం : ట్రాన్సిష్టరు (PNP) అభిలక్షణాలను అధ్యయనం చేయుట (వలయమును కామన్ ఎమిటర్ పద్ధతిలో ఉపయోగించినప్పడు) మరియు హైబ్రిడ్ పరిమితులును కనుగొనుట.

పరికరములు : AC128, AC125 లాంటి ట్రాన్సిష్టరు, 0-12X డి.సి. పవర్ సప్లై (రెండు) -2V ఓల్టమీటరు, 10Kv ఆమ్మీటరు, నిరోధము, రెండు పొటెన్షియామీటరులు లేదా రియోస్టాట్‌లు.

మొదటిపటము ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క నివేశ అభిలక్షణాన్ని, రెండవ పటము నిర్గమ అభిలక్షణాన్ని తెలియజేస్తాయి.



పటము -1



పటము -2

హైబ్రిడ్ పెరామీటర్లను తెలియజేయు పద్ధతి

1. నివేశన అవరోధము (ఇన్‌పుట్ ఇంపిడెన్సు) $\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B} | VCE$ ఓమ్‌లు

2. నిర్గమన అడ్మిటన్స్

3. పురో విద్యుత్ప్రవాహనిష్పత్తి

4. తిరో ఓల్టేజి నిష్పత్తి

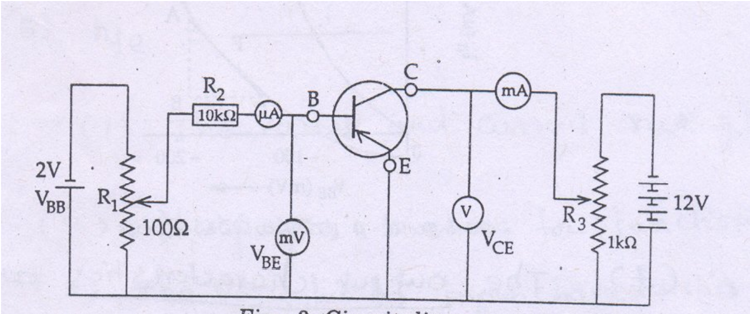


Fig - 3 Circuit diagram

ప్రయోగ పద్ధతి : పటములో చూపిన విధముగా వలయమును సంధానము చేయవలెను. V_{CE} విలువను స్థిరంగా ఉంచి, V_{BE} విలువను స్వల్పంగా మారుస్తూ దశలలో సంబంధిత I_B విలువలను కొలవవలెను. ప్రతి సందర్భంలో V_{CE} స్థిరత్వాన్ని నిర్ధారించుకోవాలి. పిమ్మట V_{CE} ని మరో రెండు విలువ వద్ద స్థిరంగా నుంచి ప్రయోగాన్ని తిరిగి కొనసాగించాలి. V_{CE} విలువను $X-$అక్షముపైన I_B విలువను $Y-$అక్షముపై నిర్దేసించి గ్రాఫ్‌గీయాలి. తద్వారా నివేశన అభిలక్షణ వక్రములను రాబట్టవచ్చు.

I_B విలువను స్థిరంగా ఉంచి, V_{CE} నిమారుస్తూ సంబంధిత I_C విలువలను కొలవాలి. వివిధ I_B విలువల వద్ద ప్రయోగాన్ని కొనసాగించాలి. V_{CE} విలువను $X-$అక్షముపైన, I_C విలువను $Y-$అక్షముపైన నిర్దేసిస్తూ గ్రాపును గీయాలి. తద్వారా నిర్గమన అభిలక్షణ వక్రాలను రాబట్టవచ్చు.

అభిలక్షణ వక్రముల సహాయంతో హైబ్రిడ్ పరామీటర్లను కనుగొనవచ్చు.

S.No	V_{CE} = 0v		V_{CE} = -1v		V_{CE} =-10v	
	V_{BE} (mV)	I_B (μA)	V_{BE} (mV)	I_B (μA)	V_{BE} (mV)	I_B (μA)

S.No	$I_B = 0\ \mu A$		$I_B = 50\ \mu A$		$I_B = 100\ \mu A$		$I_B = 150\ \mu A$	
	V_{CE} (V)	I_C (mA)	V_{CE} (V)	I_C (mA)	V_{CE} (V)	I_C (mA)	V_{CE} (V)	I_C (mA)

హైబ్రిడ్ పరామీటరులను కనుగొనుట :

నివేశ అభిలక్షణము నుండి CB = __________________ volt.

AB = __________________ amp.

నివేశన అవరోధము h_{ie} = CB/AB = ______________ Ω.

$(V_{BE})_1$ = __________________ volt. $(V_{CE})_1$ = __________________ volt.

$(V_{BE})_2$ = __________________ volt. $(V_{CE})_2$ = __________________ volt.

తిర్ వోల్టేజి నిష్పత్తి $h_{re} = \dfrac{(V_{BE})_1 - (V_{BE})_2}{(V_{CE})_1 - (V_{CE})_2} = -----$

నిర్గమ అభిలక్షణము నుండి

BC = __________________ amp.

AC = __________________ volt.

నిర్గమ అడ్మిటన్స్ (h oe) = BC/AC = ________________________siemen

$(I_B)_1$ = __________________ amp. $(I_C)_1$ = __________________ amp.

$(I_B)_2$ = __________________ amp. $(I_C)_2$ = __________________ amp.

పురోవిద్యుత్తు వృద్ధి $h_{fe} = \frac{(I_C)_2 - (I_c)_1}{(I_B)_2 - (I_B)_1} = -----$

ఫలితము :

1) అభిలక్షణ వక్రములను గీచితిని.

2) h_{ie} = __________________ ohms.

3) h_{re} = __________________

4) h_{oe} = __________________ ohms.

5) h_{fe} = __________________

జాగ్రత్తలు :

1. అధిక వోల్టేజిలను అన్వయించరాదు.

2. సంధులకు సరియైన బయాస్‌ను ఇవ్వాలి.

3. నివేశ అభిలక్షణము సందర్భమున V_{CE} విలువను ; నిర్గమ అభిలక్షణ సందర్భమున I_B విలువను స్థిరంగా ఉంచాలి.

1. ట్రాన్సిస్టర్ మూడు ప్రాంతములు ఏవి? వాటిని ఎలా మాదీకరిస్తారు?

జ. ఉద్గారి, ఆధారము, సేకరిణి, ఉద్గారిణిని అధికంగాను, ఆధారాన్ని అల్పంగాను మరియు సేకరిణి మధ్యస్థంగాను మాదీకరణము చేస్తారు.

2. PNP ట్రాన్సిస్టర్‌లో అధిక విద్యుత్తువాహకాలు ఏమి ?

జ. రంధ్రాలు

3. ట్రాన్సిస్టర్ అధికంగా ఉపయోగించు విధానము (mode) ఏది ?

జ. ఉమ్మడి ఉద్గార విధానము (CE) . ఈ విధానములో అధిక విద్యుత్తు, వోల్టేజి వృద్ధిలు ఉన్నాయి.

4. ట్రాన్సిస్టర్ ఉపయోగాలు ఏవి ?

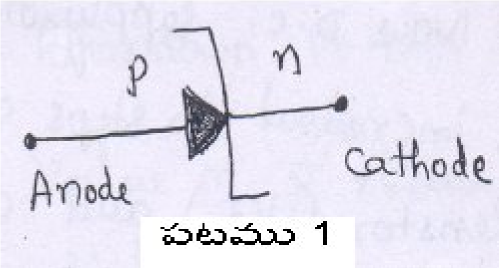
జ. 1) వర్ధకముగా 2) డోలకముగా 3) స్విచ్‌గా 4) Analog వలయాలలో

ప్రయోగం - 14 జీనర్ డయోడ్ అభిలక్షణ వక్రము

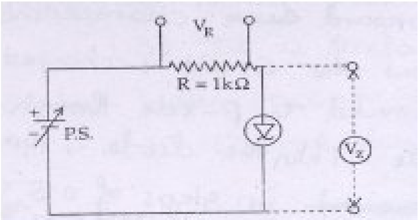
ఉద్దేశ్యం : జీనరు డయోడ్ అభిలక్షణ వక్రాలను నిర్మించుట.

పరికరములు : జీనరు డయోడ్‌లు $[3.9V, 6.2V, 10.0V]$ $0-20v\,DC$ పవర్ సప్లై $0-15V$ ఓల్టుమీటరు మరియు $0-50mA$ అమ్మీటరు.

సిద్ధాంతం : మలినగాఢత ఎక్కువగా నుండు $P-N$ సంధి డయోడ్‌ను జీనరు డయోడ్ అనవచ్చును. జీనరు డయోడ్‌ను పటములో చూపినట్లు సూచింపవచ్చును.



పటము 1



పటము 2(a) Fig-2(a) Forward biased Zener Diode

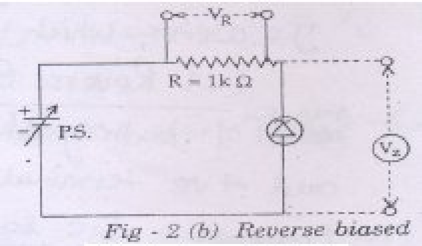
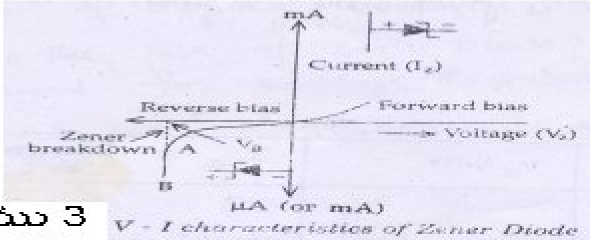


Fig - 2 (b) Reverse biased
పటము 2(b)

అభిలక్షణ వక్రమ్‌లు



పటము 3 V - I characteristics of Zener Diode

ప్రయోగ పద్ధతి :

1. డయోడ్ కొనలను గుర్తించుట : మల్టీమీటరును నిరోధము కొల్చు పద్ధతిలో నుంచి, మీటరు ధన ధృవమును డయోడ్ ఒకకొనకు, ఋణధృవమును మరొక కొనకు కలుపవలెను. ఆ సందర్భంలో నిరోధము తక్కువగా నున్నచో, మీటరు ధనధృవమునకు కలిపిన డయోడ్‌కొన P వైపుగా గుర్తించవచ్చును. నిరోధము హెచ్చుగానున్నచో ధనధృవమునకు కలిపిన కొనను N వైపుగాను గుర్తించవలెను.

2. పురోశక్మ విధానము: పటము 2(ఎ)లో చూపిన విధముగా వలయమును సంధానము చేయవలెను. బ్యాటరీ ధనధృవమును 1KV నిరోధము ద్వారా డయోడ్ P వైపునకు కలుపవలెను. బ్యాటరీ ఋణధృవాన్ని డయోడ్ N వైపునకు కలుపవలెను. తొలిగా శూన్యస్థానమునందున్న డి.సి.పవర్ సప్లైని క్రమేపి మారుస్తూ డయోడను కొనల మధ్య ఓల్టేజిని దశల వారీగా 0.2V చొప్పన పెంచుతూ నిరోధ కొనల మధ్య ఓల్టేజిలను కొలచి పట్టికలో పొందుపరచవలెను. V_Z విలువలను X అక్షముపైన I_Z విలువలను Y-అక్షముపైన నిర్దేశిస్తు గ్రాపు గీయవలెను.

3. తిరోశక్మ విధానము : పటము 2(బి)లో చూపిన విధంగా వలయము సంధానము చేయవలెను. బ్యాటరీ ధృవాని జీనరు డయోడ్ N వైపునకు కలుపవలెను. డయోడ్ P వైపును 1KV నిరోధము ద్వారా బ్యాటరీ ఋణధృవానికి కలుపవలెను. దశలవారీగా ఇంతకు పూర్వము వలెనే పవర్‌సప్లైని విలువను మారుస్తూ V_2 మరియు తత్సంబంధిత V_R విలువను కొలచి పట్టికలో పొందుపరచవలెను. ఒక దశకు చేరిన తరువాత V_Z విలువలు పెరిగిననూ V_Z స్థిరముగానున్నట్లు గమనించవచ్చును. V_Z విలువలను X -అక్షముపైన I_Z విలువలను Y – అక్షముపైన నిర్దేసిస్తూ గ్రాపు గీయవలెను.

S.No	V_R (volt)	V_z	$I_z = \frac{V_R}{R}$ mA

S.No	V_R (volt)	V_z	$I_z = \frac{V_R}{R}$ mA or μA

ఫలితం : 1. పురోశక్మ, తిరోశక్మ అభిలక్షణ వక్రములు నిర్మంపబడెను.

2. ఇచ్చిన జీనరు బ్రేక్‌డౌన్ ఓల్టేజిలు కనుగొనబడినవి.

జాగ్రత్తలు :

1. R విలువ హెచ్చుగా ఉంచడం ద్వారా డయోడ్ ప్రాహమును పరిమితి లోపలనుంచవచ్చును. తద్వారా డయోడ్‌పవరు పరిమితికి లోబడి యుండవచ్చును.

2. డయోడులో విద్యుత్ ప్రవాహము ఎక్కువసేపు కొనసాగింపరాదు.

మౌలిక ప్రశ్నలు :

1. జీనరు బ్రేక్‌డౌను దేని మీద ఆధారపడను?

జ. మలిన గాఢత మీద

2. జీనర్‌డయోడులను ఎక్కువగా ఎక్కడ వాడతారు?

జ. ఓల్టేజి రెగ్యులేషనుకు

3. సిలికాన్‌నే జీనరు డయోడులకు ఎక్కువగా వాడతారు ఎందువలన?

జ. 1) సిలికాన్ ఉష్ణవాహకత్వం ఎక్కువ తద్వారా దక్షత ఎక్కువ 2) పురోగామి సంతృప్త ప్రవాహము సిలికాన్‌కు తక్కువ 3) ఉష్ణప్రభావాలు సిలికాన్‌కు తక్కువ.

ప్రయోగం - 15 కిర్‌కాఫ్ సూత్రములను నిరూపించుట

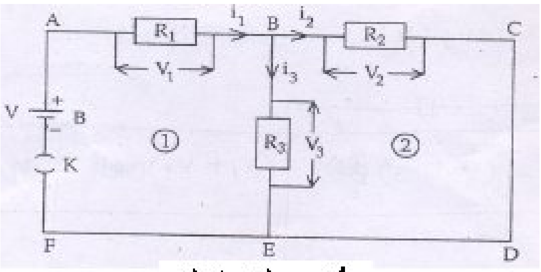
ఉద్దేశ్యం : విద్యుత్తుకు సంబంధించిన, కిర్‌కాఫ్ నియమములను నిరూపించుట.

పరికరములు : 6V బ్యాటరీ, మూడు నిరోధాల పట్టెలు (0-1000) డిజిటల్ మల్టీమీటరు, ప్లగ్‌కీ, సంధాన తీగలు.

సిద్ధాంతము : సంక్లిష్ట విద్యుత్‌వలయముల విశ్లేషణకు కిర్‌కాఫ్ నియమములు ఉపయోగపడతాయి.

మొదటి నియమము : ఏదైనా సంధివద్ద కలుసుకొనే విద్యుత్ప్రవాహాల బీజీయ మొత్తము శూన్యము.

రెండవ నియమము : ఏదైనా మూసిఉన్న వలయములోని విద్యుచ్ఛాలక బలములు, పొటన్షెక బేధముల బీజీయ మొత్తము శూన్యము.



పటము 1

పటము చూపబడిన విద్యుత్ వలయములోని బి బిందువు పరంగా కిర్‌కాఫ్ మొదటి నియమము ప్రకారము

ABEFA అను మూసిఉన్న వలయమునకు కిర్‌కాఫ్ రెండవ సూత్రమును అన్వయిస్తే

$$V = V_1 + V_3 ____ (2)$$

BCDEB అను వలయమునకు రెండవ నియమమును వర్తింపజేస్తే

$$V_2 = V_3 _____ (3)$$

ACDFA వలయానికి రెండవ నియమాన్ని వర్తింపజేస్తే

$$V_1 + V_2 = V _____ (4)$$

పటములో చూసిన వలయాన్ని సంధానం చేసి ఈ నాలుగు సమీకరణాలను నిరూపించడం ద్వారా కిర్‌కాఫ్

నియమాలను నిరూపించవచ్చు.

ప్రయోగ పద్ధతి: పటములో చూపిన విధంగా వలయాన్ని సంధానం చేయాలి. R_1, R_2 నిరోధాల పెట్టెలలో 1000 Ω పై విలువ ఉండేటట్లు దశలవారిగా విలువను మారుస్తూ V_1, V_2, V_3 విలువలను కొలుస్తూ R_1, R_2, R_3 విలువలతో సహా పట్టికలో పొందుపరచాలి. v_1, v_2, v_3 విలువలను గణించాలి. R_1, R_3 లను స్థిరంగా ఉంచి R_2 విలువను మారుస్తూ, అలాగే R_2, R_3 లను స్థిరంగా ఉంచి, R_1 విలువను మారుస్తూ ప్రయోగమును మరొకమారు చేయవచ్చు.

పరిశీలనలు :

S.No	Resistence $R_3\ \Omega$ నిరోధము	Potential difference పొటన్షియల్ బేధము			Current in amp విద్యుత్తు		
		V_1(v)	V_2(v)	V_3(v)	$i_1 = \frac{V_1}{R_1}$	$i_2 = \frac{V_2}{R_2}$	$i_3 = \frac{V_3}{R_3}$

నియమాల నిరూపణ :

బ్యాటరీ విద్యుచ్ఛాలక బలం = ఓల్టులు

S.No	i_1	$i_2 + i_3$	$V_1 + V_3$	$V_1 + V_2$	V_2	V_3

ప్రతి సందర్భములోను v_1 విలువ $(v_1 + v_2)$ విలువకు సమంగా ఉండుట కిర్‌కాఫ్ మొదటి నియమాన్ని నిరూపిస్తుంది.

ప్రతి సందర్భములోను $V_1 + V_3 \approx V, V_1 + V_2 \approx V$ మరియు $V_2 \approx V_3$ అను విషయాన్ని గమనించడం ద్వారా కిర్‌కాఫ్ రెండవ నియమాన్ని నిరూపణ జరుగుతుంది.

జాగ్రత్తలు :

1. కిర్‌కాఫ్ నియమాలు ఏ నిత్యత్వ సూత్రములను సూచిస్తాయి?

జ. మొదటి నియమము విద్యుదావేశ నిత్యత్వాన్ని రెండవ నియమము శక్తి నిత్యత్వా సూత్రాన్ని సూచిస్తాయి.

2. A.C. వలయాలకు కిర్‌కాఫ్ నియమాలు వర్తిస్తాయి?

జ. అవును వర్తిస్తాయి. ఓల్టేజి, విద్యుత్ప్రవాహము, అవరోధముల (Complex) విలువలను ఉపయోగించాలి.