19 విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ మరియు ఏకాంతర విద్యుత్ ప్రవాహం

మనకు లభ్యమవుతున్న శక్తి రూపాలన్నింటిలో విద్యుచ్ఛక్తి చాలా అనుకూలమైనది. ఇది మన ఇంట్లో దీపాల్ని వెలిగిస్తుంది. రైళ్ళను నడుపుతుంది. ప్రసార సాధనాలను పనిచేయిస్తుంది. మొత్తం మీద మన జీవితాన్ని సుఖమయం చేస్తుంది. అలాగే మన ఇంట్లో ఉపయోగించే విద్యుత్ ఉపకరణాల చిట్టా కూడా చాలా పెద్దది. విద్యుత్ శక్తి ఎలా ఉత్పత్తి అవుతుందని మీరెప్పుడైనా ఆలోచించారా? నీటికి ఉండే శక్తి నుపయోగించుకొని టర్బైన్ ద్వారా నడుపబడే జనరేటర్ జలవిద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేస్తుంది. బొగ్గు, వాయువు, న్యూక్లియర్ ఇంధన ఆధార విద్యుత్ కేంద్రాలలో టర్బైన్ ఆవిరిని ఉపయోగించుకొని జనరేటర్‌ను పనిచేయిస్తుంది. పట్టణ విద్యుత్ ఉపకేంద్రాల నుండి కేబుల్ ద్వారా విద్యుచ్ఛక్తి మన ఇళ్ళకు చేరుతుంది. నీవెప్పుడైనా విద్యుత్ ఉపకేంద్రాన్ని సందర్శించావా? అక్కడ ప్రతిష్ఠాపితమైన పెద్ద యంత్రాలు ఏమిటో తెలుసా? ఆ యంత్రాలను పరివర్తకాలు అంటారు. విద్యుచ్ఛక్తిని మనకందు బాటులోకి తెచ్చే ముఖ్యమైన సాధనాలు జనరేటర్, పరివర్తకాలు. ఈ పరికరాలు విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ ఆధారంగా పనిచేస్తాయి.

విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ, దీనిని నియంత్రించే నియమాలు, వీటి ఆధారంగా పనిచేసే పరికరాలు గురించి ఈ పాఠంలో నేర్చుకుంటారు. విద్యుత్ జనరేటర్లు, పరివర్తకాల నిర్మాణం, పనిచేసే విధానం గురించి, విద్యుచ్ఛక్తిని మనకందించడంలో వాటి పాత్రను గురించి కూడా చదువుతారు.

లక్ష్యాలు

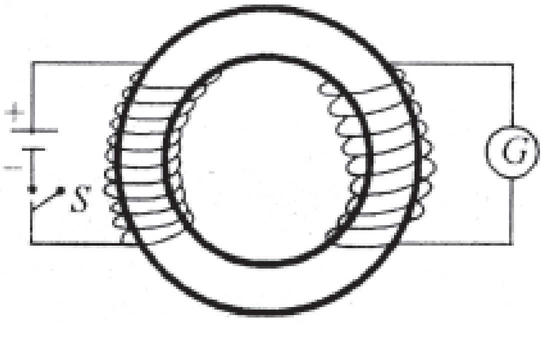
ఈ పాఠం చదివిన తరువాత ఈ కింది విషయాలు తెలుసుకుంటారు.

- ప్రయోగాల ద్వారా విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ దృగ్విషయం ను గురించిన వివరణ.
- విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణలోని లెంజ్ నియమం, ఫారడే నియమంల వివరణ
- స్వయం ప్రేరణ, అన్యోన్య ప్రేరణ ల గురించిన వర్ణన
- ac మరియు dc జనరేటర్లు పనిచేసే విధానం వర్ణన

- ac వలయాలు (i) నిరోధం (ii) ప్రేరకం లేదా (iii) కెపాసిటర్ ను కలిగి ఉన్నప్పుడు వోల్టేజ్ మరియు విద్యుత్ ప్రవాహంల మధ్య సంబంధం ను రాబట్టుట.
- LCR ఏకాంతశ్రేణీ వలయం విశ్లేషణ
- పరివర్తకాలు పనిచేసే విధానం, దాని దక్షతను మెరుగుపరిచే మార్గాల వివరణ.

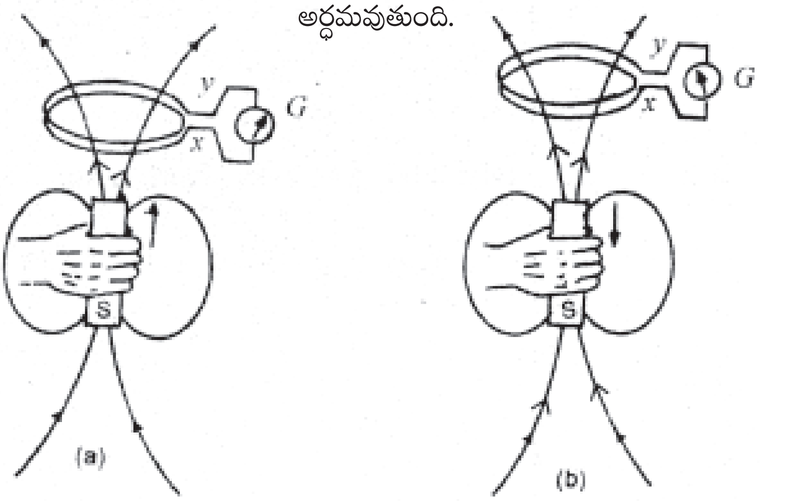
19.1 విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ

ఒక వైర్ గుండా ప్రవహించే నిలకడ విద్యుత్ ప్రవాహం నిలకడ అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తుందని ఇంతకుముందు పాఠంలో చదువుకున్నారు. నిలకడ అయస్కాంత క్షేత్రం, విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఏర్పరచగలదని ఫారడే మొదట (తప్పుగానే) భావించాడు..



పటం 19.1 : ఇనుప చక్రానికి చుట్టిన రెండు తీగ చుట్టలు. స్విచ్‌ను తెరచినపుడు లేదా మూసినపుడు గాల్వనామీటర్ G లో ఒక క్షణం అపవర్తనం కలగడం

అయస్కాంత ప్రేరిత ప్రవాహాల మీద ఫారడే చేసిన పరిశోధనల ప్రయోగ అమరికను పటం 19.1 లో చూపించారు. కుడివైపు ఉన్న తీగచుట్టలోని ప్రవాహం ఇనుపచక్రంలో కేంద్రీకృతమయ్యే విధంగా అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. ప్రేరిత ప్రవాహాన్ని సూచించడానికి కుడి వైపు ఉన్న తీగచుట్టలో గాల్వనోమీటరును అనుసంధానం చేశారు. వలయంలో నిలకడ విద్యుత్ ప్రవాహమున్నప్పుడు గాల్వనోమీటర్ లో అపవర్తనం ఉండదు. ఎడమవైపు వలయంలోని స్విచ్‌ను మూసినపుడు గాల్వనోమీటరు ఒక క్షణం అపవర్తనం చూపుతుంది. అలాగే స్విచ్‌ను తెరిచినపుడు కూడా క్షణం సేపు అపవర్తనం వ్యతిరేక దిశలో నమోదు అవుతుంది. ఎడమవైపు వలయంలోని ప్రవాహం వల్ల కలిగిన అయస్కాంత క్షేత్రం మారినపుడు మాత్రమే ప్రవాహం ప్రేరేపితమవుతుందని అర్థమవుతుంది.



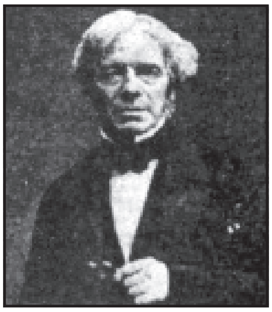
పటం 19.2: (a) అయస్కాంతాన్ని తీగచుట్ట వైపుకు జరిపినపుడు విద్యుత్ ప్రవాహం ప్రేరేపితమవ్వడం (b) అయస్కాంతాన్ని తీగచుట్టనుండి దూరంగా జరిపినపుడు వ్యతిరేక దిశలో విద్యుత్ ప్రవాహం ప్రేరేపిత మవ్వడం.

పటం 19.2 లో చూపిన ప్రయోగం ద్వారా అయస్కాంత క్షేత్రం లోని మార్పు కలుగజేసే ప్రభావాన్ని అర్థం చేసుకోవచ్చు. తీగచుట్టపరంగా అయస్కాంతం నిశ్చలస్థితిలో ఉంటే తీగచుట్టలో ప్రేరణ ప్రవాహం ఉండదు. అయస్కాంతాన్ని తీగచుట్ట వైపుకు జరిపినపుడు పటం 19.2 (a) లో చూపిన దిశలో విద్యుత్ ప్రవాహం ప్రేరేపితమవుతుంది. అలాగే అయస్కాంతాన్ని వ్యతిరేకదిశలో జరిపినపుడు వ్యతిరేకదిశ లో ప్రవాహం ప్రేరేపితమవుతుంది. (పటం 19.2 (b)). పై రెండు సందర్భాలలో అయస్కాంత క్షేత్రం లో మార్పులు తీగచుట్ట సమీపంలో జరిగాయి. అయస్కాంతం పరంగా తీగచుట్టను జరిపినా కూడా తీగచుట్టలో ప్రేరిత విద్యుత్ ప్రవాహ గమనాన్ని చూడవచ్చు. వలయంలో ఉండే ఇటువంటి విద్యుత్ ప్రవాహాలు తీగచుట్ట యొక్క స్వేచ్ఛగా ఉండే x, y చివరల మధ్య విద్యుచ్ఛాలక బలం ఉనికిని తెలియజేస్తుంది.

అయస్కాంతక్షేత్రం, విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని ప్రేరేపించే దృగ్విషయాన్ని విద్యుదయస్కాంతప్రేరణ అంటారు. ఈ పని యొక్క ప్రాముఖ్యతను ప్రతిభావంతుడైన ఫారడే గుర్తించి పరిశోధన చేశాడు. ఈ దృగ్విషయం పరిమాణాత్మక వివరణను విద్యుదయస్కాంత ఫారడే నియమం అంటారు. దీని గురించి ఇప్పుడు చర్చిద్దాం.

మైకేల్ ఫారడే

(1791 – 1867)



నిరంతరకృషి, పట్టుదల, విజ్ఞానశాస్త్రం పట్ల మక్కువ మానవీయతలతో గొప్పవాడైన వ్యక్తికి మంచి ఉదాహరణ బ్రిటిష్ ప్రయోగాత్మక శాస్త్రవేత్త మైకేల్ ఫారడే. బుక్‌బైండర్ వద్ద సహాయకుడిగా తన కెరీర్ ను ప్రారంభించి, బైండింగ్ కొరకు వచ్చే పుస్తకాలను చదివే అవకాశాన్ని వినియోగించుకున్నాడు. తనురాసిన నోట్సును హంఫ్రిడేవికి పంపించినపుడు, హంఫ్రిడేవి ఇతని ప్రజ్ఞను గుర్తించి రాయల్ ఇనిస్టిట్యూట్‌లో తన శాశ్వత సహాయకుడిగా నియమించుకున్నాడు.

హంఫ్రిడేవి తన జీవితంలో అతి గొప్ప అన్వేషణ మైకేల్ ఫారడే అని తెలియజేశాడు. అతను చెప్పింది నిజం ఎందుకంటే విద్యుత్ యుగానికి కావలసిన ప్రాథమిక అన్వేషణలెన్నో మైకెల్‌ఫారడే చేశాడు. దీని ఫలితంగా ఎలక్ట్రిక్ జనరేటర్, పరివర్తకం, ఎలక్ట్రిక్ మోటార్, విద్యుత్ విశ్లేషణ మొదలైనవన్నీ సాధ్యమయ్యాయి.

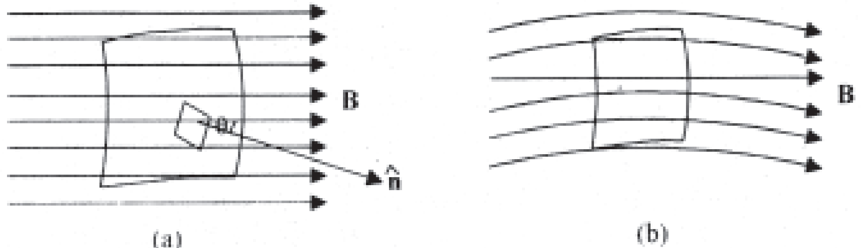
19.1.1 విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ ఫారడే నియమం.

మారుతున్న అయస్కాంత క్షేత్రం, ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం ల మధ్య సంబంధాన్ని తీగచుట్టతలంలో ఉన్న అయస్కాంత అభివాహం ϕ_B పరంగా చెప్పవచ్చు. అయస్కాంత అభివాహం అంటే ఏమిటని మీరడగవచ్చు ? అయస్కాంత అభివాహంను నిర్వచించడానికి పటం 19.3 (a) ను చూడండి. దీనిలో ఇచ్చిన తలాన్ని వైశాల్యం ds గా గల విలక్షణ అనంతసూక్ష్మ అల్పాంశం గా విభజించారని భావిద్దాం. ds దిశ, ఆ బిందువు వద్ద తలానికి లంబంగా ఉంటుంది. వైశాల్య అల్పాంశం ds కు, అయస్కాంత అభివాహం $d\phi_B$ ను స్థిరవిద్యుత్‌తో ఉన్న పోలిక నుండి ఈ కింది విధంగా నిర్వచించవచ్చు.

$$d\phi_B = B.ds \qquad .... (19.1\ a)$$

మొత్తం తలానికి పై అల్పాంశాల వల్ల పొందిన అయస్కాంత అభివాహాలను సంకలనం చేయగా

$$d\phi_B = \Sigma B.ds \qquad ..... (19.1\ b)$$



పటం 19.3: (a) అనంత సూక్ష్మ వైశాల్యం ds కు అయస్కాంత అభివాహం $d\phi_B$= B.ds, (b) ఒక తలంలో అయస్కాంత అభివాహం, ఆ తలాన్ని ఖండిస్తున్న రేఖల సంఖ్యకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

అయస్కాంత అభివాహానికి SI ప్రమాణం వెబర్ (Wb)

ఇక్కడ $$1\ \text{Wb} = 1\ \text{Tm}^2 \qquad .... (19.2)$$

విద్యుత్ బలరేఖలలో వలెనే, పటం 19.3 (b) లో చూపిన విధంగా తలాన్ని ఖండిస్తున్న అయస్కాంత రేఖల సంఖ్య, తలం గుండాపోయే అయస్కాంత అభివాహంకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

ఫారడే నియమం ప్రకారం పరిపదంలో బద్ధమై ఉన్న తలంలో ఉండే అయస్కాంత అభివాహం కాలంతో పాటు మారుతున్నప్పుడు తీగపరిపథంలో విద్యుచ్ఛాలకబలం ప్రేరేపితమవుతుంది. ప్రేరణ విద్యుచ్ఛాలక బలం పరిమాణం, అయస్కాంత అభివాహంలో మార్పు రేటుకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. గణితాత్మకంగా

$$|\varepsilon| = \frac{d\phi_B}{dt} \qquad .... (19.3)$$

దీని నుండి అయస్కాంత అభివాహం ప్రమాణం (Wb), విద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రమాణం (V) ల మధ్య సంబంధం

$$1\ \text{V} = 1 \text{Wb s}^{-1}$$

దగ్గరగా చుట్టబడిన తీగచుట్టలో ప్రేరితమైన విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని తీసుకోండి. తీగచుట్టలోని ప్రతీ చుట్టు ఒక పరిపథం లాగ ప్రవర్తిస్తుంది. ఒక్కొక్క చుట్టులోని ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని ఫారడే నియమాన్ని ఉపయోగించి గణించవచ్చు. చుట్లు అన్నీ శ్రేణిలో ఉన్నాయి కనుక ఒక్కొక్క చుట్టులోని ప్రేరితవిద్యుచ్ఛాలక బలాల మొత్తం తీగచుట్ట యొక్క మొత్తం ప్రేరితవిద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని ఇస్తుంది. తీగచుట్ట బాగా దగ్గరగా చుట్టబడి ఉందని అనుకున్నాం కనుక ఏదేని ఒక క్షణంలో ప్రతీ చుట్టు ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం సమానం. ప్రతిచుట్టులో ఒకే విద్యుచ్ఛాలక బలం ε ప్రేరితమయితే, N చుట్లు ఉన్న తీగచుట్టలోని మొత్తం ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం

$$|\varepsilon_r| = N|\varepsilon| = N\left(\frac{d\phi_B}{dt}\right) \qquad .... (19.4)$$

ఒక్కొక్క చుట్టుకు ఉన్న అయస్కాంత అభివాహం ϕ_B,

ఫారడే నియమాన్ని కొన్ని పరిస్థితులకు అన్వయిద్దాం.

ఉదాహరణ 19.1 : 35mm వ్యాసార్ధం గల, 75 చుట్లు గల తీగచుట్ట అక్షం, ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రానికి సమాంతరంగా

ఉంది. 250 మిల్లీ సెకను లలో క్షేత్ర పరిమాణం 25 mT నుండి 50 mT వరకు స్థిర రేటుతో మారుతూ ఉంది. ఈ కాల వ్యవధిలో తీగచుట్టలోని ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలాల పరిమాణాన్ని నిర్ధారించండి.

సాధన : క్షేత్రం, తీగచుట్ట అక్షానికి సమాంతరంగా, ఏకరీతిగా ఉంది కనుక ఒక్కొక్క చుట్టలో ఉన్న అభివాహం

$$\phi = B\pi R^2$$

ఇక్కడ Rతీగ చుట్ట వ్యాసార్థం. సమీ (19.4) నుండి ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం

$$|\varepsilon_r| = N\frac{d\phi_B}{dt} = N\frac{d(B\pi R^2)}{dt} = N\pi R^2\frac{dB}{dt}$$

$$= N\pi R^2\left(\frac{B_2 - B_1}{t}\right)$$

తీగచుట్టలోని ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం పరిమాణం

$$|\varepsilon_r| = 75\pi(0.035 \text{ మీ})^2 (0.10\text{T సె}^{-1}) = 0.030 \text{ V}$$

$$= 30 \text{ mV}$$

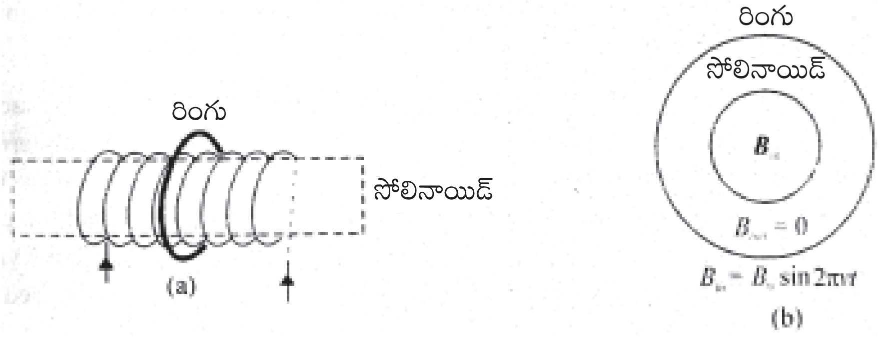
కాలంతో పాటు మారే క్షేత్రం ద్వారా ఏర్పడే ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలకబలం భావనను పై ఉదాహరణ వివరిస్తుంది.

ఉదాహరణ 19.2 : మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం 8 సెం.మీ^{2} గల పొడవైన సోలినాయిడ్ ను తీసుకోండి (పటం 19.4a, 19.4b) దాని వైండింగ్‌లో కాల ఆధారితప్రవాహం అయస్కాంత క్షేత్రం $B(t) = B_0 \sin 2\pi\nu t$ ను ఏర్పరచింది. ఇక్కడ B_0 స్థిరాంకం ఇది 1.2 T కు సమానం, ν అయస్కాంత క్షేత్ర పౌనఃపున్యం ఇది 50 Hz. తీగచుట్ట నిరోధం $R = 1.0\Omega$ అయితే r వ్యాసార్థం గల సోలినాయిడ్ అక్షం వద్ద కేంద్రీకరింపబడిన ప్రేరిత ప్రవాహం, విద్యుచ్ఛాలక బలాల్ని గణించండి.

సాధన : అయస్కాంత అభివాహం

$$\phi_B = B_0 \sin 2\pi\nu t A$$

సోలినాయిడ్ మధ్యచ్ఛేదవైశాల్యానికి లంబంగా ఉంది కనుక, అయస్కాంత క్షేత్ర దిశలోనే ఉంటుంది.



పటం 19.4: (a) బయట ఏకకేంద్ర వలయం గల పొడవైన సోలినాయిడ్
(b) సోలినాయిడ్, ఏకకేంద్రవలయం ల మధ్యచ్ఛేద అవలోకనం.

$$|\varepsilon| = \frac{d\phi_B}{dt} = 2\pi \nu A B_0 \cos 2\pi \nu t.$$

$$= 2\pi (50 \text{ సె}^{-1}) (18 \times 10^{-4} \text{ మీ.}^2) (1.2T) \cos 2\pi \nu t.$$

$$= 0.3 \cos 2\pi \nu t. \text{ వోల్టులు}$$

$$= 0.3 \cos 100\pi t \text{ V}$$

రింగులో ఉన్న ప్రవాహం $I = \frac{\varepsilon}{R}$

$$\therefore I = \frac{0.3(\cos 100\pi t)V}{(1.0\Omega)}$$

$$= +0.3 \cos 100\pi t A$$

పాఠంలోని ప్రశ్నలు 19.1

1. 1000 చుట్లు గల తీగచుట్ట వ్యాసార్ధం 5 సెం.మీ. (a) 1 సె (b) 1 మిల్లీ.సె.లలో తీగచుట్ట గుండా అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని 10T నుండి 0 కు తగ్గించినపుడు తీగచుట్ట వద్ద ఏర్పడిన విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని కనుక్కోండి.

....

2. 250 చుట్లుకలిగిన తీగచుట్ట లో ఉన్న అయస్కాంత అభివాహం $\phi_B(t) = A + Dt^2$ ఇక్కడ A = 3Wb, D = 15 Wbs^{-2} స్థిరాంకాలు (a) తీగచుట్టలోని ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం పరిమాణం $\varepsilon = (2ND)t$ కు సమానం అని చూపండి (b) t = 0 సె, t = 3.0 సె. ల వద్ద ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం విలువ కట్టండి.

....

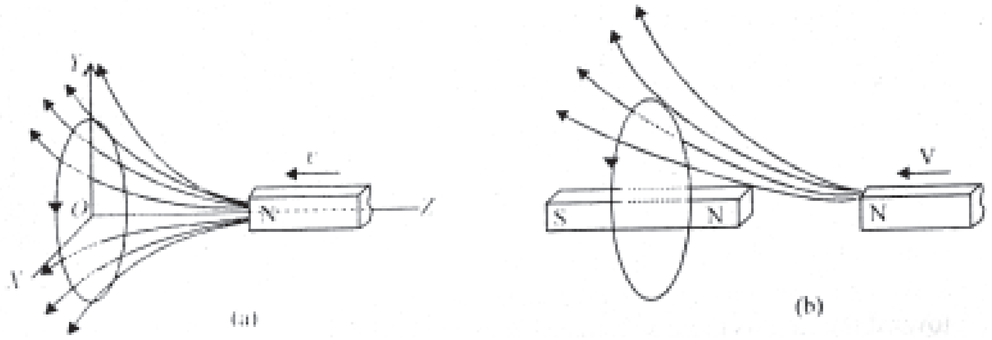
3. వాహక పరిపథం యొక్క తలానికి గీసిన లంబం, అంతరాళ ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రం θతో స్థిరకోణాన్ని చేస్తుంది. తీగచుట్ట వైశాల్యం S, క్షేత్ర పరిమాణం $\frac{dB}{dt}$ రేటు ప్రకారం మారుతూ ఉంటే తీగ చుట్టలో ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం పరిమాణం $\varepsilon = \left(\frac{dB}{dt}\right) S \cos\theta$ అని చూపండి. S యొక్క ఏ దిగ్విన్యాసంలో తీగచుట్ట ε విలువ (a) గరిష్టం (b) కనిష్టం అవుతుంది.

....

19.1.2. లెంజ్ నియమం

వాహక రింగును సమీపిస్తున్న దండాయస్కాంతాన్ని తీసుకోండి (పటం 19.5 a). ఫారడే నియమాన్ని అనువర్తింప చేయుటకు మొదట మనం రింగు దృష్ట్యా ధన దిశను ఎంపిక చేసుకోవాలి. 0 నుండి Z వైపు ధన దిశగా తీసుకుందాం.

(మనకు అనుకూలంగా ఉండే ఇంకేదైన ఎంపిక కూడా మంచిదే) ఈ ఆకృతి (Configuration) లో తీగ చుట్ట వైశాల్యానికి ధనాత్మక లంబం z – దిశలో ఉంటుంది మరియు అయస్కాంత అభివాహం రుణాత్మకం. దండాయస్కాంతం N – ధ్రువం మరియు వాహక రింగుల మధ్య దూరం తగ్గినపుడు రింగు గుండాఎక్కువ క్షేత్ర రేఖలు వెళ్ళి అభివాహం ను మరింత రుణాత్మకం చేస్తాయి. అప్పుడు $\frac{d\phi_B}{dt}$ రుణాత్మకం. మనం ఎంపిక చేసుకున్న దిశను బట్టి, ఫారడే నియమం ప్రకారం ε ధనాత్మకం. విద్యుత్ ప్రవాహం I దిశ పటంలో చూపినవిధంగా ఉంటుంది.



పటం 19.5: (a) లోహపు రింగును సమీపిస్తున్న దండాయస్కాంతం (b) ప్రేరిత ప్రవాహం యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రం రింగును సమీపిస్తున్న దండాయస్కాంతం ను వ్యతిరేకించుట.

రింగులోని ప్రేరణ ప్రవాహం, గౌణ అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. పటం 19.5 (b) లో చూపిన విధంగా ప్రేరణ అయస్కాంత క్షేత్రంను దండాయస్కాంతం ఉత్పత్తి చేసే అయస్కాంత క్షేత్రంలాగానే భావించవచ్చు. ప్రేరణ అయస్కాంత క్షేత్రం, సహజ అయస్కాంత క్షేత్రం ను ఆకర్షించడం, వికర్షించడం ను గుర్తుకు తెచ్చుకోండి. ఈ వ్యతిరేకత శక్తి నిత్యత్వ నియమం పర్యవసానమే, దానిని లెంజ్ నియమంగా సూత్రీకరించారు. **వాహకంలో విద్యుత్ ప్రేరేపిత మయినపుడు, ఏ మార్పు వల్ల విద్యుత్ ప్రేరేపితమయ్యిందో ఆ మార్పును వ్యతిరేకించేటట్లుగా అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడేలా విద్యుత్ ప్రవాహ దిశ ఉంటుంది.**

ఏమి లేనపుడు, మనమేమి పొందబోవడం లేదని ఈ నిర్వచనంలోని పదం "వ్యతిరేకత" తెలియజేస్తుంది. దండాయస్కాంతంను రింగు వైపుకు తోసినపుడు, రింగులోని ప్రేరణ ప్రవాహం ఏర్పరచే అయస్కాంత క్షేత్రం, అభివాహంలోని మార్పును వ్యతిరేకిస్తుంది. ప్రేరణ ప్రవాహం ఉత్పత్తి చేసిన అయస్కాంతక్షేత్రం ముందుకు వస్తున్న అయస్కాంతాన్ని వికర్షిస్తుంది. మనం అయస్కాంతాన్ని ముందుకు జరపాలి అనుకొంటే అయస్కాంతంమీద కొంత పనిచేయాలి. ఈ పని రింగులో విద్యుచ్ఛక్తి గా కనిపిస్తుంది. లెంజ్‌నియమం, శక్తి నిత్యత్వ నియమాన్ని అనుసరిస్తుంది. ఫారడే మరియు లెంజ్ నియమాల ఉమ్మడి సమాసాన్ని ఈ కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} \qquad \text{.... (19.5)}$$

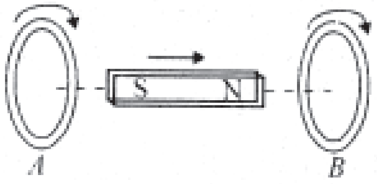
కారణానికి వ్యతిరేకతను రుణ సంజ్ఞ తెలుపుతుంది.

లెంజ్ నియమం అనువర్తనం కొరకు, ఉదాహరణ 19.2 లో చూపిన తీగచుట్టను తీసుకొందాం. దాని అక్షాన్ని లంబదిశలో తీసుకొని, అయస్కాంత క్షేత్రదిశ అక్షం వెంబడి ఊర్ధ్వ దిశలో ఉందనుకొందాం. తీగచుట్ట పై నుండి చూసే పరిశీలకుడికి ప్రేరణ విద్యుచ్ఛాలక బలం ఏ దిశలో కనిపిస్తుంది? సవ్యదిశలోనే ఉంటుంది. దీని ద్వారా ఏర్పడే

అయస్కాంత క్షేత్రం మారుతున్న అయస్కాంత అభివాహాన్ని వ్యతిరేకిస్తుంది. ఇంకా ముందుకు పోవడానికి లెంజ్ నియమంను అనువర్తింపజేయడాన్ని నేర్చుకోవాలి. ఈ కింది అభ్యాసాన్ని ప్రయత్నించి చూడండి.

పాఠంలోని ప్రశ్నలు 19.2

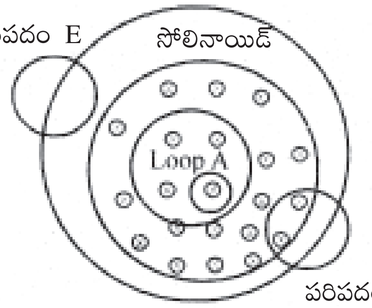
1. పటం 19.6 లోని దండాయస్కాంతం కుడివైపుకు కదులుతుంది. స్థిర పరిపదం A మరియు Bలలో ప్రేరణ ప్రవాహం దిశ ఏమిటి?



పటం 19.6

....

2. ఆదర్శ సోలినాయిడ్ మధ్యచ్ఛేదం పటం19.7 లో చూపించారు. సోలినాయిడ్ లోపల ఏకరీతి అయస్కాంతక్షేత్రం పరిమాణం పెరుగుతూ ఉంది. సోలినాయిడ్ బయట B = 0. ఏ వాహక పరిపథాలలో ప్రేరణ ప్రవాహం ఉంటుంది. ప్రతీ సందర్భంలో ప్రవాహ దిశ ఏమిటి?



పటం 19.7

....

3. దండాయస్కాంత అక్షం, రాగి రింగు అక్షం వెంబడి ఉండేలా అమర్చబడి దాని పొడవు వెంబడి రింగు వైపుకు కదపబడింది. రింగులోపల ప్రేరణ ప్రవాహంఉంటుందా? రింగులోపల ప్రేరణ విద్యుత్క్షేత్రం ఉంటుందా? దండాయస్కాంతం మీద అయస్కాంత బలం ఉంటుందా? వివరించండి.

....

19.2 ప్రేరకత (Inductance)

వలయంలోని ప్రవాహం మారితే, దాని చుట్టూ మారుతున్న అయస్కాంత క్షేత్రం ఏర్పడుతుంది. ఈ క్షేత్రంలోని భాగం అదే వలయం గుండా పోతే విద్యుత్ ప్రవాహం ప్రేరేపితమవుతుంది. ఈ వలయం సమీపానికి ఇంకొక వలయాన్ని తీసుకువచ్చామనుకుందాం. అపుడు ఆ వలయం లోని అయస్కాంత క్షేత్రం కూడా మారుతూ దాని గుండా విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని ప్రేరేపిస్తుంది.

వలయాల్లో ప్రేరణ విద్యుచ్ఛాలక బలంలు ఈ కింది రెండు విధాలుగా కనిపించవచ్చు.

- తీగ చుట్టలోని ప్రవాహాన్ని మార్చడం ద్వారా, ప్రతీ ఒక చుట్ట లోని అయస్కాంత అభివాహం మారుతూ, తద్వారా తీగచుట్టవద్ద ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం కనిపిస్తుంది. ఈ ధర్మాన్ని **స్వయం ప్రేరకత** అంటారు.
- ఒక తీగచుట్ట లోని అభివాహం మరియొక తీగచుట్టలో అనుసంధానించబడేలా ఒకదానికొకటి దగ్గరగా అమర్చబడిన రెండు తీగల చుట్టలలో ఒక తీగచుట్టలోని మారుతున్న విద్యుత్ ప్రవాహం మరియొక తీగచుట్టలో విద్యుత్‌చ్ఛాలక బలాన్ని ప్రేరేపిస్తుంది. ఈ సందర్భంలో రెండు తీగచుట్ల యొక్క **స్వయంప్రేరకత** గురించి మాట్లాడదాం.

19.2.1 స్వయం ప్రేరకత

విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కలిగి ఉన్న వాహక పదార్థ పరిపథం ను తీసుకుందాం.విద్యుత్ ప్రవాహం, అయస్కాంత క్షేత్రం **B** ను ఏర్పరుస్తుంది. పరిపథం లో ఉన్న అయస్కాంత అభివాహం

$$d\phi = \mathbf{B.ds}$$

బాహ్య అయస్కాంత అభివాహం లేనప్పుడు (ఉదాహరణకు సమీపంలో విద్యుత్‌ప్రవాహం ఉన్న తీగచుట్ట) బయోట్ సావర్ట్ నియమం ప్రకారం అయస్కాంత క్షేత్రం తద్వారా అభివాహం, పరిపథంలోని ప్రవాహం (I) కు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

$$\phi \propto I \text{ లేదా } \phi = LI \qquad \text{.... (19.6)}$$

ఇక్కడ L ను తీగచుట్ట స్వయంప్రేరణ అంటారు. ప్రవాహంలోని మార్పును వ్యతిరేకించే వలయంలోని భాగాల్ని **ప్రేరకంలు** అంటారు. ఇవి సాధారణంగా తీగచుట్ల రూపంలో వేరు వేరు పరిమాణం, ఆకారాల్లో ఉంటాయి. **ప్రేరకం** సంకేతం. దాని అయస్కాంత ప్రభావాన్ని ఎక్కువ చేయడానికి తీగచుట్టను ఇనుప అంతర్భాగం (Iron Core) లో ఉంచినట్లయితే సంకేతం పైన రెండు గీతలతో చూపిస్తారు. ప్రేరకం యొక్క ప్రేరణ దాని జ్యామితి (Geometry) మీద ఆధారపడుతుంది.

(a) **స్వయం ప్రేరణ పరంగా ఫారడే నియమం** (Farady's law in terms of self inductance)

పరిపథంలోని ప్రవాహం మారుతున్నప్పుడు దానితో అనుసంధానించబడిన అయస్కాంత అభివాహం కూడా మారుతూ, రెండు చివరల మధ్య స్వయం ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం ను ఏర్పరుస్తుంది. లెంజ్ నియమం ప్రకారం ప్రేరితవిద్యుచ్ఛాలక బలం దాని మార్పుకి కారణమయిన దానిని వ్యతిరేకిస్తుంది.

ఫారడే, లెంజ్ ప్రేరణ నియమాల ఉమ్మడి రూపాన్ని సమీ (19.5), (19.6) లను కలిపి చెప్పవచ్చు.

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -L\frac{dI}{dt} \quad ..... \ (19.7a)$$

$$= -L\left(\frac{I_2 - I_1}{t}\right) \quad ..... \ (19.7b)$$

ఇక్కడ I_1, I_2, వరుసగా, $t = 0$, $t = \tau$ వద్ద ప్రవాహ విలువలను తెలియజేస్తాయి.

సమీ (19.7b) నుపయోగించి స్వయం ప్రేరణ ప్రమాణాన్ని నిర్వచించవచ్చు.

$$L \text{ ప్రమాణం} = \frac{\text{విద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రమాణం}}{dI/dt \text{ ప్రమాణం}}$$

$$= \frac{\text{వోల్టు}}{\text{ఆంపియర్ / సెకండ్}} = \text{ఓమ్ - సెకండు}$$

ఓమ్ - సెకండును హెన్రీ అంటారు. (దీని సంకేతం రూపం H)

చాలా అనువర్తనాలలో హెన్రీ పెద్ద ప్రమాణం అవుతుంది కనుక చాలాసార్లు మిల్లీ హెన్రీ (10^{-3}H), మైక్రో హెన్రీ (10^{-6} H) ను ఉపయోగిస్తాం.

స్వయంప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని **తిరో విద్యుచ్ఛాలక బలం (back emf)** అంటారు. ప్రేరకంలోని తిరోవిద్యుచ్ఛాలక బలం, విద్యుత్ ప్రవాహంలోని మార్పు రేటు మీద ఆధారపడి, **ప్రవాహంలోని మార్పును వ్యతిరేకిస్తుంది**. అనంతమైన విద్యుచ్ఛాలక బలం అసాధ్యం కనుక, ప్రేరక ప్రవాహంలో తత్కాల మార్పు (instantaneous change) ఏర్పడదని సమీ (19.7b) నుండి చెప్పవచ్చు. **ప్రేరకం గుండా పోయే ప్రవాహం తత్కాల మార్పు నొందదని చెప్పవచ్చు.**

ప్రేరకం యొక్క ప్రేరణ దాని జ్యామితీయ ఆకారం మీద ఆధారపడుతుంది. సిద్ధాంతంప్రకారం ఏ వలయానికైన స్వయంప్రేరణను గణించవచ్చు. కాని వాస్తవానికి సరళ జ్యామితీయ ఆకారం ఉన్న పరికరాలకు తప్ప, ఇది కష్టం. విద్యుత్ వలయాల్లో ఎక్కువగా సోలినాయిడ్ అనే పరికరాన్ని ప్రేరకంగా వాడతారు. సోలినాయిడ్ స్వయం ప్రేరణను గణిద్దాం.

(b) సోలినాయిడ్ స్వయం ప్రేరణ (Self - Inductance of a Solenoid)

A అడ్డుకోత వైశాల్యం గల, l పొడవుతో, N చుట్లు గల పొడవైన సోలినాయిడ్ ను తీసుకోండి. దాని ప్రేరణను కనుక్కోవడానికి సోలినాయిడ్ లోని ప్రవాహాన్ని, దాని ద్వారా ఉన్న అయస్కాంత అభివాహానికి సంబంధాన్ని తీసుకురావాలి. ఇంతకుముందు పాఠంలో పొడవైన సోలినాయిడ్ యొక్క అయస్కాంత అభివాహానికి ఆంపియర్ నియమాన్ని ఉపయోగించాం.

$$|B| = \mu_0 n I$$

ఇక్కడ $n = N/l$ ఏకాంక పొడవుకు ఉన్న చుట్ల సంఖ్యను సూచిస్తుంది. I సోలినాయిడ్ గుండా పోయే ప్రవాహం. సోలినాయిడ్ N చుట్ల గుండా పోయే మొత్తం అభివాహం

$$\phi = N|\mathbf{B}|A = \frac{\mu_0 N^2 A I}{l} \quad ... \ (19.8)$$

సోలినాయిడ్ స్వయం ప్రేరణ

$$L = \frac{\phi}{I} = \frac{\mu_0 N^2 A}{l} \qquad \ldots (19.9)$$

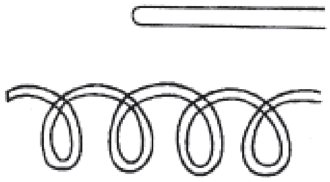
ఈ సమాసాన్ని ఉపయోగించి ఒక విలక్షణ సోలినాయిడ్ స్వయం ప్రేరణను, తిరో విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని, వాటి పరిమాణాలను గురించి తెలుసుకోవచ్చు.

పాఠం లోని ప్రశ్నలు 19.3

1. 1 మీ పొడవు, 20 సెం.మీ. వ్యాసంగల సోలినాయిడ్ 10,000 చుట్ల తీగను కలిగి ఉంది. దాని గుండా ప్రవహిస్తున్న 2.5A విద్యుత్ ల ప్రవాహం 1.0 ms లలో సున్నాకు తగ్గిపోయింది. ప్రవాహం తగ్గుతున్నపుడు ప్రేరకంలోని తిరోవిద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని గణించండి.

....

2. l పొడవు గల వైరును రెండు సమభాగాలుగా మడిచి స్తూపాకార బంధకంపై ప్రేరణ కలిగించని నిరోధం (non - inductive resistor) గా చేశారు. ఈ ఆకృతిని ప్రేరణ కలిగించనది అని ఎందుకంటారు.



పటం 19.8 స్తూపాకార బంధకం మీద చుట్టిన తీగ.

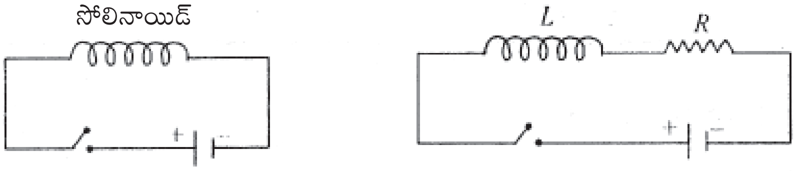
....

3. 9.7mH సోలినాయిడ్ ఏ ప్రవాహ మార్పు రేటుతో 35 mV ల స్వయం ప్రేరణ విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తుంది.

....

19.2.2 LR వలయాలు (LR circuits)

స్విచ్ ద్వారా బ్యాటరీకి కలిపిన సోలినాయిడ్ ను తీసుకోండి (పటం 19.9), ప్రారంభంలో t = o వద్ద స్విచ్ ను మూసినపుడు బ్యాటరీ, ఆవేశాలను వలయంలో కదిలేలా చేస్తుంది. సోలినాయిడ్ (L) ప్రేరణను, (R) నిరోధాన్ని కలిగి ఉంటుంది. వీటిలో ప్రతి ఒక్కటి వలయంలో ప్రవాహాన్ని ప్రభావితం చేస్తుంది. పటం 0.19.10 లో సోలినాయిడ్ ప్రేరక, నిరోధ ప్రభావాలను చూపించారు. (L) ప్రేరణ (R) నిరోధంతో శ్రేణిలో ఉన్నట్లుగా పటంలో చూపించారు. సరళత కొరకు బ్యాటరీ అంతర్నిరోధం తో పాటు వలయం లోని నిరోధాన్ని R గా తీసుకొన్నాము. అలాగే ప్రేరణ (L) లో అనుసంధాన తీగల స్వయం ప్రేరణ కూడా కలిపి ఉంటుంది.

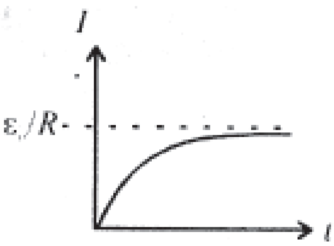


పటం 19.9 : LR వలయం.

పటం 19.9 లో లాంటి వలయం శ్రేణిలో ఉన్న ప్రేరకం, నిరోధంలను కలిగి ఉంటే ఆ వలయాన్ని LR వలయం అంటారు.

వలయంలో ఉన్న ప్రేరకం పాత్రను గుణాత్మకంగా అర్థంచేసుకుందాం. వలయంలో ఉన్న ప్రవాహం విద్యుత్ i(t), (t = 0 నుండి i = 0) పెరిగితే, పెరుగుతున్న విద్యుత్ ప్రవాహం స్వభావానికి వ్యతిరేకంగా ఉండే స్వయం ప్రేరక విద్యుత్చ్ఛాలక బలం $\varepsilon = -L\frac{di}{dt}$ ఏర్పడుతుంది. పెరుగుతున్న విద్యుత్ ప్రవాహానికి ఈ వ్యతిరేకత విద్యుత్ ప్రవాహం ఆకస్మాత్తుగా పెరగకుండా నివారిస్తుంది.

వలయంలో ప్రేరకం లేనట్లయితే ప్రవాహం వెంటనే గరిష్ట విలువ $\frac{\varepsilon_0}{R}$కు చేరుకొని ఉండేది. కాని వలయంలో ప్రేరకం ఉండటం వలన ప్రవాహం నెమ్మదిగా పెరిగి, $t = \tau$ వద్ద ఒక స్థిరవిలువ $\frac{\varepsilon_0}{R}$ కు చేరుకుంటుంది. ప్రవాహం చేరుకొనే స్థిరవిలువలో $\frac{2}{3}$ వంతు విలువను చేరుకోవడానికి పట్టే కాలం $\frac{L}{R}$, దానిని వలయం యొక్క **ప్రేరక కాల స్థిరాంకం** అంటారు. $\frac{L}{R}$ కంటే తక్కువ సమయంలో వలయంలో గమనించదగ్గ మార్పులు సంభవించవు. కాలంతో విద్యుత్ ప్రవాహానికి గీసిన వక్రాన్ని పటం 19.10 లో చూపించారు.



పటం 19.10 : LR వలయంలో కాలంతో ప్రవాహంలోని మార్పు

L విలువ పెద్దదైన తిరోవిద్యుచ్ఛాలక బలం విలువ ఎక్కువగా ఉంటుంది. మరియు విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని వలయంలో ఏర్పరిచడానికి ఎక్కువ సమయం తీసుకుంటుంది. (విద్యుత్ వలయాల్లో ప్రేరకం పాత్ర, యాంత్రికవ్యవస్థలో ద్రవ్యరాశిని పోలి ఉంటుంది). పెద్ద ప్రేరకాలను కలిగి ఉన్నవలయాలను స్విచ్ఛాఫ్ చేసేటప్పుడు తిరో విద్యుచ్ఛాలక బలాలను దృష్టిలో ఉంచుకోవాలి. ఫాన్ కంప్యూటర్, గీజర్, ఇస్త్రీపెట్టె లాంటి విద్యుత్ ఉపకరణాలను స్విచ్ఛాఫ్ చేసినపుడు స్విచ్ వద్ద కనిపించే మెరుపు తిరో విద్యుచ్ఛాలక బలం వల్ల కలుగుతుంది.

పాఠంలోని ప్రశ్నలు 19.4

1. బ్యాటరీ యొక్క స్విచ్ కు కలపిన ఒక బల్బు, స్విచ్ వేసినపుడు వెంటనే పూర్తి వెలుగునిస్తుంది. బల్బుకు శ్రేణిలో కలిపిన ప్రేరకం ఉన్నప్పుడు, అది పూర్తి వెలుగు నివ్వడానికి కొన్ని సెకన్ల కాలం తీసుకుంటుంది. ఎందుకో వివరించండి.

....

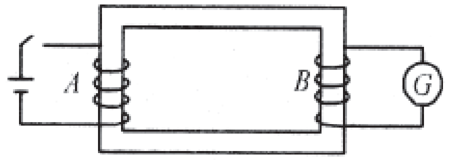
2. వలయంలో, స్విచ్ వేసిన 2.7ms తరువాత ప్రవాహం 48mA కు చేరింది. కొంత సేపటికి ప్రవాహం ఒక స్థిర విలువ 72mA కు చేరుకుంది. వలయం లో నిరోధం 68Ω అయితే ప్రేరకం విలువను గణించండి.

....

19.2.3. అన్యోన్య ప్రేరణ (Mututal Inductance)

తీగచుట్టలోని ప్రవాహం మారినపుడు దాని చుట్టు మారుతున్న అయస్కాంత అభివాహం ఏర్పడి, అది దాని సమీపంలో ఉన్న తీగ చుట్టలో ప్రేరణ విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. B తీగ చుట్టలో ప్రతీ చుట్టలోని అయస్కాంత అభివాహం, A తీగచుట్టలోని ప్రవాహం యొక్క అయస్కాంత క్షేత్రం వల్ల ఏర్పడినది. (పటం 19.11)

తీగచుట్టలోని ప్రవాహ మార్పువల్ల వేరొక తీగ చుట్టలో విద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రేరేపితమవుతుంది.



పటం 19.11: రెండు తీగచుట్ల స్వయంప్రేరణ

$$\phi_2 \propto \phi_1 \propto I_1 \Rightarrow \phi_2 = MI_1 \quad .... (19.10)$$

ఇక్కడ M ను రెండు తీగ చుట్టల అన్యోన్య ప్రేరణ అంటారు. రెండవ తీగచుట్టలో తిరోవిద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రేరేపిత వుతుంది.

$$e_2 = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$= -M\frac{dI}{dt} = -M\left(\frac{I_2 - I_1}{t}\right) \quad .... (19.11)$$

A తీగ చుట్టలో t సెకన్లలో, విద్యుత్ప్రవాహం I_1 నుండి I_2 కు మారుతుంది. అయస్కాంత పదార్థాలు సమీపంలో లేనపుడు అన్యోన్య ప్రేరణ రెండు తీగచుట్టల జ్యామితి మీద ఆధారపడుతుంది. అన్యోన్య ప్రేరణ SI ప్రమాణం, స్వయం ప్రేరణ ప్రమాణం లాగానే హెన్రీ (H).

ఉదాహరణ 19.3 : ఒక వలయం లోని తీగచుట్ట వేరు గా ఉన్న రెండవ వలయం లోని తీగచుట్టకు దగ్గరగా ఉంది. సంయోగం యొక్క అన్యోన్యప్రేరణ 340 mH. 15 ms కాల వ్యవధిలో 1వ తీగచుట్టలోని ప్రవాహం నిలకడగా 23 mA నుండి 57 mA కు మారుతుంది. 2వ తీగచుట్టలో 36 mA నుండి 16 mA కు మారుతుంది. ప్రతీ తీగచుట్టలో వేరొక తీగ చుట్టలోని ప్రవాహ మార్పువల్ల ఏర్పడిన ప్రేరణ విద్యుచ్ఛాలక బలం ను నిర్ధారించండి.

సాధన :15 mS నిమిషాల కాల వ్యవధిలో, స్థిర రేటు లో తీగ చుట్లలోని ప్రవాహమార్పు.

$$\frac{di_1}{dt} = \frac{57mA - 23mA}{15ms} = 2.3\,As^{-1}$$

$$\frac{di_2}{dt} = \frac{16mA - 36mA}{15ms} = 1.3\,As^{-1}$$

సమీ (19.11) నుండి ప్రేరణ విద్యుచ్ఛాలక బలంల పరిమాణాలు

$$\varepsilon_1 = -(340\text{ mH}) = (2.3\text{ As}^{-1}) = -0.78\text{ V}$$

$$\varepsilon_2 = (340\text{ mH}) = (1.3\text{ As}^{-1}) = 0.44\text{ V}$$

సమీ (19.11) నుండి ప్రేరణ విద్యుచ్ఛాలక బలంల దిశ ను సూచిస్తుంది.

అన్యోన్య ప్రేరణ దృగ్విషయం మీద ఆధారపడి పనిచేసే ముఖ్యమైన ఉపకరణం పరివర్తకం దీనిని గురించి ఈ పాఠంలో మీరు తరువాత నేర్చుకుంటారు. స్వయంప్రేరణ ఆధారంగా పనిచేసే పరికరాలు చోక్ తీగచుట్ట, ఇగ్నిషన్ కోయల్, వీటి గురించి క్లుప్తంగా చర్చించుకుందాం. ప్రాథమిక డోలకంగా పనిచేసే ప్రేరకం, కెపాసిటర్ ల సంయోగం గురించి కూడా తెలుసుకుంటారు. కెపాసిటర్ ను ఒకసారి ఆవేశితంచేసినపుడు ఈ అమరికలో ఆవేశం కెపాసిటర్ రెండు పలకల మధ్య ప్రేరకం ద్వారా డోలనం చేస్తుంది.

పాఠంలోని ప్రశ్నలు 19.5

1. పటం 19.11 లో వలయాలకు కుడిపక్కన ఉన్న పరిశీలకుడి ప్రకారం స్వయం ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలాల దిశను కనుక్కోండి (a) ఒక క్షణం వద్ద విద్యుత్ ప్రవాహం i_1, పెరుగుతున్నపుడు రెండవ తీగచుట్ట గుండా విద్యుత్చ్ఛాలక బలం దిశ ఏమిటి? (b) ఒక క్షణం వద్ద i_2 తగ్గితే, మొదటి తీగ చుట్ట గుండా విద్యుత్చ్ఛాలక బలం దిశ ఏమిటి.

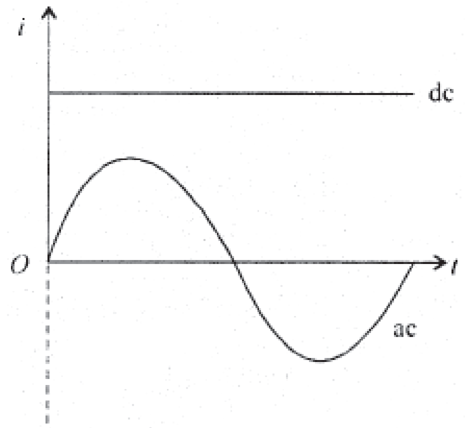
....

2. పటం 19.11 లోని తీగచుట్ల అక్షాలు ఒకదానికొకటి లంబంగా ఉండే విధంగా తిప్పామనకుందాం. అన్యోన్యప్రేరణ విలువ అంతే ఉంటుందా, పెరుగుతుందా లేదా తగ్గుతుందా? వివరించండి.

....

19.3 ఏకాంతర ప్రవాహం మరియు ఓల్టేజ్

బ్యాటరీ నిరోధానికి కలిపినపుడు, ప్రవాహం నిరోధం గుండా ఒక దిశలోనే ప్రవహిస్తుంది. ప్రవాహ దిశను మార్చాలనుకుంటే బ్యాటరీ కనెక్షన్లను పరస్పరం మార్చాల్సి ఉంటుంది. ప్రవాహ పరిమాణం మాత్రం స్థిరంగా ఉంటుంది. అటువంటి ప్రవాహాన్ని ఏకముఖ ప్రవాహం (direct current) అంటారు. ఏ ప్రవాహానికైతే పరిమాణం నిరంతరం మారుతూ, దిశ ఆవర్తకంగా మారుతూ ఉంటే ఆ ప్రవాహాన్ని ఏకాంతర ప్రవాహం (alternating current) అంటారు.



పటం 19.12: dc మరియు ac ప్రవాహాల తరంగ రూపాలు

గణితాత్మకంగా ఏకాంతర వోల్టేజి, ప్రవాహం లను ఈ క్రింది విధంగా తెలియజేస్తారు.

$$V = V_m \text{Cos } \omega t \qquad \text{... (19.12a)}$$

$$I = I_m \text{ Cos } \omega t \qquad \text{.... (19.12b)}$$

V_m, I_m లను ఏకాంతర వోల్టేజి, ప్రవాహంల **ల శిఖర విలువలు (Peak values)** అంటారు. V, I విలువల వర్గ సరాసరి వర్గమాల విలువ (rms) ను కూడా నిర్వచిద్దాం.

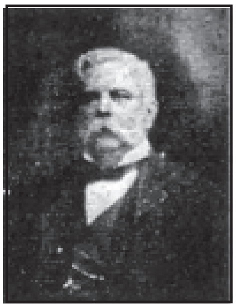
$$V_{rms} = \frac{Vm}{\sqrt{2}} = 0.707 \ V_m \qquad \text{.... (19.13a)}$$

$$I_{rms} = \frac{Im}{\sqrt{2}} = 0.707 \ I_m \qquad \text{.... (19.13b)}$$

V, I ల మధ్య సంబంధం, ఆ వలయంలోని వలయ భాగాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. (i) నిరోధం (ii) కెపాసిటర్, (iii) ప్రేరకం లను మాత్రం కలిగి ఉన్న వలయం లను మనం ఇపుడు చూద్దాం.

జార్జ్ వెస్టింగ్ హౌస్ (George Westing house)

(1846-1914)

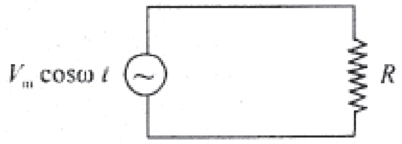


ప్రపంచమంతా dc కన్నా ac ని ఎక్కువగా ఉపయోగించడానికి కారణం జార్జ్‌వెస్టింగ్ హౌస్ ముందు చూపు, కృషి ఫలితం, ఇతను ఒక అమెరికన్ కాల్పనికుడు (inventor), 400 పేటెంట్ల ను తన ఖాతాలో కలిగి ఉన్న పారిశ్రామిక వేత్త. అతని 15 ఏళ్ళ వయస్సు లోనే ఒక క్రొత్త విషయాన్ని కనుగొన్నాడు. ఇతడు ఎయిర్ బ్రేకులను, రైళ్ళ రవాణా భద్రతకు కారణమైన స్వయంచాలక రైలు సంకేతాన్ని (automatic signals) కనుగొన్నాడు.

యూగోస్లావియా దేశానికి చెందిన నికోలిటెస్లా భ్రమణం చెందుతున్న అయస్కాంత క్షేత్ర భావనను ప్రకటించగానే, జార్జ్‌వెస్టింగ్ హౌస్ దీని ప్రాముఖ్యత ను గుర్తించాడు. తను స్థాపించిన ఎలక్ట్రిక్ కంపెనీలో టెస్లాకు ఆకర్షణీయమైన ప్రతిఫలాన్ని ఇచ్చి కంపెనీలో చేర్చుకున్నాడు. నయాగరా జలపాతం నుండి వచ్చిన శక్తి ద్వారా విద్యుత్ ను ఉత్పత్తి చేసి దానినుపయోగించి 20km దూరంలో ఉన్న నగరాన్ని విద్యుదీకరణ చేయడం ద్వారా ఆ కంపెనీ ప్రాచుర్యం లోకి వచ్చింది.

19.3.1 నిరోధకానికి కలిపిన ఏకాంతర ప్రవాహ జనకం

వలయంలో నిరోధకాన్ని పటల 19.13 చూపిస్తుంది. విద్యుత్ ప్రవాహ తక్షణ విలువను, నిరోధకం వద్ద తక్షణ పొటెన్షియల్ తేడాను నిరోధంతో భాగించగా వచ్చిన విలువ ప్రవాహ తక్షణ విలువను ఇస్తుంది.



పటం 19.13 : నిరోధాన్ని కలిగి ఉన్న ac వలయం

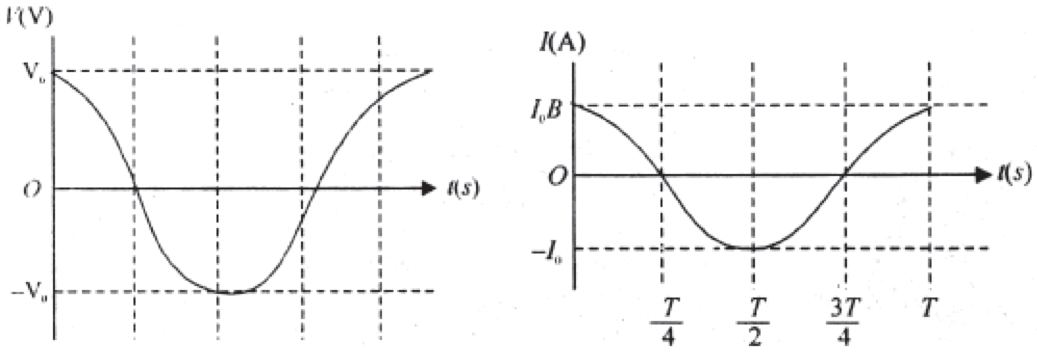
$$I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{V_m \, Cos\, \omega t}{R} \qquad \dots (19.14a)$$

$\frac{V_m}{R}$ రాశి, వోల్టు /ఓమ్ ప్రమాణాలను కలిగి ఉంది. (అంటే ఆంపియర్) ఇది వలయంలోని గరిష్ఠ ప్రవాహాన్ని తెలుపుతుంది. కాలంతో పాటు ప్రవాహం దిశ మారుతుంది కనుక సాధ్యమయ్యే రెండు ప్రవాహ దిశలను తెలియజేయడానికి ప్రవాహానికి రుణ, ధన విలువలను ఉపయోగిద్దాం. సమీ (19.14.a) లో $\frac{V_m}{R}$ కు, వలయం గరిష్ట ప్రవాహం I_m ను ప్రతిక్షేపిస్తే

$$I_m = I_m \, Cos\omega\, t \qquad \dots (19.14\ b)$$

కాలంతోపాటు నిరోధకం చివరల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం మరియు నిరోధకంలోని విద్యుత్ ప్రవాహం కాల మార్పు ను పటం 19.14 చూపిస్తుంది. పొటెన్షియల్ భేదం, ప్రవాహంలు ఒకే దిశలో ఉన్నాయని గమనించండి. అంటే ఒకే కాలంలో శిఖరాలు, లోయలు ఏర్పడతాయి.



పటం 19.14: శుద్ధ నిరోధక వలయంలో కాలంతో విద్యుత్ ప్రవాహం, వోల్టేజీలలో మార్పు.

భారతదేశంలో V_m = 310 V, v = 50 Hg, R = 10

$$V = 310 \ \text{Cos}\,(2\pi 50\, t)$$

$$I = \frac{310}{10}\text{Cos}\,(100\pi t)$$

$$= 31 \ \text{Cos}\,(100\pi t)\ \text{A}$$

V, I లు cos (100 πt) కు అనులోమాను పాతంలో ఉన్నాయి కనుక, పూర్ణాంక సంఖ్య ఆవర్తాలకు గణించిన సరాసరి ప్రవాహం సున్న.

తక్షణ ప్రవాహం వర్గం విలువ ఎల్లప్పుడూ ధనాత్మకం కనుక నిరోధంలో ఏర్పడిన సరాసరి సామర్థ్యం $P = I^2 R$ శూన్యం కాదు. I^2 విలువ సున్నా నుండి I^2 వరకు ఆవర్తకంగా మారుతుంది కనుక, ఒక ఆవర్తం (Cycle) కు సరాసరి సామర్థ్యం P_{avg} ను గణించవచ్చు.

$$P_{avg} = (I^2 R)_{avg} = R(I^2)_{avg} = R\left(\frac{I_m + 0}{2}\right)$$

$$P_{avg} = R\left(\frac{I_m^2}{2}\right) = R I_{rms}^2 \quad \text{.... (19.15)}$$

నిరోధకంలో $\left(\frac{I_m}{\sqrt{2}}\right)$ విలువగల స్థిర dc విద్యుత్తు ఇదే సామర్థ్యాన్ని ఏర్పరుస్తుందని గమనించండి. $\frac{V_m}{\sqrt{2}}$ స్థిర విలువను కలిగి ఉన్న పొటెన్షియల్ తేడాను నిరోధకానికి కలిపినట్లయితే ఇదే ఫలితం వస్తుంది. $\frac{I_m}{\sqrt{2}}$ మరియు $\frac{V_m}{\sqrt{2}}$ రాశులను ప్రవాహం మరియు పొటెన్షియల్ తేడాల వర్గ మధ్యమ వర్గమూల విలువ (rms విలువలు) అంటారు.

మన ఇంటికి సరఫరా అయ్యే విద్యుత్‌లో

$V_m = 310$ V, పొటెన్షియల్ తేడా rms విలువ

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \simeq 220V$$

ఇది పొటెన్షియల్ తేడాకు సాధారణంగా చెప్పే విలువ. పొటెన్షియల్ తేడా 220V ఉన్నపుడు, ac వోల్టేజ్ శిఖర విలువ 310 V అందుకే ఇది ప్రాణాంతకమైనది.

పాఠంలోని ప్రశ్నలు 19.6

1. బల్బును ac జనకానికి కలిపారు. తక్షణ ప్రవాహం ప్రతీ ఆవర్తం (Cycle) లో రెండు సార్లు శూన్యం అయ్యింది. ఈ శూన్య ప్రవాహం సమయంలో బల్బు ఎందుకు ఆరిపోలేదు.

   ....

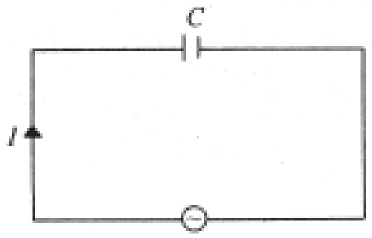
2. 25 Ω నిరోధంగల విద్యుత ఇస్త్రీ పెట్టెను 220V, 50Hz గల ఇంట్లోని విద్యుత్ సరఫరాకు కలిపారు. మొత్తం ఆవర్తనంలో సరాసరి ప్రవాహం శిఖర ప్రవాహం, తక్షణప్రవాహం rms ప్రవాహం లను గణించండి.

   ....

3. ac ప్రవాహం, వోల్టేజిల వర్గ సరాసరి వర్గమూలవిలువలను ఎందుకు లెక్కించవలసిన అవసరం ఉంది.

   ....

19.3.2. కెపాసిటర్ కు కలిపిన AC జనకం



పటం 19.15 ac వలయం లో కెపాసిటర్

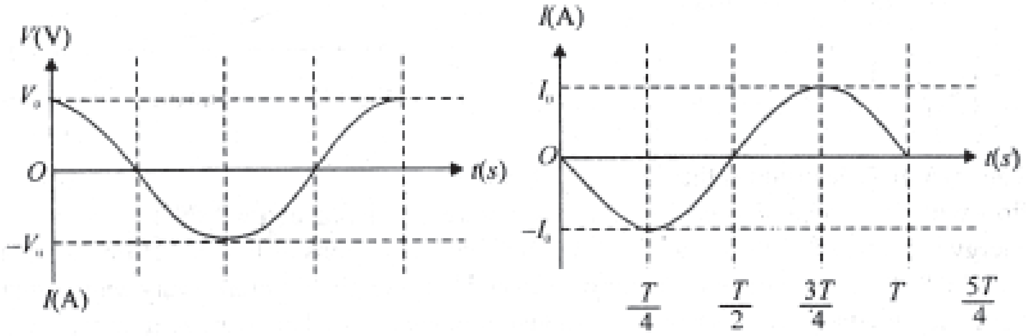
ac జనకానికి కలిపిన కెపాసిటర్‌ను పటం 19.15 చూపిస్తుంది. కెపాసిటెన్స్ నిర్వచనం నుండి కెపాసిటర్ మీద తక్షణ ఆవేశం, దాని కెపాసిటన్స్‌ను, దాని తక్షణ పొటెన్షియల్ తేడాతో గుణించగా వచ్చిన లబ్దానికి సమానం ($q = CV$)

$$q = CV_m \text{Cos}\ \omega t \qquad \text{.... (19.16)}$$

$I = \frac{dq}{dt}$ కనుక

$$I = -\omega C V_m \sin \omega t \qquad \text{.... (19.17)}$$

కెపాసిటర్ వలయంలో కాలంతో పాటు V ,I లలో మార్పును పటం 19.16 లో చూపించారు.



పటం 19.16: కెపాసిటర్ వలయంలో కాలంతో పాటు V ,I లలో మార్పు

నిరోధంలా కాక, కెపాసిటర్ కు విద్యుత్ ప్రవాహం I , పొటెన్షియల్ తేడా V లు ఒకే దశలో ఉండవు. ప్రవాహం, కాలంల వక్రం యొక్క మొదటి శిఖరం, పొటెన్షియల్ తేడా, కాలం ల వక్రం లో మొదటి శిఖరం కన్నా ఒక చతుర్థాంశ ఆవర్తం ముందు ఏర్పడుతుంది. కనుక కెపాసిటర్ విద్యుత్ ప్రవాహం, కెపాసిటర్ పొటెన్షియల్ తేడా కన్నా ఆవర్తనంలో నాల్గవ వంతు ముందుంటుంది. ఆవర్తనంలో నాల్గవ వంతు అంటే $\pi/2$ లేదా 90^0 దశాభేదానికి సమానంగా ఉంటుంది. కనుక పొటెన్షియల్ తేడా, ప్రవాహం కన్నా 90^0 వెనకబడి ఉంటుందని కూడా చెప్పవచ్చు.

సమీ (19.17) ను తిరిగి రాయగా

$$I = -\frac{V_m \sin \omega t}{1/(\omega C)} \quad \text{.... (19.18)}$$

సమీ (19.14(a)), (19.18) లను పోల్చినపుడు, $(\frac{1}{\omega C})$ నిరోధం ప్రమాణాలను కలిగి ఉండాలి. $(\frac{1}{\omega C})$ రాశిని కెపాసిటివ్ ప్రతి నిరోధం అంటారు. X_c, సంకేతంతో సూచిస్తారు.

$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

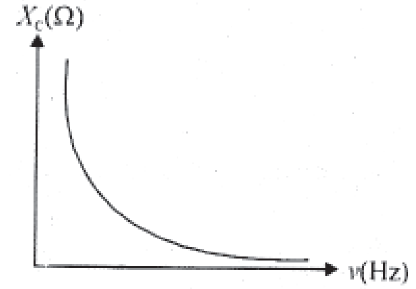
$$= \frac{1}{2\pi \nu C} \quad \text{.... (19.19)}$$

వలయంలోని ఏకాంతర ప్రవాహాన్ని కెపాసిటర్ ఎంతమేరకు నిరోధిస్తుందో తెలిపే కొలత కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధం (capactive reactance). ఇది జనరేటర్ పౌనఃపున్యం, కెపాసిటెన్స్ మీద ఆధరపడుతుంది. పౌనఃపున్యం, కెపాసిటెన్స్‌లు పెరిగితే కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధం తగ్గుతుంది. ac ప్రవాహం అవధులను గణించే విషయంలో నిరోధక మరియు కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధం సాదృశ్యాలు. కాని నిరోధకంలా కాక కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధం ac పౌనఃపున్యం మీద ఆధారపడుతుంది (పటం 19.17). కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధం భావన $I = \frac{V}{R}$ సమీకరణానికి అనురూప సమీకరణంను పరిచయం చేసేలా చేస్తుంది.

$$I_{max} = \frac{V_{rms}}{X_C} \quad \text{...(19.20)}$$

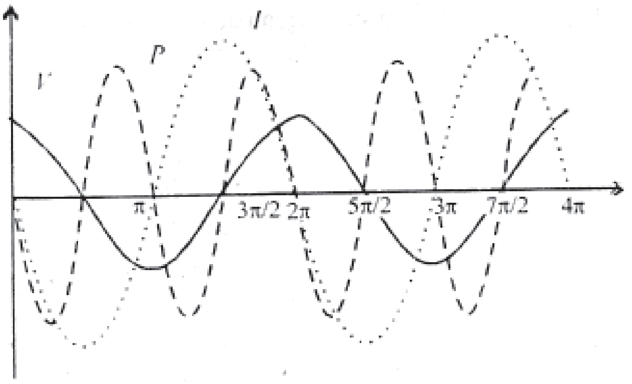
తక్షణ కెపాసిటర్ విద్యుత్ ప్రవాహం మరియు పొటెన్షియల్ తేడాల లబ్ధం కెపాసిటర్‌కు విడుదల చేసే తక్షణ సామర్థ్యం అవుతుంది.

$$P = VI$$
$$= -\omega c V^2 \sin\omega t \cos \omega t$$
$$= -\frac{1}{2}\omega c V^2 \sin 2\omega t$$



పటం 19.17: కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధం యొక్క పౌనఃపున్యం మార్పు

కాలంతోపాటు శక్తి ప్రవాహదిశను P సంజ్ఞ నిర్ధారిస్తుంది. P ధనాత్మకమైతే కెపాసిటర్‌లో శక్తి నిలవ ఉంటుంది. P రుణాత్మక మయినపుడు కెపాసిటర్, శక్తిని విడుదల చేస్తుంది. V_1I మరియు P ల గ్రాఫీయ నిరూపణలను పటం 19.18లో చూపించారు. ప్రవాహం పొటెన్షియల్ తేడాలు, కోణీయ పౌనఃపున్యం ω తో మారితే సామర్థ్యం కోణీయ పౌనః పున్యం 2ω తో మారుతుందని గమనించండి. సరాసరి సామర్థ్యం సున్న. కెపాసిటర్ ఆవేశితమవు తున్నపుడు ఆవర్తంలో నిలవ ఉన్నశక్తి, కెపాసిటర్ ఉత్సర్గమైనపుడు పూర్తిగా తిరిగి పొందుతుంది.



పటం 19.18 : కాలంతో V, I మరియు P లలో మార్పు

ఉదాహరణ 19.5 : శిఖర కంపన పరిమితి 220 V, గల 50 Hz ac జనరేటర్‌కు 100 μF కెపాసిటర్‌ను కలిపారు. కెపాసిటర్‌కు శ్రేణిలో కలిపిన ac అమ్మీటర్ నమోదు చేసిన ప్రవాహాన్ని గణించండి.

సాధన : కెపాసిటర్ యొక్క కెపాసిటివ్ ప్రతి నిరోధంను

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi(50\text{radS}^{-1})(100\times10^{-6}\text{F})} = 31.8\Omega$$

అమ్మీటర్ యొక్క స్వల్ప నిరోధం, ప్రవాహాన్ని ప్రభావితం చేయదని ఊహిస్తూ, కెపాసిటర్ లో తక్షణ ప్రవాహం

$$I = \frac{V}{X_C}\cos\omega t = \frac{220}{31.8}\cos\omega t$$
$$= (-6.92 \cos \omega t)\ A.$$

విద్యుత్ ప్రవాహం rms విలువ

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{6.92}{\sqrt{2}}$$

$$= 4.91A$$

పాఠంలోని ప్రశ్నలు 19.7

ఈ కింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలివ్వండి.

1. ac జనరేటర్‌కు కలిపిన కెపాసిటర్ లోని ప్రవాహం కెపాసిటెన్స్‌తో ఎందుకు పెరుగుతుంది.

....

2. మారుతున్న పౌనఃపున్యం గల స్థిర శిఖర విలువ (V_m) కలిగిన ac జనరేటర్‌కు కెపాసిర్‌ను కలిపారు. పౌనఃపున్యం తగ్గితే ప్రవాహం పెరగాలని నువ్వు అనుకుంటున్నావా?

....

3. కెపాసిటర్‌కు జనరేటర్ విడుదల చేసిన సరాసరి సామర్థ్యం సున్నా అవుతుందా? మీ సమాధానాన్ని సమర్థించండి.

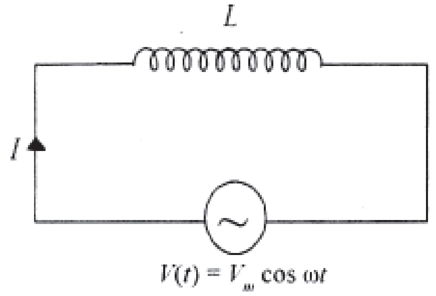
....

4. TV లలో ఉండే హెచ్చు పౌనఃపున్యవలయాల్లో కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధంలు ఎందుకు తక్కువవుతాయో తెలపండి.

....

19.3.3. ప్రేరకం కు కలిపిన జనకం

ఆదర్శ ప్రేరకం (శూన్య- నిరోధం) కు కలిపిన ac జనకాన్ని తీసుకుందాం. పటం (19.19) ప్రేరకం లో పొటెన్షియల్ తేడా V,



పటం. 19.19 : ప్రేరకంకు కలిపిన ac జనరేటర్

$$V(t) = L\frac{dI(t)}{dt} = V_m \cos \omega t \qquad .... (19.22)$$

కాలంతో సమీ (19.22) ను సమాకలనం చేయగా,

$$\int dI = \frac{V_m}{L}\int \cos\omega t\, dt$$

$\cos x$ సమాకలనం $\sin x$ కనుక

$$I(t) = \frac{V_m}{\omega L}\sin\omega t + \text{స్థిరాంకం} \qquad \text{.... (19.23a)}$$

$t = 0, I = 0$, అయినపుడు, సంకలన స్థిరాంకం శూన్యమవుతుంది.

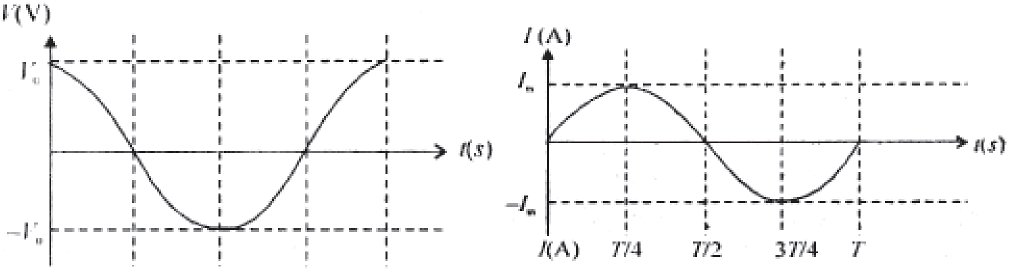
$$I(t) = \frac{V_m}{\omega L}\sin\omega t \qquad \text{.... (19.23b)}$$

$V(t), I(t)$ లను పోల్చడానికి, $V_m = 220$ V,

$\omega = 2\pi(50)\text{rad s}^{-1}$, $L = 1H$ గా తీసుకుందాం.

$V(t) = 220\cos(2\pi\ 50t)$ వోల్టు

$I(t) = \dfrac{220}{2\pi\ 50}\sin(2\pi\ 50t) = 0.701\sin(2\pi\ 50t)$ ఆంపియర్.



పటం 19.20: కాలంతోపాటు ప్రేరకం వద్ద పొటెన్షియల్ తేడా మరియు దానిలో ప్రవహించే విద్యుత్‌లలో మార్పు. ఇవి ఒకే దశలో ఉండవు.

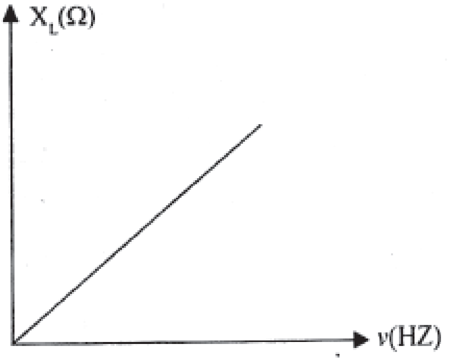
పటం 19.20, కాలంతోపాటు V మరియు I లలో మార్పులను చూపిస్తుంది. ప్రేరకంలో ప్రవాహం మరియు దాని పొటెన్షియల్ తేడా ఒకే దశలో ఉండవు. నిజానికి పొటెన్షియల్ తేడా, ప్రవాహం గరిష్ట విలువ కన్నా నాల్గవవంతు ఆవర్తం ముందు గరిష్ట విలువను చేరుతుంది. వోల్టేజ్‌కన్నా ప్రేరకంలో ప్రవహించే విద్యుత్ $\pi/2$ రేడియన్ (లేదా 90^0)వెనకబడి ఉంటుంది. లెంజ్ నియమం నుండి మనం అనుకున్నది ఇదే. దీనిని వేరొకవిధంగా చూడడానికి సమీ (19.23b) ను కింది విధంగా మళ్ళీ రాద్దాం.

$$L = \frac{V_m}{\omega L}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$V = V_m \cos \omega t$ కనుక, I కు దశాభేదం $\left(-\frac{\pi}{2}\right)$ అంటే ఈ వలయంలో వోల్టేజ్‌కన్నా ప్రవాహం $\frac{\pi}{2}$ వెనకబడి ఉంటుంది. ఇది కెపాసిటర్‌లో మనం గమనించినదానికి వ్యతిరేకం. కెపాసిటర్‌లో విద్యుత్ ప్రవాహం, వోల్టేజ్ కన్నా ముందుంటుంది. ప్రేరకంలో వోల్టేజ్ కన్నా ప్రవాహం వెనకబడి ఉంటుంది. సమీ 19.23b లో ωL రాశి నిరోధం ప్రమాణాలను కలిగి ఉంటుంది. దీనిని ప్రేరక ప్రతినిరోధం (inductive reactance) అంటారు. దీనిని సంకేతం X_L ద్వారా సూచిస్తారు.

$$X_L = \omega L = 2\pi\nu L \qquad ...(19.24)$$

కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధం లాగానే ప్రేరక ప్రతినిరోధం X_L ను ఓమ్ (ohm) తో తెలియజేస్తారు. వలయంలో ac ప్రవాహాన్ని ప్రేరకం ఏమేరకు నిరోధిస్తుందో తెలిపే కొలత ప్రతినిరోధం (Inductive reactance). ఇది జనరేటర్ ప్రేరకం మీద, పౌనఃపున్యం మీద ఆధారపడుతుంది. పౌనఃపున్యం లేదా ప్రేరణ పెరిగితే ప్రేరక ప్రతినిరోధం పెరుగుతుంది. (ఇది కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధానికి వ్యతిరేకం) పౌనఃపున్య అవధి సున్నాకు చేరితే, ప్రేరక ప్రతినిరోధం సున్నాకు చేరుతుంది. $\omega \to 0$ అయినపుడు, కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధం అనంతమవడం గుర్తుకు తెచ్చుకోండి. (పట్టిక 19.1ను చూడండి) బ్యాటరీ లాంటి dc జనకంకు ప్రేరణ ప్రభావం ఉండదు. శూన్య పౌనఃపున్యానికి ప్రేరక ప్రతినిరోధం శూన్యమవుతుంది. ఇది dc జనకానికి కలిపిన ప్రేరక స్వభావానికి అనుగుణంగా ఉంటుంది. X_L పౌనఃపున్యం మార్పును పటం 19.21లో చూపించారు.



పటం 19.21: పౌనఃపున్యం ప్రమేయంగా ప్రేరకం ప్రతి నిరోధం (XL = 2πνL) పౌనఃపున్యం పెరిగితే ప్రేరక ప్రతినిరోధం పెరుగుతుంది.

పట్టిక 19.1 క్రియారహిత వలయ భాగాల యొక్క పౌనఃపున్య ప్రత్యుత్తరం

(Frequency response of passive circuit elements)

వలయభాగం	విద్యుత్ ప్రవాహానికి వ్యతిరేకత	తక్కువ పౌనఃపున్యం వద్ద విలువ	హెచ్చు పౌనఃపున్యం వద్ద విలువ
నిరోధకం	R	R	R
కెపాసిటర్	$X_C = \frac{1}{\omega C}$	∞	0
ప్రేరకం	$X_L = \omega L$	0	∞

ప్రేరకనిరోధం భావన, నిరోధం R కలిగి ఉన్న $I = \frac{V}{R}$ సమీకరణంలో ప్రేరణ అనురూపంను పరిచయం చేసేలా చేస్తుంది.

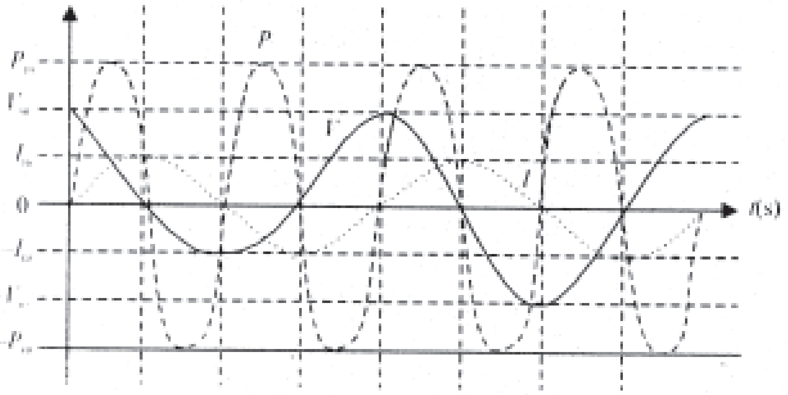
$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{X_L} \qquad \ldots(19.25)$$

ఇండక్టర్ విడుదల చేసిన తక్షణ సామర్థ్యం

$$P = VI$$

$$= \frac{V_m^2}{\omega L}\sin\omega t\cos\omega t = \frac{V_m^2}{2\omega L}\sin 2\omega t$$

ఇండక్టర్‌కు V, I మరియు P ల గ్రాఫీయనిరూపణను పటం 19.21లో చూపించారు. ప్రవాహం, పొటెన్షియల్ తేడా కోణీయ పౌనఃపున్యంతో మారుతున్నప్పటికీ, సామర్థ్యం, రెండు రెట్లు కోణీయ పౌనఃపున్యంతో మారుతుంది. మొత్తం ఆవర్తంలో విడుదలైన శక్తి శూన్యం. అయస్కాంత క్షేత్రం ఏకాంతరంగా పెరుగుతూ మరియు తరిగినట్లు, శక్తికూడా ఏకాంతరంగా నిలువ చేయబడి మరియు విడుదల చేయబడుతుంది.



పటం 19.21 : ప్రేరక వలయంలో కాలంతోపాటు పొటెన్షియల్ భేదం, ప్రవాహం మరియు సామర్థ్యంలలో మార్పు

ఉదాహరణ 19.6 : 25 cm లో పొడవు, 2.5cm వ్యాసం కలిగి గాలికోర్‌గా గల సోలినాయిడ్ దగ్గరగా చుట్టిన 1000 చుట్లను కలిగి ఉంది. తీగచుట్ట నిరోధం 1.0Ω. తీగ చుట్ట నిరోధంతో 100Hz ల వద్ద ప్రేరక ప్రతినిరోధాన్ని పోల్చండి.

సాధన : వ్యాసంతో పోల్చినపుడు ఎక్కువ పొడవు గల సోలినాయిడ్ ప్రేరణ

$$L = \frac{\mu_0 N^2 \pi a^2}{l}$$

ఇక్కడ N సోలినాయిడ్ చుట్ల సంఖ్యను, a వ్యాసార్థాన్ని, l పొడవును సూచిస్తాయి. ఈ విలువలను ప్రతిక్షేపించగా

$$L = \frac{(4\pi\times10^{-7})\,Hm^{-1}(1000)^2\pi(0.0125)^2 m^2}{0.25m}$$

$$= 2.47 \times 10^{-3}H.$$

పౌనఃపున్యం 100Hz వద్ద ప్రేరక ప్రతినిరోధం

$$X_L = \omega L = 2\pi \ (100 \text{ రేడియన్/సెకన్}) (2.47 \times 10^{-3})H.$$

$$= 1.55\Omega$$

100Hz వద్ద సోలినాయిడ్ ప్రేరక ప్రతినిరోధాన్ని, స్వభావజ (ఓమిక్) నిరోధం R తో పోల్చవచ్చు. వలయంలో దీనిని కింది విధంగా చూపిస్తారు.

$$L = 2.47H, \ R = 1.00\Omega$$

మీకు అర్థమయిన ఈ భావనలను ఇపుడు పరీక్షించుకోండి.

పాఠంలోని ప్రశ్నలు 19.8

1. ఆదర్శప్రేరకంను ac జనరేటర్‌కు కలిపినపుడు లెంజ్‌నియమం పాత్రను వర్ణించండి.

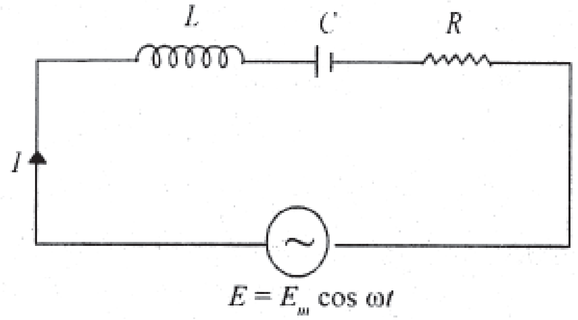
....

2. 19.3.1 విభాగంలో స్వయం ప్రేరణను విద్యుత్ జడత్వం అభిలక్షణంగా చెప్పారు. దీనిని మార్గదర్శకంగా తీసుకొని ac జనరేటర్‌కు కలిపిన ప్రేరకంలోని విద్యుత్‌ప్రవాహం, స్వయం ప్రేరణ పెరిగినపుడు ఎందుకు తగ్గుతుందో తెలపండి.

....

19.3.4 LCR శ్రేణీ వలయం

పటం 19.22 లో L ప్రేరకం, C కెపాసిటర్, R నిరోధం లను తక్షణ విద్యుచ్ఛాలక బలం $E = E_m \sin \omega t$ ను ఏర్పరచే ac జనకంతో శ్రేణిలో కలిపారు. ఈ మూడు వలయభాగాల్లో ఒకే కంపన పరిమితి, దశలో గల విద్యుత్ ప్రవాహముంది. కాని ముందు చెప్పుకున్నట్లుగా పొటెన్షియల్ తేడాలు వాటిలో ప్రతీదాని వద్దా ఒకే దశలో ఉండవు.



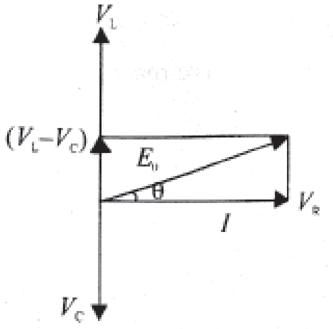
పటం19.22 LCR శ్రేణి వలయం.

1. నిరోధకం వద్ద పొటెన్షియల్ తేడా $V_R = I_0R$, ఇది విద్యుత్‌ప్రవాహంతో ఒకే దశలో ఉంటుంది.

2. కెపాసిటర్ వద్ద పొటెన్షియల్ తేడా యొక్క కంపనపరిమితి $V_C = I_0X_C$ మరియు ఇది విద్యుత్ ప్రవాహం కన్నా $\pi/2$ కోణంతో వెనకబడి ఉంటుంది.

3. ప్రేరకం V_L వద్ద పొటెన్షియల్ తేడా యొక్క కంపనపరిమితి $V_L = I_0X_L$. ఇది విద్యుత్ ప్రవాహం కన్నా $\pi/2$ కోణంతో ముందుంటుంది.

వేరువేరు దశలలో ఉన్న పొటెన్షియల్ తేడా వల్ల వలయంలో ఫలిత శిఖర వోల్టేజిని పొందటానికి, వివిద దశల వోల్టేజీ లను బీజీయ మొత్తం గా కలపలేము. మూడు వోల్టేజిలను కలపడానికి వాటి మధ్య సరియైన దశా సంబందాన్ని తెలిపే ప్రావస్థ పటం (Phasor diagram) ను గీద్దాం (పటం 19.23) ప్రేరకం, కెపాసిటర్‌ల వోల్టేజిలు వ్యతిరేక దశలో ఉన్నాయని పటం నుండి తెలుస్తుంది. అపుడు చర్యాశీల ఘటకాల (reactive components) వద్ద వోల్టేజి $(V_L - V_C)$. వలయం వద్ద ఫలిత శిఖర వోల్టేజి



పటం 19.23: L_1C_1 మరియు R ల వద్ద వోల్టేజి ప్రావస్థ పటం

$$E_0 = \sqrt{(V_L - V_C) + V_R^2}$$

$$= \sqrt{I_0^2\left\{(X_L - X_C)^2 + R^2\right\}}$$

$$\frac{E_0}{I_0} = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + R^2}$$

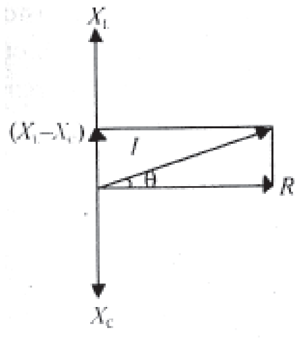
LCR వలయం, ప్రవాహానికి కలుగజేసే వ్యతిరేకతను అవరోధం (impedence) అంటారు. వలయం అవరోధం

$$Z = \frac{E_{rms}}{I_{rms}} = \frac{E_0}{I_0} = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + R^2}$$

$$= \sqrt{\left(2\pi\nu L - \frac{1}{2\pi\nu C}\right)^2 + R^2} \qquad \ldots (19.27)$$

LCR వలయం, rms ప్రవాహం

$$I_{rms} = \frac{E_{rms}}{Z}$$



పటం 19.24 : Z కు ప్రావస్థ పటం

LCR వలయంలో విద్యుచ్ఛాలక బలం, ప్రవాహంకంటే ϕ కోణం ముందుండటం (లేదా వెనుక బడటం) పటం 19.23 నుండి తెలుసుంది.

$$\tan\phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L I_0 - X_C I_0}{R I_0} = \frac{X_L - X_C}{R} \quad .... (19.28)$$

వోల్టేజ్ ప్రావస్థ పటం (Phasor diagram) లాగా

R, X_L, X_C, Z లను కూడా ప్రావస్థ పటంలో చూపించవచ్చు (పటం 19.24)

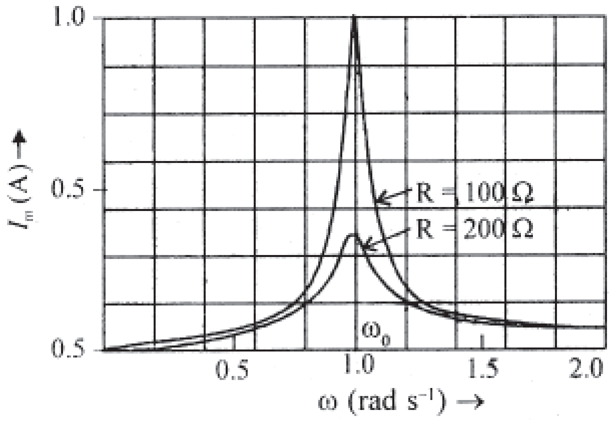
అనునాదం

అనువర్తించిన ac జనకం పౌనఃపున్యం పెరిగితే ప్రేరక ప్రతినిరోధం (X_L) పెరుగుతుందని, కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధం (X_C) తగ్గుతుందని మీకు తెలుసు. ఇంకా ఇవి వ్యతిరేక దశలో ఉంటాయి. $X_L = X_C$ వద్ద ఒక ప్రత్యేక పౌనఃపున్యం ν_r ఉండవచ్చు.

$$2\pi\nu_r L = \frac{1}{2\pi\nu_r C}$$

$$\nu_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad ... (19.29)$$

ఈ పౌనఃపున్యాన్ని అనునాద పౌనఃపున్యం అంటారు. ఈ పౌనఃపున్యం వద్ద అవరోధం కనిష్ట విలువను Z_{min} = R కలిగి ఉంటుంది. ఇప్పుడు వలయం, శుద్ధ నిరోధకంగా మారుతుంది. కెపాసిటర్ మరియు ప్రేరకం వద్ద వోల్టేజి సమానంగా ఉండటం వలన రద్దు చేసుకుంటాయి. అనునాదవలయం శుద్ధ నిరోధక వలయం కనుక మొత్తం వోల్టేజి, ప్రవాహం (ϕ = 0) ఒకే దశ లో ఉండి వలయం గుండా గరిష్ట ప్రవాహం ఉంటుంది. వలయం అనువర్తిత ఏకాంతర ప్రవాహంతో అనునాదంలో ఉందని అంటారు. LCR వలయంలో అనువర్తితజనకం పౌనఃపున్యం లోని మార్పుతో ప్రవాహశిఖర విలువ లోని మార్పును పటం 19.25 లోని గ్రాపుల ద్వారా చూపించారు. ఇచ్చిన LCR వలయం అనునాద పౌనఃపున్యం, నిరోధం మీద ఆధారపడదు. కాని పటం 19.25లో నిరోధం తగ్గితే ప్రవాహ శిఖరవిలువ పెరుగుతుందని చూపించారు.



పటం 19.25: (i) = 100 Ω (ii) = 200 Ω ల పౌనఃపున్యంతో LCR వలయంలో ప్రవాహ శిఖర విలువమార్పు

LCR వలయంలోని అనునాద దృగ్విషయం, వేరు వేరు స్టేషన్లు ప్రసారం చేసిన పౌనఃపున్యాలను మన రేడియో/ టీవి గ్రాహకాలలో ట్యూన్ చేయడానికి ఉపయోగపడుతుంది. ఒక ప్రేరకాన్ని, చర కెపాసిటర్ (Variable Capacitor) ను ట్యూనర్ కలిగి ఉంటుంది. L - C వలయం యొక్క సహజ పౌనఃపున్యాన్ని, కెపాసిటెన్స్‌ను మార్చడం ద్వారా మార్చవచ్చు. ట్యూనర్ వలయం సహజ పౌనఃపున్యం, ప్రసారిణి పౌనఃపున్యంతో సరపడి నపుడు గ్రహించిన రేడియోతరంగం మన గ్రాహక ఆన్టెన్నా గరిష్ట ప్రవాహాన్ని ప్రేరేపిస్తుంది. అపుడు మనం ఆ ప్రత్యేక స్టేషన్ రేడియో /టీవి లో ట్యూన్ అయ్యిందని అంటాము.

LCR వలయంలో సామర్థ్యం

ac జనకం కు కలిపిన కెపాసిటర్ విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్క్రమితంగా (reversibly) నిలువ చేసి విడుదల చేస్తుంది. జనకం నుండి నికర శక్తి విడుదలకాదు. ఇదే విధంగా జనకంకు కలిపిన ప్రేరకం అయస్కాంత శక్తిని ఉత్క్రమితంగా నిలువచేసి మరియు విడుదలచేస్తుంది. జనకం నుండి నికర శక్తి విడుదల కాదు. ac జనరేటర్‌కు నిరోధం కలిపినపుడు నికర శక్తిని విడుదల చేస్తుంది. ఒక నిరోధకం ప్రేరకం, ఒక కెపాసిటర్ లను ac జనకానికి శ్రేణిలో కలిపినపుడు, ఒక్క నిరోధకం మాత్రమే నికర శక్తి బదిలీకి కారణమవుతుంది. ఒక జనకం (జనరేటర్) విడుదల చేసిన పవర్‌ను గణించడం ద్వారా దీనిని నిర్ధారించవచ్చు.

జనకం నుండి పొందిన వోల్టేజ్, ప్రవాహంల లబ్ధం తక్షణ సామర్థ్యం అవుతుంది.

$$P = VI$$

V మరియు I విలువలు ప్రతిక్షేపించగా

$$P = V_m \cos\omega t\left[\frac{V_m}{Z}\cos(\omega t+\phi)\right]$$

$$= \frac{V_m^2}{Z}\frac{2\cos\omega t\cos(\omega t+\phi)}{2}$$

$$= \frac{V_m^2}{2Z}\left[\cos\phi+\cos\left(\omega t+\frac{\phi}{2}\right)\right] \qquad \text{..... (19.30)}$$

జనకం, పవర్‌ను విడుదల చేయుటలో దశాకోణం ϕ, కోణీయ పౌనఃపున్యం ω లు ముఖ్య పాత్రను పోషిస్తాయి. ఒక ప్రత్యేక కోణీయ పౌనఃపున్యం వద్ద, అవరోధం z ఎక్కువగా ఉంటే, పవర్ అన్ని సమయాల్లో తక్కువగా ఉంటుంది. ఈ ఫలితం, ఇంపిడెన్స్, వివిధ భాగాల సంయోగం ac విద్యుత్తును ఎలా నిరోధిస్తుందో తెలపుతుందనే భావనకు అనుగుణంగా ఉంది.

ఒక పూర్తి ఆవర్తం యొక్క రెండవపదం సరాసరివిలువ శూన్యం కనుక వలయంకు, జనకం విడుదల చేసేసరాసరి పవర్

$$\text{సరాసరి పవర్} = \frac{V_m^2}{2Z}\cos\phi \qquad \text{..... (19.31)}$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}}\cdot\frac{V_m}{\sqrt{2}}\cos\phi = V_{rms}I_{rms}\cos\phi \qquad \text{.... (19.32)}$$

Cos ϕ ను పవర్ కారకం అంటారు.

$$\cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{(R^2 + (X_L - X_C)^2}} \quad .... (19.\ 33)$$

జనరేటర్ ఒక ఆవర్తంకు కలుగజేసే గరిష్ట సరాసరి పవర్ ను పవర్ కారకం పరిమితం చేస్తుంది. శుద్ధ నిరోధక వలయంలో (లేదా అనునాద వలయంలో ఇక్కడ $X_L = X_C$), $Z = R$, అపుడు $\text{Cos}\,\phi = \frac{R}{R} = 1$ అంటే $\phi = 0$ అయినపుడు ఒక ఆవర్తంకు దుర్వ్యయమయ్యే సరాసరి పవర్ గరిష్టం. $P_m = V_{rms}\ I_{rms}$

ఇంకొక విధంగా, శుద్ధ చర్యాశీలవలయంలో , $R = 0$, $\text{Cos}\ \phi = 0$ లేదా $\phi = 90^0$ ఉన్నప్పుడు, ఒక ఆవర్తంలో దుర్వ్యయమయ్యే సరాసరి పవర్ $P = 0$. అంటే శుద్ధ ప్రేరకం లేదా శుద్ధ కెపాసిటర్లలో ప్రవాహం, పవర్ నష్టం లేకుండా ఉంటుంది. అటువంటి ప్రవాహాన్ని వాట్‌లెస్ ప్రవాహం అంటారు.

19.4 పవర్ జనరేటర్ (Power Generator)

ఎలక్ట్రిక్ పవర్ జనకాలలో ముఖ్యమైనది జనరేటర్. యాంత్రికశక్తిని, అయస్కాంత క్షేత్ర సహాయంతో విద్యుత్‌శక్తిగా మార్చే సాధనాన్ని జనరేటర్ అంటారు. మరింకే విద్యుత్ పవర్ జనకం జనరేటర్ లాగ పెద్ద మొత్తంలో విద్యుత్ పవర్ నుత్పత్తి చేయలేదు. ఒక వాహకం లేదా వాహకాల సమూహంను అయస్కాంత క్షేత్రంలో భ్రమణం చెందిస్తారు. భ్రమణ వాహకంలో విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ వల్ల వోల్టేజి ఏర్పడుతుంది. వాహకాలను భ్రమణం చెందించడానికి కావలసిన శక్తిని నీరు, బొగ్గు, డీజిల్, గ్యాస్, న్యూక్లియార్ ఇంధనం కూడా సమకూర్చుతాయి. అనుగుణంగా మనకు వరుసగా హైడ్రోజనరేటర్లు, థెర్మల్ జనరేటర్లు, న్యూక్లియార్ జనరేటర్లు ఉన్నాయి.

రెండు రకాల జనరేటర్లు ఉన్నాయి.

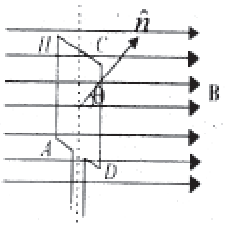
- ఏకాంతర ప్రవాహ జనరేటర్ లేదా A.C జనరేటర్, ఏకాంతరకం (Alternators) అని కూడా అంటారు.
- ఏకముఖ ప్రవాహ జనరేటర్ లేదా D.C జనరేటర్ లేదా డైనమో

ఈ రెండు జనరేటర్లు విద్యుదయస్కాంతప్రేరణ సూత్రంమీద పనిచేస్తాయి.

19.4.1. A.C జనరేటర్ లేదా ఏకాంతరకం (Alternators)

జనరేటర్‌లో సాధారణంగా అయస్కాంత క్షేత్రంలో భ్రమణం చేస్తున్న తీగ పరిపథం ఉంటుంది. పటం 19.26 చూడండి. ఇది ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఉంచిన దీర్ఘచతురస్రాకార తీగ పరిపథంను చూపిస్తుంది. క్షితజసమాంతర అక్షం వెంబడి పరిపథం భ్రమణం లో ఉన్నందున పరిపథం ద్వారా అయస్కాంత అభివాహం మారుతుంది. దీనిని చూడటానికి పటం 19.26 చూపిన పరిపథం గుండా అయస్కాంత అభివాహం ను గుర్తుకు తెచ్చుకోండి.

$$\phi(t) = \mathbf{B}.\hat{\mathbf{n}}A$$



పటం19.26: అయస్కాంత క్షేత్రంలో భ్రమణంలో ఉన్న తీగ పరిపథం.

ఇక్కడ **B** క్షేత్రం, A వైశాల్యంగల పరిపథం తలంకు లంబంగా ఉన్న యూనిట్ సదిశ $\hat{\mathbf{n}}$. ఏదేనిక్షణ మందు క్షేత్రదిశకు, పరిపథంకు మధ్య కోణం θ, φ(t) ను ఈ విధంగా రాయవచ్చు.

$$\phi(t) = AB\cos\theta$$

స్థిరకోణీయ వేగంతో పరిపథంను తిప్పినపుడు

$$\theta = \omega t \qquad \text{.... (19.34)}$$

$$\phi(t) = AB\cos\omega t$$

విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణలోని ఫారడే నియమం నుపయోగించి పరిపథంలో ప్రేరితమైన విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని గణించవచ్చు.

$$\varepsilon(t) = \frac{-d\varphi}{dt} = \omega A B \sin\omega t \qquad \text{.... (19. 35)}$$

చుట్లు కలిగిన తీగచుట్టలో ప్రేరితమయిన విద్యుచ్ఛాలక బలం

$$\varepsilon(t) = N\omega AB\sin\omega t \qquad \text{.... (19.35a)}$$

$$= \varepsilon_0 \sin\omega t$$

అంటే ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రంలో దీర్ఘచతురస్రాకార తీగచుట్టను భ్రమణం చెందిస్తే, సైనుసోయిడల్ విద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రేరేపితమవుతుంది.

AC జనరేటర్ నాలుగు ముఖ్య భాగాలను కలిగి ఉంది. (పటం19.27 ను చూడండి)

(i) ఆర్మేచేర్ (Armature)

(ii) క్షేత్ర అయస్కాంతం

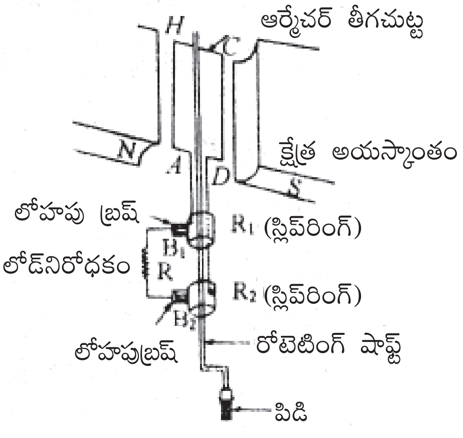
(iii) స్లిప్ రింగులు (Slip - rings)

(iv) బ్రషెస్ (Brushes)

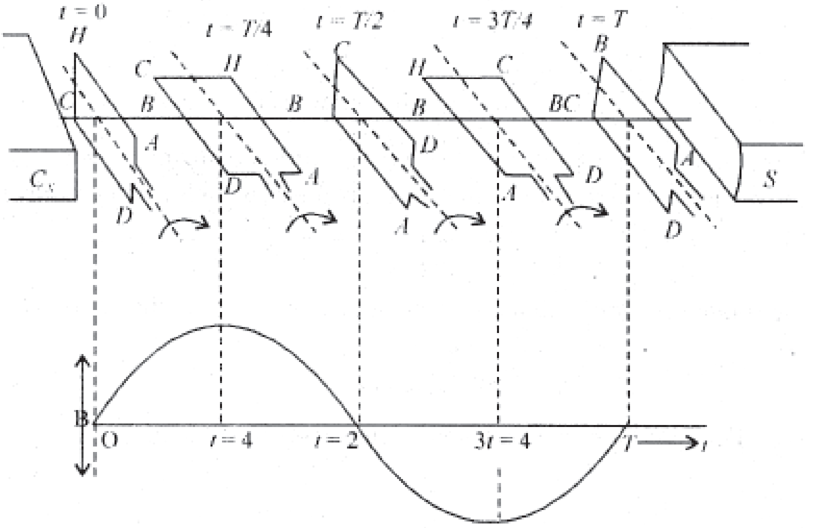
స్తూపాకార మెత్తని ఇనుప డ్రమ్‌పై బంధక రాగి తీగతో చుట్టబడి, ఎక్కువ సంఖ్యలో చుట్లు గల తీగచుట్ట ను ఆర్మేచర్ అంటారు. ఇది డ్రమ్‌అక్షం గుండాపోతున్న షాఫ్ట్ రోటర్‌పై అయస్కాంత క్షేత్రానికి లంబంగా తిరగగలుగుతుంది. మెత్తటి ఇనుముతో చేసిన ఈ డ్రమ్ రెండు విధాలుగా ఉపయోగపడుతుంది. తీగచుట్టను స్థిరంగా ఉంచడానికి సహాయపడుతుంది మరియు తీగచుట్ట గుండా అయస్కాంతప్రేరణను పెంచుతుంది. ధృవాల మధ్య ఏకరీతి శాశ్వత రేడియల్ అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ఏర్పరచడానికి క్షేత్ర అయస్కాంతాన్ని ఉంచుతారు.

ఆర్మేచర్‌లో ఉత్పత్తి అయిన ac ప్రవాహం సాధనంలో

ప్రవహించడానికి, వాటి రెండు చివరలకు బ్రషెస్ ద్వారా అనుసంధానించబడ్డ స్లిప్ రింగులు ఉపయోగపడతాయి. ఈ రెండు లోహపు రింగులకే ఆర్మేచర్ చివరలను కలుపుతారు. ఈ రింగులను షాఫ్ట్‌కు కలుపుతారు. అవి షాఫ్ట్ నుండి మరియు ఒకదాని నుండి ఒకటి బంధకం చెందించబడతాయి. స్థిరంగా ఉండి భ్రమణం చెందుతున్న రింగులతో స్పర్శతో ఉన్న నమ్యతగల లోహపు లేదా కార్బన్ కడ్డీలు బ్రష్ లు (B_1 మరియు B_2 (పటం 19.27) ఆర్మేచర్ మరియు రింగుల నుండి రింగుల నుండి బయటి వలయానికి విద్యుత్‌ను సరఫరా చేసే ప్రధాన తీగలకు ఈ బ్రష్ ల ద్వారానే విద్యుత్ ఇవ్వబడుతుంది. పటం 19.28 లో జనరేటర్ సూత్రం, పని చేసే విధానం చూపించారు.



పటం 19.27



పటం 19.28 : జనరేటర్ పనిచేసే సూత్రం

ఆర్మేచర్ తీగచుట్ట AHCD అపసవ్య దిశలో భ్రమణం చేస్తుందనుకోండి. ఇది భ్రమణం చేస్తున్నపుడు దీనితో ఉన్న అయస్కాంత అభివాహం మార్పు చెంది వలయం లో విద్యుత్‌ను ప్రేరేపిస్తుంది. ప్రేరణ విద్యుత్ ప్రవాహం దిశను ఫ్లెమింగ్ కుడిచేతి నియమం తెలుపుతుంది. ఆర్మేచర్ నిలువుస్థితిలో ఉందనుకుంటే, భ్రమణం అపసవ్యదిశలో AH తీగ కిందివైపుకు, DC తీగపై వైపుకు కదులుతాయి. ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం దిశ H నుండి A కు, D నుండి C కు అంటే తీగచుట్టలో DCHA వెంబడి ప్రవహిస్తుంది. బాహ్య వలయంలో విద్యుత్తు B_1 R B_2 వెంబడి పటం 19.2(a) లో చూపినట్లు ప్రవహిస్తుంది. ఆర్మేచర్ మొదటి అర్ధ భ్రమణంలో ఈ విద్యుత్ దిశ స్థిరంగా ఉంటుంది. రెండవ అర్ధ భ్రమణంలో (పటం 19.28(b) AH తీగ పై వైపుకు, CD తీగ క్రింది వైపుకు కదులుతాయి. ఆర్మేచర్ తీగచుట్ట తో విద్యుత్తు AHCD దిశలో ప్రవహిస్తుంది, అనగా తీగ చుట్టలో ప్రేరణ విద్యుత్ ప్రవాహ దిశ ఉత్క్రమితమవు (reversed) తుంది. బాహ్య వలయంలో దీని దిశ B_2 R B_1. అందువలన బయటి వలయంలో కూడా ప్రతీ అర్ధ భ్రమణానికి ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం మరియు విద్యుత్ దిశ మారుతుంది. అంటే ఉత్పత్తి అయిన ప్రవాహం ప్రతీ ఆవర్తంలో ఏకాంతరంగా మారుతుంది. (పటం 19.28(c))

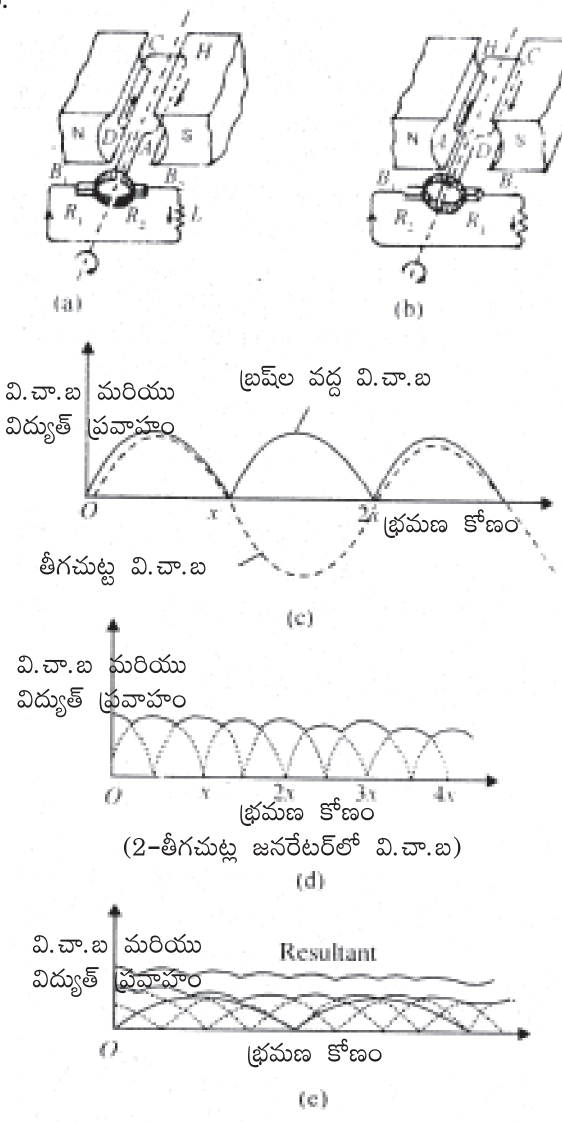
స్లిప్‌రింగులు మరియు బ్రష్‌ల అమరిక హెచ్చు నిర్గమ సామర్థ్యం తో కూడినపుడు బంధక, స్పార్కింగ్ ఇబ్బందులను ఏర్పరుస్తాయి. కనుక వాడుకలోని జనరేటర్లలో అర్మేచర్ (తీగచుట్ట) ను స్థిరంగా ఉంచి క్షేత్రాన్ని భ్రమణం చెందిస్తారు. ఇలాంటి జనరేటర్లలో ఆర్మేచర్ తీగచుట్టను జనరేటర్ ఉంచిన లోపలి భాగంలో స్థిరంగా ఉంచుతారు. క్షేత్రతీగ చుట్ట ధృవాలను స్థిరంగా ఉంచిన ఆర్మేచర్ లోపల షాఫ్ట్ మీద భ్రమణం చెందిస్తారు.

19.4.2 డైనమో (DC జనరేటర్)

ఏకముఖ ప్రవాహంలో యాంత్రికశక్తిని విద్యుత్ శక్తిగా మార్చే యంత్రాన్ని డైనమో అంటారు. కాంతి కోసం సైకిల్ కు బిగించబడిన డైనమో ను మీరు చూసే ఉంటారు. ఆటో మోబైల్ లో డైనమో రెండు రకాలుగా ఉపయోగపడుగుంది. కాంతి కొరకు మరియు బ్యాటరీ చార్జింగ్ చేసుకోవడానికి, డైనమో లో ఉండే ముఖ్యమైన భాగాలు (i) క్షేత్రఅయస్కాంతం (ii) ఆర్మేచర్ (iii) కామ్యుటేటర్ స్ప్లిట్ రింగ్ లు (iv) బ్రష్ లు.

డైనమో లో ఉండే ఆర్మేచర్, క్షేత్రఅయస్కాంతం లు, ac జనరేటర్ లో ఉండే వాటికన్నా వేరుగా ఉంటాయి. డైనమోలో క్షేత్ర అయస్కాంతం స్థిరంగా ఉంటుంది. ఆర్మేచర్ భ్రమణంలో ఉంటుంది. కాని ఏకాంతరకం (ac జనరేటర్) లో ఆర్మేచర్ స్థిరంగా (స్థిరకారి) ఉండి, క్షేత్రం అయస్కాంత భ్రమణంలో (భ్రమణకారి) ఉంటుంది.

డైనమో స్ప్లిట్ రింగ్ కామ్యుటేటర్ ద్వారా ac జనరేటర్ ఉత్పత్తి చేసిన ac తరంగం లేదా సైను తరంగం dc ను రూపంలోకి మారుస్తుంది. కామ్యుటేటర్ ప్రతీ సగభాగం పరిపథం ఒక చివరకు శాశ్వతంగా కలపబడి, పరిపథంతో కామ్యుటేటర్ భ్రమణం లో ఉంటుంది. ప్రతీ బ్రష్, కామ్యుటేటర్ ఒక భాగాన్ని వత్తుతూ ఉంటుంది. బ్రష్ లు స్థిరంగా ఉంటాయి. కాని కామ్యుటేటర్ తిరుగుతూ ఉంటుంది. కామ్యుటేటర్‌లోని వ్యతిరేక భాగాలను బ్రష్‌లు వత్తుతూ ఉంటాయి. ప్రతీసారీ వోల్టేజ్ ధృవణత (polarity)ని మారుస్తుంది. స్ప్లిట్ రింగులు స్థానాన్ని మార్చుకొంటాయి. అంటే ఒక బ్రష్ ఎల్లప్పుడు ధనాత్మకంగా ఉంటూ వేరొక బ్రష్ రుణాత్మకం అవుతుంది. బ్రష్‌ల వద్ద చాంచల్య (fluctuating) వోల్టేజిని పొందవచ్చు.



పటం 19.29: DC జనరేటర్

dc జనరేటర్, ac డైనమో లాగానే చాలా వరకు అన్ని భాగాలను కలిగి ఉంటుంది. కాని ac డైనమో ఒక విషయంలో వేరుగా ఉంటుంది. అది స్లిప్‌రింగ్ బదులు పటం 19.29(a) లో చూపినట్లు ఒకే రింగులోని రెండు సగాలైన R_1, R_2 స్ప్లిట్ రింగులను వాడతాము. ఆర్మేచర్ తీగచుట్ట

చివరలను ఈ రింగులకు కలుపుతారు, రింగు, ఆర్మేచర్ తో బాటు తిరుగుతూ B_1, B_2 బ్రష్ లతో రంగు స్పర్శ మారుతూ ఉంటుంది. డైనమో ఈ భాగాన్ని కామ్యుటేటర్ అంటారు.

తీగచుట్ట సవ్య దిశలో భ్రమణం చెందినపుడు ఆర్మేచర్ లో ప్రవాహం ఏర్పడుతుంది. కాని కామ్యుటేటర్ దానిని బాహ్యవలయంలో dc గా మారుస్తుంది. మొదటి అర్ధ ఆవర్తం లో పటం 19.29(a) విద్యుత్ DCHA వెంబడి ప్రవహిస్తుంది. బాహ్య వలయంలో విద్యుత్ B_1LB_2 వెంబడి ప్రవహిస్తుంది. రెండవ అర్ధ ఆవర్తంలో పటం 19.29(b) ఆర్మేచర్ లోని విద్యుత్ ఉత్క్రమితమై AHCD వెంబడి ప్రవహిస్తుంది, R_1 రింగు, B_1, నుండి B_2కు స్పర్శలోకి వస్తుంది. అంటే బాహ్య వలయంలో విద్యుత్ ఎల్లప్పుడూ ఒకే దిశలో ప్రవహిస్తుంది. బాహ్య వలయంలో ఏర్పడే విద్యుత్, రేఖాపట నిరూపణనుపటం 19.29(c) లో చూపించారు. తీగచుట్ట, నిలువు స్థితి నుండి భ్రమణం చేస్తున్నందున అయస్కాంత బలరేఖలకు లంబంగా ఉంటుంది. ఇటువంటి సరళ dc డైనమో ఉత్పత్తి చేసే విద్యుత్ ఏకదిశాత్మకం (Unidirectional) కాని దీని విలువ ఎక్కువగా మారుతూ ఉంటుంది. తీగచుట్ట ప్రతీ భ్రమణంలో కనీసం రెండు సార్లు శూన్య విలువకు పడిపోతుంది.

పరస్పరం లంబంగా ఉన్న రెండు తీగచుట్టలను ఉపయోగించి, కామ్యుటేటర్ రింగును నాలుగు భాగాలుగా విభజించి తీగచుట్ట చివరలకు కలపడం ద్వారా ఈ మార్పును అధిగమించవచ్చు. ఈ సందర్భంలో రెండు తీగ చుట్టలు దశలో $\pi/2$ భేదం కలిగిన సమాన విద్యుచ్ఛాలక బలాలను ఏర్పరుస్తాయి. పటం 19.29(d) లో చూపినట్లు ఫలిత విద్యుత్ ప్రవాహం లేదా విద్యుచ్ఛాలక బలం రెండింటిని అధ్యారోపణం ద్వారా పొందవచ్చు. ఈ విధంగా హెచ్చు, తగ్గులను (fluctuations) బాగా తగ్గించవచ్చు. ఇలాగే నిలకడ, ప్రవాహాన్ని ఎక్కువ సంఖ్యలో చుట్లు గల ఎక్కువ తీగచుట్టలను ఉపయోగించి పొందవచ్చు. తీగచుట్టలు స్వతంత్ర్యంగా పనిచేసి, బాహ్య వలయంకు విద్యుత్‌ను పంపించేలా, కామ్యుటేటర్ రింగును తీగచుట్టల చివరల సంఖ్యను బట్టి విభజిస్తారు. ఫలిత విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పటం 19.29(e) లో చూపించారు. ఇది కాల అక్షానికి ప్రాయోగింకంగా సమాంతరంగా ఉంటుంది.

పాఠం లోని ప్రశ్నలు 19.9

1. ac మరియు dc జనరేటర్ ల మధ్య భేదాలను తెల్పండి.

   ....

2. dc జనరేటర్ లోని ముఖ్యమైన భాగాల పేర్లను తెల్పండి.

   ....

3. జనరేటర్ లో కామ్యుటేటర్ ను ఎందుకు ఉపయోగిస్తాం.

   ....

4. నిత్యజీవితంలో డైనమోను ఎక్కడ ఉపయోగించడం చూశావు?

   ....

తక్కువ వోల్టేజి మరియు లోడ్ షెడ్డింగ్

ఏ విద్యుత్ పరికరమైన సరిగ్గా పనిచేయాలంటే సరియైన ఓల్టేజ్ అవసరం. కావలసిన దాని కన్నా తక్కువ విలువ వోల్టేజిని విద్యుత్ సరఫరా కంపెనీ, సరఫరా చేసినపుడు తక్కువ వోల్టేజి సమస్య వస్తుంది. నిజానికి తక్కువ వోల్టేజి, ఎక్కువ వోల్టేజి వలే పరికరాలకు హాని కలిగించవు. కాని లో వోల్టేజి కారణంగా చాలా పరికరాలు సరిగ్గా పనిచేయవు. దీనినధిగమించడానికి ఓల్టేజ్ స్టెబిలైజర్ ను వాడతాము. స్టెబిలైజర్ వ్యాప్తిలో తక్కువ వోల్టేజ్ వచ్చినా అది మనకు స్థిర వోల్టేజిని ఇస్తుంది. స్థిర వోల్టేజిని పొందటానికి మీరు CVT (Constant Voltage Transformens) స్థిర వోల్టేజి పరివర్తకాలను కూడా ఉపయోగించవచ్చు.

విద్యుత్ ఉత్పాదక స్థానం నుండి విద్యుత్ హెచ్చు వోల్టేజితో విద్యుత్ ఉపకేంద్రాలకు పంపిణీ అవుతుందని మీకు తెలుసు. ఉపకేంద్రాల వద్ద అవరోహన పరివర్తకం నుపయోగించి వోల్టేజిని తగ్గిస్తారు. పరివర్తకాలు కాలిపోయే స్థితిని నిరోధించడానికి పరివర్తకానికి నిర్ధిష్ట లోడ్ మాత్రమే ఉండేలా చూస్తారు. మీరు వోల్టేజ్ పోందే పరివర్తకం పై ఎక్కువ లోడ్ పడ్డప్పుడు (దాని నిర్ధిష్ట విలువ కన్నా) సరఫరా దారు లోడ్ ను తగ్గించడానికి పవర్ జనకం నుండి సరఫరాను తీసివేస్తాడు లేదా వినియోగ దారులను (వేడిచేసే లేదా చల్లబరిచే) హెచ్చు వాటేజ్ కలిగిన గృహోపకరణాలను స్విచ్చాఫ్ చేయమని మనవి చేస్తాడు. ఈ పద్ధతిని లోడ్ షెడ్డింగ్ అంటారు.

లోడ్ షెడ్డింగ్ సమయంలో మీరు ఇన్వర్టర్ నుపయోగించవచ్చు. బ్యాటరీ నుండి వచ్చే ఏకముఖ ప్రవాహాన్ని కావలసిన విలువ మరియు పౌనఃపున్యం (230 మరియు 50) తో ఏకాంతర ప్రవాహంగా మార్చే తక్కువ పౌనః పున్యంగల డోలక వలయాలు ఇన్వర్టర్లు.

19.5 పరివర్తకాలు

విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ దృగ్విషయం ఆధారంగా ఏకాంతర వోల్టేజి లేదా ప్రవాహం పరిమాణాన్ని మార్చే (పెంచడం లేదా తగ్గించడం) పరికరాన్ని పరివర్తకం అంటారు. పరివర్తకంలో ఉమ్మడి అయస్కాంత అభివాహం గల బంధిత రాగితీగతో చేయబడిన కనీసం రెండు వైండింగులు ఉంటాయి. కాని ఈ వైండింగులు ఒకదానితో ఒకటి విద్యుత్ బంధకంగా ఉంటాయి.

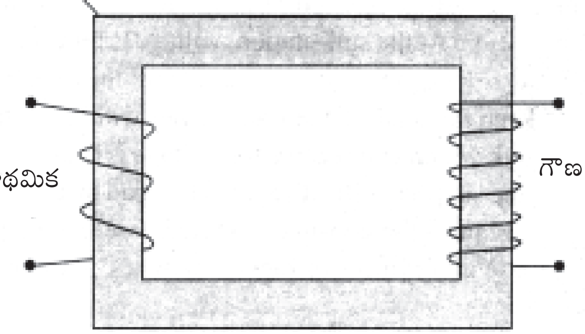
పరివర్తకం వైండిగ్స్‌ను సరఫరా జనకానికి ac మెయిన్ లేదా జనరేటర్ నిర్గమంకు కలుపుతారు. దీనిని ప్రాథమిక వైండింగ్ అంటారు. లోడ్ R_L కు కలిపిన పరివర్తకం వైండింగ్ ను గౌణ వైండింగ్ అంటారు. ప్రాథమిక వైండింగ్ లో acని పంపించినపుడు గౌణ వైండింగ్ లో విద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రేరిపించబడుతుంది. ప్రాథమిక మరియు గౌణ వైండింగులు విద్యుత్ పరంగా ఒకదానికొకటి వేరువేరుగా ఉన్ననూ, అయస్కాంత పరంగా ఒకదానికొకటి సంధానం చెంది ఉంటాయి.

ప్రాథమిక వైండింగ్ నుండి గౌణ వైండింగ్ కు విద్యుచ్ఛక్తి (లేదా పవర్) ని బదిలీ చేసే పరికరాన్ని పరివర్తకం అంటారు. ప్రాథమిక వైండింగ్ మారుతున్న విద్యుచ్ఛక్తిని, అయస్కాంత శక్తిగా మారుస్తుంది. గౌణ వైండింగ్ అయస్కాంత శక్తిని మరలా విద్యుచ్ఛక్తిగా మారుస్తుంది.

ఒక ఆదర్శ పరివర్తకం కింది విధంగా ఉంటుంది.

- ప్రాథమిక, గౌణ తీగచుట్టల నిరోధం శూన్యం
- ఒకే అయస్కాంత అభివాహం ప్రాథమిక, గౌణ తీగచుట్టల ప్రతీ చుట్టలోను ఉండే విధంగా స్యందన అభివాహం (fluxleakage) ఉండదు.
- కోర్ శక్తి నష్టం ఉండదు.

పటం 19.30 ఒక విలక్షణ పరివర్తకం ఆకృతిని చూపిస్తుంది. కోర్ (పరివర్తకం) మీద చుట్టబడిన రెండు తీగచుట్టల (ప్రాథమిక మరియు గౌణ) ను కలిగి ఉంటుంది. ఘనకోర్‌కు బదులుగా లామినేట్ చేసిన ఒంటరి ఫలకంతో చేసిన ఇనుపరింగు చుట్టూ బంధక రాగి తీగతో చుట్టి తీగ చుట్టలను తయారుచేస్తారు. లామినేషన్ చేయడం ద్వారా ఇనుములోని ఎడ్డీప్రవాహాలను కనిష్టం చేయవచ్చు. లామినేట్ చేసిన మెత్తని ఇనుమును కోర్‌గా వాడడం ద్వారా మరియు హెచ్చు వాహకత్వం గల మందమైన తీగలను ప్రాథమిక మరియు గౌణ వైండింగులలో వాడడం ద్వారా పరివర్తకంలో శక్తినష్టాన్ని తగ్గించవచ్చు.



పటం 19.30 : పరివర్తకం పటం

పరివర్తకం పనిచేసే విధానంను కింది రెండు సందర్భాలలో చర్చిద్దాం.

(a) తెరచిఉంచిన గౌణ వలయం : ప్రాథమిక తీగచుట్ట లో విద్యుత్ ప్రవాహం కోర్ ద్వారా అయస్కాంత అభివాహాన్ని $\frac{d\phi}{dt}$ రేటుతో మారుస్తుందనుకుందాం. N_P చుట్లుగల ప్రాథమిక తీగచుట్ట విద్యుచ్ఛాలక బలం (తిరో)

$$E_p = -N_p \frac{d\phi}{dt}$$

N_S చుట్లు గల గౌణ తీగచుట్టలో ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం

$$E_s = -N_s \frac{d\phi}{dt}$$

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} \qquad \text{.... (19.36)}$$

(b) తెరచి ఉంచని గౌణవలయం : గౌణ విద్యుత్ ప్రవాహం I_S, ప్రాథమిక విద్యుత్ ప్రవాహం I_P ఉండే విధంగా లోడ్ నిరోధం R_L ను గౌణ తీగ చుట్టకు కలిపామనుకుందాం. వ్యవస్థ నుండి శక్తి నష్టం లేనపుడు

నివేశ సామర్థ్యం = నిర్గమ సామర్థ్యం

$$E_p I_p = E_s I_s$$

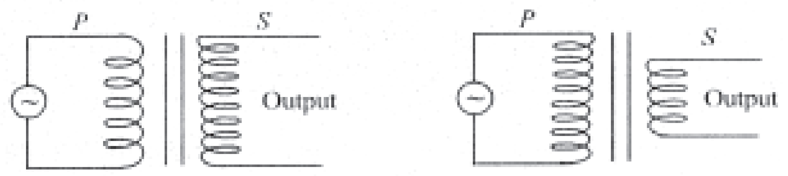
$$\frac{I_p}{I_S} = \frac{E_S}{E_P} = \frac{N_p}{NS} = K \qquad .... (19.37)$$

అంటే ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం, అనువర్తిత విద్యుచ్ఛాలక బలంకు K రెట్లు ఉంటే, ప్రేరిత విద్యుత్ ప్రవాహం, మూల విద్యుత్ ప్రవాహానికి $\frac{1}{K}$ రెట్లు ఉంటుంది. ఇంకొక విధంగా చెప్పాలంటే వోల్టేజి లో ఎంత వృద్ధి ఉంటే విద్యుత్ ప్రవాహంలో అంత క్షీణత ఉంటుంది.

19.5.1 పరివర్తకాలలో రకాలు

ప్రాథమికంగా పరివర్తకాలు రెండురకాలు

1. **ఆరోహణ పరవర్తకం:** (Step up transformer) గౌణ వైండింగ్ లో వోల్టేజిని పెంచుతుంది. (విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని తగ్గిస్తుంది.) ఈ పరివర్తకాలలో (పటం 19.31a) గౌణ వైండింగ్ లో చుట్ల సంఖ్య, ప్రాథమికవైండింగ్ లో కన్నా ఎక్కువగా ఉంటాయి.



నిర్గమ నిర్గమ

(a) (b)

పటం 19.31 : ఇనుప కోర్ గల (a) ఆరోహణ (b) అవరోహణ పరివర్తకాలు

(ii) అవరోహణ పరివర్తకం, గౌణ వైండింగ్ లో వోల్టేజిని తగ్గిస్తుంది. (ప్రవాహాన్ని పెంచుతుంది.) ఈ పరివర్తకాలలో (పటం 19.31(b)) గౌణ వైండింగ్ లోని చుట్ల సంఖ్య, ప్రాథమిక వైండింగ్ లోని చుట్ల సంఖ్య కన్నా తక్కువ.

19.5.2 పరివర్తకం దక్షత

పరివర్తకాల సిద్ధాంతం గురించి చర్చించినపుడు మనం పవర్ నష్టం లేని ఆదర్శపరివర్తకం ను తీసుకున్నాము. నిజానికి కొంతశక్తి ఎల్లప్పుడూ, కోర్ మరియు పరివర్తకం చుట్ల లో ఉష్ణంగా మార్చబడుతుంది. దీని ఫలితంగా గౌణ తీగచుట్ట వద్ద విద్యుత్‌శక్తి, నివేశ విద్యుచ్ఛక్తి కన్నా తక్కువగా ఉంటుంది. పరివర్తకం దక్షత.

$$\eta = \frac{\text{నిర్గమ విద్యుచ్ఛక్తి}}{\text{నివేశ విద్యుచ్ఛక్తి}} \times 100$$

$$= \frac{\text{నిర్గమ విద్యుత్ సామర్థ్యం}}{\text{నివేశ విద్యుత్ సామర్థ్యం}} \times 100$$

పరివర్తకం దక్షత 100% కన్నా తక్కువ.

పరివర్తకాలలో శక్తి నష్టాలు ఈ కింది రకాలుగా జరుగుతుంది.

(a) రాగి తీగచుట్లలో నిరోధక ఉష్ణం – రాగి నష్టం

(c) ఇనుపకోర్ వేడెక్కడం ద్వారా ఆవర్త ప్రవాహం (ఎడ్డే కరెంట్) నష్టాలు

(b) పునరావృత్తమయ్యే అయస్కాంతీకరణ ఉత్క్రమం వల్ల కోర్ వేడక్కడం వల్ల జరిగే నష్టం – శైథిల్యంనష్టం (hysteresis loss)

(d) కోర్ నుండి స్యందన అభివాహం (Flux leakage)

ac లేదా dc జనరేటర్ల నుపయోగించి విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పాదించవచ్చునని మీరు నేర్చుకున్నారు. దుకాణాలలో, కార్యాలయాల్లో, సినిమా హాళ్ళలో చిన్న జనరేటర్లను చూసే ఉంటారు. వాణిజ్య పరంగా ఉపయోగించే జనరేటర్లు మిలియన్ వాట్ ల సామర్థ్యం, 15 KV (కిలో వోల్టు) ను ఉత్పత్తి చేస్తాయి. ఈ జనరేటింగ్ ప్లాంటు మీ పట్టణం నుండి వందల కిలో మీటర్ల దూరంలో ఉంటాయి. రోటార్ లను త్రిప్పడానికి పెద్ద మొత్తంలో యాంత్రిక సామర్థ్యం (గతిజ శక్తి) అవసరమవుతుంది. అతిపెద్ద తీగచుట్లలో ఈ రోటర్ అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. ఈ రోటర్లు, టర్బైన్ ద్వారా త్రిప్పబడతాయి. ఈ టర్బైన్ లను వేరు వేరు రకాల శక్తి జనకాల నుండి వచ్చే శక్తితో నడుపుతారు. శక్తి నష్టాన్ని తగ్గించడానికి సామర్థ్యాన్ని తక్కువ విలువ గల ప్రవాహం వద్ద ప్రసార తీగలలోప్రసారం చేస్తారు. దీని కొరకు కంపెనీలు పరివర్తకాల నుపయోగించి వోల్టేజిని ఆరోహణం చేస్తాయి. పవర్ ప్లాంటు వద్ద పొటెన్షియల్ తేడాను 330kv వరకు పెంచుతారు. దీనితోపాటు తక్కువ విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంటుంది. వినయోగ దారుని చేరే ప్రసార తీగల చివర అవరోహణ పరివర్తకం నుపయోగించి పొటెన్షియల్ తేడాను తగ్గిస్తారు.

హెచ్చు పొటెన్షియల్ భేదంతో, దూర ప్రాంతాలకు విద్యుత్ శక్తిని పంపినపుడు విద్యుత్ ప్రవాహం విలువను ఎలా తగ్గిస్తుందో తెలుసుకోవాలనుకుంటున్నారా? దీనిని చిన్న ఉదాహరణ ద్వారా వివరిద్దాం. మొత్తం నిరోధం R గల ప్రసార తీగల ద్వారా V పొటెన్షియల్ తేడా వద్ద P విద్యుత్ ను ప్రసారం చేయాలనుకుందాం. తీగలలో ప్రవాహం $I = \frac{P}{V}$, విద్యుత్ నష్టం $I^2R = \frac{P^2R}{V^2}$ దీని నుండి V ఎక్కువైనపుడు నష్టం తక్కువని తెలుస్తుంది. నిజానికి V రెండింతలైతే నష్టం నాల్గోవంతు తగ్గుతుంది.

హెచ్చు పొటెన్షియల్ వద్ద మితవ్యయంతో విద్యుత్ ను ప్రసారం చేయవచ్చు. కాని ఇది విద్యుత్బంధన సమస్యను సృష్టిస్తుంది. మరియు నిర్మాణ ఖర్చుని పెంచుతుంది. 400 KV సూపర్ గ్రేడ్ లో సాధారణంగా 2500A విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంటుంది మరియు కిలోమీటర్ కేబుల్ కు సుమారు 200 KW ల శక్తి నష్టం ఉంటుంది. అంటే కిలోమీటర్

కు 0.02% (శాతం) నష్టం. పరివర్తకాలలోని సమర్థత, సౌలభ్యంతో ఏకాంతర పొటెన్షియల్ తేడాలను ఆరోహణ, అవరోహణ చెందించగలం. dc జనరేటర్ల కన్నా ఏకాంతరకాలు హెచ్చు పొటెన్షియల్ తేడాను ఏర్పరచగలవు.(ac లో 25 KV తో పోల్చిన dc లో కొన్ని వందల వోల్టులు మాత్రమే) అందువల్లనే అనేక సందర్భాలలో ఏకాంతర పొటెన్షియల్ కన్నా ఏకముఖ పొటెన్షియల్‌ను వాడతారు. అయినా కూడా తక్కువ సమర్దత, విద్యుత్ చౌర్యంల వల్ల ఏటా సుమారు 50,000/ – కోట్లు నష్టపోతున్నాం.

ఉదాహరణ 19.7 : 1880 Wలు ప్రాథమిక సామర్థ్యం, 1730W గౌణ సామర్థ్యాన్ని కలుగజేసినపుడు పరివర్తకం సామర్థ్యాన్ని కనుక్కోండి.

సాధన : $P_{ప్రాథమిక}$ = 1880 W, $P_{గౌణ}$ = 1730W గా ఇచ్చారు.

$$దక్షత = \frac{P_{గౌణ}}{P_{ప్రాథమిక}} \times 100$$

$$= \frac{1730\ W}{1800\ W} \times 100 = 92\%.$$

పరివర్తకం 92% దక్షతను కలిగి ఉంది.

ఉదాహరణకు 19.8: ఒక పరివర్తకం ప్రాథమిక వైండింగ్ లో 100 చుట్లు, గౌణ వైండింగ్‌లో 500 చుట్లు కలిగి ఉంది. ప్రాథమిక వోల్టేజ్ మరియు ప్రవాహం లు వరుసగా 120V మరియు 3A. గౌణవోల్టేజ్ మరియు ప్రవాహం లు ఎంత?

సాధన : N_1 = 100, N_2 = 500 చుట్లు V_1 = 120 V, I_1 = 3A

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} \times V_1$$

$$= \frac{500\ చుట్లు}{100\ చుట్లు} \times 120\ A = 600\ V$$

$$I_2 = \frac{N_1}{N_2} \times I_1$$

$$= \frac{100\ చుట్లు}{500\ చుట్లు} \times 3A = 0.6\ A$$

పాఠంలోని ప్రశ్నలు 19.10

1. dc తో పరివర్తకం పనిచేస్తుందా? మీ సమాధానాన్ని సమర్థించండి.

....

2. ఆరోహణ పరివర్తకం గౌణ తీగచుట్టలో ప్రాథమిక తీగచుట్టలో కన్నా ఎక్కువ చుట్లు ఎందుకుంటాయి.

....

3. పరివర్తకంలో గౌణ, ప్రాథమిక ప్రవాహాల నిష్పత్తి, గౌణ ప్రాథమిక వోల్టేజి నిష్పత్తి తో సమానంగా ఉంటుందా?

....

4. బొమ్మ రైలు ను పనిచేయించడానికి పవర్ కొరకు చాలాసార్లు పరివర్తకం ను ఉపయోగిస్తారు. అది ఆరోహణ పరివర్తకమా లేక అవరోహణ పరివర్తకమా?

....

మీరు ఏం నేర్చుకున్నారు

- తీగచుట్ట తలంలో ఉన్న అయస్కాంత అభివాహం మారినపుడు తీగచుట్టలో ప్రవాహం ప్రేరేపితమవుతుంది. ఈ దృగ్విషయాన్ని విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ అంటారు.
- పరిపథంలో ప్రేరణ విద్యుచ్ఛాలక బలం ను పారడే నియమం ఇస్తుంది.

$$e = \frac{d\phi_B}{dt}$$

ఇక్కడ ϕ_B పరిపథంలో ఉన్న అయస్కాంత అభివాహం

- లెంజ్ నియమం ప్రకారం, ప్రేరణ విద్యుచ్ఛాలక బలం దాని ఉత్పత్తికి కారణమైనదానిని వ్యతిరేకిస్తుంది.
- తీగచుట్టలో ప్రవాహం మారినపుడు, దాని గుండా స్వయం ప్రేరణ విద్యుచ్ఛాలక బలం ఏర్పడుతుంది.
- A మధ్యచ్ఛేద వైశాల్యం, N చుట్లు, L పొడవు గల గట్టిగా చుట్టబడిన పొడవైన సోలినాయిడ్ స్వయం ప్రేరణ.

$$L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$$

- LR వలయంలో ప్రవాహం గరిష్ట విలువను చేరుకోవడానికి కొంత సమయాన్ని తీసుకుంటుంది.
- ఒకదానికొకటి సమీపంలో ఉన్న రెండు తీగచుట్టలలో మారుతున్న విద్యుత్ ప్రవాహం వల్ల అవి పరస్పరం విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని ప్రేరేపించుకుంటాయి.
- LC వలయంలో కెపాసిటర్ మీద ఆవేశం, వలయంలోని ప్రవాహం ω_0 కోణీయ పౌనఃపున్యంతో సైను సోయిడల్ గా కంపిస్తాయి.

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

- వలయంలో జనకం వద్ద వోల్టేజి $V = V_m \cos \omega t$, ప్రవాహం $I = I_m \cos(\omega t + \phi)$
- శుద్ధ నిరోధక ac ప్రవాహంలో వోల్టేజి, ప్రవాహం ఒకే దశ లో ఉంటాయి.

అటువంటి వలయంలో సరాసరి సామర్థ్యం $P_{avg} = \frac{I_m^2 R}{2}$

- శుద్ధ కెపాసిటర్ ac వలయంలో ప్రవాహం, వోల్టేజీకన్నా 90^0 ముందుంటుంది. అటువంటి వలయంలో సరాసరి సామర్థ్యం సున్న.
- శుద్ధ ప్రేరక ac వలయంలో ప్రవాహం, వోల్టేజి కంటే 90^0 వెనుకబడి ఉంటుంది.
- LCR శ్రేణీ వలయంలో $I_m = \frac{V_m}{Z} = \frac{V_m}{[R^2 + (X_L - X_C)^2]^{1/2}}$

  ఇక్కడ Z వలయం మొక్క ప్రేరకం $Z = [R^2 + (X_L - X_C)^2]^{1/2}$
- $X_L - X_C = 0$ కు ac వలయం, శుద్ధనిరోధకం మరియు గరిష్ట ప్రవాహం $I_m = \frac{V_m}{R}$. $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ వద్ద వలయం అనునాదంలో ఉంది అంటారు.
- సరాసరి సామర్థ్యం $P_{avg} = V_{rms} \cdot I_{rms} = I_{rms}^2 R$
- జనరేటర్, యాంత్రికశక్తిని, విద్యుత్ శక్తిగా మారుస్తుంది. ఇది విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ సూత్రం మీద పనిచేస్తుంది.
- హెచ్చు ఏకాంతర వోల్టేజిని, తక్కువ ఏకాంతర వోల్టేజి లేదా విపర్యయంగా మార్చే స్థైతిక విద్యుత్ పరికరం పరివర్తకం.
- పరివర్తకాలు రెండు రకాలు. ఆరోహణ : వోల్టేజీని పెంచుటకు, అవరోహణ : వోల్టేజిని తగ్గించుటకు
- గౌణ, ప్రాథమిక వోల్టేజి నిష్పత్తి, గౌణ, ప్రాథమిక చుట్ల నిష్పత్తికి సమానం.

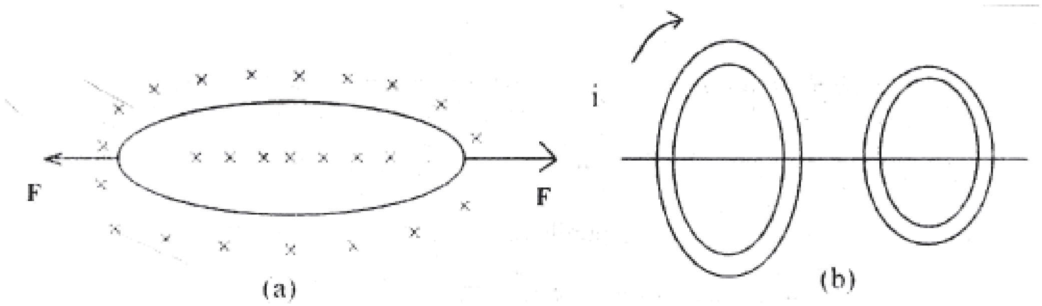
$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

- పరివర్తకాలలో శక్తినష్టం ముఖ్యంగా వైండింగ్స్ వేడెక్కడం వల్ల, ఎడ్డీ కరెంటుల వల్ల జరుగుతుంది.
- పవర్ స్టేషన్ నుండి మన ఇళ్ళకు విద్యుత్ సరఫరాకు పరివర్తకాలను, సరఫరా తీగలను ఉపయోగిస్తారు.

ముగింపు అభ్యాసం

1. 250 చుట్లు గల ప్రతీ పరిపథం తల వైశాల్యం $S = 9.0 \times 10^{-2}\ m^2$ (a) ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం7.5v అయితే తీగచుట్టలోని ప్రతీ చుట్టలో ఉన్న అభివాహంలోని మార్పురేటు ఎంత? (b) తీగచుట్ట అక్షం నుండి 45^0 వద్ద ఉన్న ఏకరీతి అయస్కాంత క్షేత్రం వల్ల అభివాహం ఏర్పడితే ఆ విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని ప్రేరేపించే క్షేత్రం మార్పు రేటు ను గణించండి.
2. (a) పటం 19.32 లో F తో సూచించిన బలాలతో లాగడం ద్వారా పరిపథం వైశాల్యాన్ని తగ్గించినపుడు పరిపథంలో ప్రేరితమయ్యే విద్యుత్ దిశ ఏమిటి. B కాగితం లోపలికి ఉంటూ దానికి లంబంగా ఉంటుంది.

(b) పటంలో చూపించని బ్యాటరీ వల్ల ఎడమవైపు నుండి చూసినపుడు ఆకస్మాత్తుగా పెద్ద పరిపథంలో సవ్యదిశలో ప్రవాహం ఏర్పడినపుడు చిన్న పరిపథంలో ప్రేరితమైన విద్యుత్ దిశ ఏమిటి?



పటం 19.32

3. (a) సోలినాయిడ్ లో చుట్ల సంఖ్యను రెండింతలు చేసినపుడు స్వయం ప్రేరణ ఎంత పరిమాణం లో మారుతుంది.

   (b) స్పార్క్‌ప్లగ్‌లో హెచ్చు వోల్టేజిని ప్రయోగించి ప్లగ్ లోని రెండు వాహకాల మధ్య స్పార్క్‌ను కలుగజేసినపుడు వాహనంలోని పెట్రోల్ మండుతుంది. ఒక దానిపై ఒకటి ఉంచి గట్టిగా చుట్టబడిన రెండు తీగ చుట్టల అమరిక హెచ్చు వోల్టేజిని ఇస్తుంది. వాహనం లోని బ్యాటరీ నుండి విద్యుత్ ప్రవాహం తక్కువ చుట్లు ఉన్న తీగ చుట్ట నుండి ప్రవహిస్తుంది. స్విచ్ నుపయోగించి ఈ ప్రవాహానికి ఆవర్తకంగా అవరోధం కల్పించారు. ప్రవాహంలో ఆకస్మాత్తుగా జరిగే ఈ మార్పుల వల్ల ఎక్కువ చుట్లు గల తీగచుట్టలో అధిక విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని ప్రేరేపిస్తుంది. ఈ విద్యుచ్ఛాలక బలమే స్పార్క్‌ను నడిపిస్తుంది. ఒక విలక్షణ ఇగ్నిషన్ తీగచుట్ట 3.0 A విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని తీసుకొని, 24KV విద్యుత్‌చ్ఛాలక బలాన్ని స్పార్క్ ప్లగ్‌ను సరఫరా చేస్తుంది. ఈ తీగ చుట్టలో ప్రతి 0.1ms కొకసారి ప్రవాహానికి అవరోధాన్ని కల్పించిన ఇగ్నిషన్ తీగ చుట్టలో స్వయం ప్రేరణను కనుగొనండి.

4. (a) ac వలయం rms విలువ ఎందుకు ఎల్లప్పుడూ శిఖర విలువ కన్నా తక్కువగా ఉంటుంది.

   (b) ac వలయానికి కలపబడిన 2μF కెపాసిటర్ లోని ప్రవాహం

   $$I = -4.71 \sin 377t \, \mu A$$

   కెపాసిటర్ వద్ద గరిష్ట వోల్టేజీని గణించండి.

5. (a) (i) 25Hz (ii) 50Hz ల వద్ద C = 2μF కు కెపాసిటివ్ నిరోధకాన్ని, L = 2 mH కు ప్రేరక నిరోధకాన్ని కనుక్కోండి.

   (b) 5v (rms) 100 mHz జనరేటర్ కు 20 μH ప్రేరకాన్ని కలిపిన గరిష్ట మరియు rms ప్రవాహాలను గణించండి.

6. R = 580 Ω , L = 31 mH, C = 47μF లు గల ఒక LCR శ్రేణీ వలయం ac జనకంతో నడపబడుతుంది. జనకం, కంపనపరిమితి 65 V, కోణీయ పౌనఃపున్యం 33 krad/sec.

   (a) కెపాసిటర్ ప్రతినిరోదాన్ని, (b) ప్రేరక ప్రతినిరోదాన్ని

(c) వలయం ప్రేరణ (d) జనకం, ప్రవాహంల వద్ద వోల్టేజీల మధ్య దశాభేదాన్ని

(e) ప్రవాహం కంపన పరిమితిలను నిర్ధారించండి. ప్రవాహం, జనకం వద్ద వోల్టేజికి ముందుంటుందా లేకా వెనుకకు ఉంటుందా?

7. విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ అంటే ఏమిటి? విద్యుదయస్కాంత ఫారడే నియమాలను వివరించండి.

8. లెంజ్ నియమాన్ని తెల్పండి. లెంజ్ నియమం,శక్తినిత్యత్వ నియమం పరిణామమని చూపించండి.

9. స్వయం ప్రేరణ అనగానేమి. స్వయం ప్రేరణభౌతిక ప్రాముఖ్యతను వివరించండి.

10. స్వయం ప్రేరణ, అనోన్య ప్రేరణల మధ్య భేదాన్ని తెలపండి . ఏ విషయాలమీద అవి ఆధారపడతాయి.

11. 9×10^{-2} S లో ప్రవాహం 10A నుండి 7A వరకు మారే 10H ప్రేరకంలో ఎంత విద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రేరితమవుతుంది.

12. పెరుగుతున్న పౌనఃపున్యం తో ప్రేరకం ప్రతినిరోధం పెరుగుతుంటే, పెరుగుతున్న పౌనఃపున్యం తో కెపాసిటర్ ప్రతినిరోధం ఎందుకు తగ్గుతుంది.

13. LCR శ్రేణీ వలయం ప్రేరకం ఎంత? ఏకాంతర LCR వలయంలో దుర్వయమైన సామర్థ్యంకు సమీకరణం ను ఉత్పాదించండి.

14. జనరేటర్ పౌనఃపున్యం 60Hz నుండి 120Hz కు పెరిగిందనుకుందాం. నిర్గమ వోల్టేజీ మీద దీని ప్రభావమేమి?

15. మోటార్ మరియు జనరేటరు వ్యతిరేక ప్రక్రియలు చేస్తాయి. అయినా మోటార్ ఒకేసారి జనరేటర్గా, మోటార్గా పనిచేస్తుందని ఎవరైనా అంటే అది నిజమా?

16. A.C జనరేటర్ మరియు పరివర్తకం ప్రాథమిక వైండింగ్స్కు, బల్బు ను శ్రేణి లో కలిపినపుడు తక్కువ కాంతితో వెలుగుతుంది. కాని పరివర్తకం గౌణ తీగచుట్ట చివరలను నిరోధకం లాంటిలోడ్కు కలిపినపుడు బల్బు ప్రకాశవంతమవుతుంది. ఎందుకు?

17. బ్యాటరీ చివరలు పరివర్తకం ప్రాథమిక వైండింగుకు కలిపితే, గౌణ వైండింగు వద్ద నిలకడ పొటెన్షియల్ భేదం ఎందుకు కనిపించదు.

18. ఒక విలక్షణ రంగుల దూరదర్శిని(TV) యొక్క పిక్చర్ ట్యూబ్కు 15,000 V A.C విద్యుత్ అవసరమవుతుంది. గృహావసరాలకు సరఫరా అయ్యే 230 V పొటెన్షియల్ భేదాన్ని ఉపయోగించి పై పొటెన్షియల్ భేదాన్ని ఎలా ఏర్పరచగలరు?

19. ఇనుప కోర్ లేకుండా రెండు తీగచుట్టలు పరివర్తకంగా పనిచేస్తాయా? అలా చేస్తే డబ్బు ఆదా కొరకు కోర్ను ఎందుకు తొలగించట్లేదు.

20. ac జనకం 10V నిర్గమ విద్యుచ్ఛక్తిని కలిగి ఉంది. ఒక ప్రత్యేక వలయంకు 2V A.C నివేశ విద్యుచ్ఛక్తి అవసరపడుతుంది. దీనిని ఎలా పొందగలవు? వివరించు?

21. ఒక వ్యక్తి వద్ద ఉన్న ఒంటి పరివర్తకం ఒక కోర్ భాగంలో 50 చుట్లు, వేరొక కోర్ లో 500 చుట్లు ఉన్నాయి. ఇది ఆరోహణ లేదా అవరోహణ పరివర్తకమా? వివరించండి.

22. కొన్ని పరివర్తకాల గౌణ వలయాలకు వేరు వేరు చివరలు లేదా ట్యాప్ లుంటాయి. వేరు వేరు ట్యాపులకు అనుసంధానించడం ద్వారా వలయంలో ఉండే గౌణ చుట్ల సంఖ్యను మార్చుకోవడం ద్వారా వేరు వేరు ఫలితాలను పొందవచ్చు. దీని వల్ల కలిగే ప్రయోజనమేమిటి?

23. వెల్డింగ్ యంత్రం లో ఉన్న పరివర్తకం 400 A ను ఇచ్చే 240 V ల పొటెన్షియల్ భేదం నుండి 3A ప్రవాహం ను తీసుకుంటుంది. పరివర్తకం గౌణ తీగచుట్ట వద్ద పొటెన్షియల్ భేదం ఎంత?

24. 240V , 400 W కలిగిన విద్యుత్ మిక్సర్, పరివర్తకంద్వారా 120 V పవర్ లైనుకు కలిపారు. పరివర్తకంలోని చుట్లనిష్పత్తి ఎంత? పవరలైను నుండి ఎంతవిద్యుత్ ప్రవాహం లాగబడింది.

25. 125 చుట్లు గల ఆరోహణ పరివర్తకం ప్రాథమిక తీగచుట్టను $125V_{ac}$ ఇంటి లైటింగ్ వలయంకు కలిపారు. గౌణ చుట్ట 15,000 వోల్టు ను విడుదలచేస్తే అది ఎన్ని చుట్లను కలిగి ఉంది.

26. అవరోహణ పరివర్తకం గౌణ తీగచుట్ట 25 చుట్లను కలిగి ఉంది. దాని ప్రాథమిక తీగచుట్టను 220 V_{ac} కు కలిపారు. నిర్గమ చివరల వద్ద 2.5 వోల్టు గౌణ తీగ చుట్ట విడుదల చెయ్యాలంటే ప్రాథమిక తీగచుట్ట ఎన్ని చుట్లను కలిగి ఉండాలి.

27. 600 చుట్లను కలిగిన పరివర్తకం ప్రాథమికతీగచుట్ట ను120 V_{ac} లైనుకు కలిపారు. గౌణ తీగ చుట్ట దాని చివరల వద్ద 5 వోల్టు లు సరఫరా మరియు విద్యుత్ ప్రవాహం 3.5A ఉండాలంటే గౌణ చుట్లలోని చుట్ల సంఖ్యను ప్రాథమిక తీగచుట్టలోవిద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కనుక్కోండి.

28. 325 చుట్లు గల ఆరోహణ పరివర్తకం ను 220 V_{ac} లైనుకు కలిపారు.గౌణ తీగ చుట్ట దాని చివరల వద్ద 10,000 వోల్టు మరియు 40mA విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని విడుదల చేస్తే

(a) గౌణ తీగ చుట్టలో ఉన్న చుట్లు ఎన్ని

(b) ప్రాథమిక తీగ చుట్టలో ఉన్న విద్యుత్ ప్రవాహం ఎంత?

(c) విద్యుత్ లైను నుండి ఎంత పవర్ను తీసుకుంటుంది.

పాఠంలోని ప్రశ్నలకు సమాధానాలు

19.1.

1. $N = 1000$, $r = 5 \times 10^{-2}$ m మరియు $B_1 = 10$ T, $B_2 = 0$ T.

(a) t = 1 s కు

$$|e| = N\frac{(B_2 - B_1)}{t}\pi r^2$$

$$= 10^3 \times \frac{10 \times \pi \times 25 \times 10^{-3}}{1}$$

$$= 25\,\pi V$$

$$= 25 \times 3.14 = 78.50 \text{ V}$$

(b) t = 1 ms కు

$$|e| = \frac{10^3 \times 10 \times \pi \times 25 \times 10^{-4}}{10^{-3}}$$

$$= 78.5 \times 10^3 \text{ V}$$

2. $\varphi = A + Dt^2$, కనుక $e_1 = \frac{d\varphi}{dt} = 2\,dt$

$$e = N\,e_1 = 2N\,D\,t$$

$$= 2 \times 250 \times 15t = 7500\,t$$

$t = 0$ కు $e_1 = 0$, అపుడు $e = 0$ V

$t = 35$ కు $e = 22500$V

3. $\phi = \mathbf{B.S} = BS\cos\theta$

$$|e| = N\frac{d\phi}{dt}$$

$$|e| = \left|NS\frac{dB}{dt}\cos\theta\right| \qquad \therefore\ \theta \text{ స్థిరాంకం}$$

(a) $|e|$ గరిష్టం

cos θ = 1 అయినపుడు, θ = 1 అంటే తీగచుట్టు క్షేత్రానికి లంబంగా ఉంటుంది.

(b) $|e|$ కనిష్టం

$\theta = 90^0$ అయినపుడు అంటే తీగచుట్ట తలం క్షేత్రానికి సమాంతరంగా ఉంటుంది.

19.2

1. తీగచుట్టను అయస్కాంతం వైపు నుండి చూసినపుడు A మరియు B లలో అపసవ్యదిశ ఉంటుంది.

2. ఒక్క పరిపథం E కు తప్ప అన్ని పరిపథాలలో అయస్కాంత అభివాహం మారుతుంది. వాటిలో ప్రతీ ఒక్క దానికి

ప్రేరిత విద్యుచ్ఛాలక బలం అపసవ్యదిశలో ఉంటుంది.

3. అవును రింగులో ప్రేరిత విద్యుత్ ప్రవాహం ఉంటుంది. రింగులో ప్రవహిస్తున్న విద్యుత్ ప్రవాహం కారణంగాఏర్పడే వికర్షణ బలం తో దండాయస్కాంతం పని చేస్తుంది.

19.3

1. $e = L\frac{dI}{dt} = \omega\frac{N^2A}{l}\frac{(I_2 - I_1)}{t}$

$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \pi \times 10^{-2} \times (2.5 - 0)}{1 \times 10^{-3}}$

$= 10^{-6}\,V$

2. రెండు సమాంతర తీగలలో విద్యుత్ వ్యతిరేకంగా ప్రవహిస్తుంది. స్వయం ప్రేరక ప్రవాహాలను వ్యతిరేకిస్తుంది. కనుక ప్రేరణ ప్రభావాన్ని కనిష్టం చేస్తుంది.

3. $3.5 \times 10^{-3} = 9.7 \times 10^{-3} \times \frac{dI}{dt}$

$= \frac{dI}{dt} = \frac{3.5}{9.7} = 0.36\ As^{-1}$

19.4

1. తిరో విద్యుచ్ఛాలక బలాన్ని ప్రేరేపించడం ద్వారా ప్రేరకం విద్యుత్ ప్రవాహ పెరుగుదలకు జడత్వాన్ని కలుగజేస్తుంది కనుక.

2. $2.2 \times 10^{-3} = \frac{L}{R}$

$= 2.2 \times 68 \times 10^{-3}\ H$

$= 150\ mH$

19.5

1. (a) i, పెరిగితే, మొదటి తీగ చుట్ట నుండి వచ్చే అభివాహం కూడా పెరుగుతుంది. అందువల్ల 0 నుండి చూసినపుడు సవ్యదిశలో ప్రవహిస్తున్న విద్యుత్ ప్రవాహం వల్ల రెండవ తీగచుట్టలోని ప్రేరిత ప్రవాహం అభివాహాన్ని వ్యతిరేకిస్తుంది. అందువల్ల B ధనాత్మకంగా, A రుణాత్మకంగా ఉంటుంది.

(b) i, తగ్గితే మొదటి తీగచుట్ట నుండి వచ్చే అభివాహం తగ్గుతుంది. దీనిని పెంచడానికి ప్రేరిత విద్యుత్, C ని ధన ప్రొటెన్షియల్ వద్ద, B ని రుణ ప్రొటెన్షియల్ వద్ద ఉంటేవిధంగా బయటి వైపుకు అపసవ్యదిశలో ప్రవహించాలి.

2. ఉండదు, స్వయంప్రేరణ తగ్గుతుంది. రెండు తీగ చుట్టలు ఒకదాని కొకటి లంబంగా ఉన్నప్పుడు, ఒక తీగ చుట్ట నుండి వేరొక తీగ చుట్టకు సంధాన అభివాహం కనీసం ఉంటుంది కనుక.

19.6

1. మన గృహావసరాల ఏకాంతర ప్రవాహం పౌనఃపున్యం 50Hz కనుక వాస్తవానికి జరుగుతుంది కాని మనం దానిని గుర్తించలేము. ఒక సెకనులో 15 సార్ల కన్నా ఎక్కువ మార్పులు చోటుచుసుకున్నపుడు మన కన్ను గుర్తించలేదు.

2. (i) $I_{rms} = \dfrac{E_{rms}}{R} = \dfrac{220V}{25\Omega} = 8.8A$

(ii) ప్రవాహం శిఖర విలువ = $I_{rms} = \sqrt{2}I_{rms} = 1.4\times 8.8 = 12.32$ A

తత్కాల ప్రవాహం = $I_0 \sin 2\pi\nu t$

$= 12.32 \sin 100\pi t$

(iii) పూర్ణాంక సంఖ్య ఆవర్తం ల లో సరాసరి ప్రవాహ విలువ శూన్యం.

3. ac ప్రవాహం సైనుసోయిడల్ గా మారుతుంది గనుక ఒక పూర్తి ఆవర్తం కు దాని సరాసరి విలువ శూన్యం కాని rms విలువ పరిమితం.

19.7

1. కెపాసిటివ్ ప్రతినిరోధం = $X_C = \dfrac{1}{2\pi\nu C}$, C పెరిగితే X_C తగ్గుతుంది, I పెరుగుతుంది.

2. ఆవేశిత కెపాసిటర్, డిస్చార్జ్ అవడానికి కొంత సమయం పడుతుంది. జనకం పౌనఃపున్యం పెరుగుతున్నందున కెపాసిటర్ పూర్తిగా డిస్చార్జ్ అవ్వడానికంటే ముందే అది ఆవేశిత మవడం మొదలవుతుంది. కనుక V_m స్థిరంగా ఉన్నా కూడా కెపాసిటర్ గరిష్ట ఆవేశం మరియు కెపాసిటర్ గుండా ప్రవహిస్తున్న విద్యుత్ యొక్క గరిష్ట విలువ పెరుగుతుంది.

3. కెపాసిటర్ అర్ధ ఆవర్తంలో ఆవేశిత మవుతున్నపుడు ఉన్న శక్తి, కెపాసిటర్ డిస్చార్జింగ్ అర్ధ ఆవర్తంలో రద్దు చేయబడుతుంది. దీని ఫలితంగా ఒక ఆవర్తంలో కెపాసిటర్‌లో ఉన్న శక్తి శూన్యం.

4. కెపాసిటర్ ప్రతినిరోధం $X_C = \dfrac{1}{2\pi\upsilon C}$, υ పెరిగితే X_C తగ్గుతుంది.

కెపాసిటర్ ఫలకలపై ఇప్పుడు ఎక్కువ ఆవేశం చేరుతుంది కనుక.

19.8

1. లెంజ్ నియమం ప్రకారం ప్రేరకం గుండా ac ప్రవహించినపుడు దానిలో తిరోవిద్యుచ్ఛాలక బలం ప్రేరితమవుతుంది.

   తిరోవిద్యుచ్ఛాలక బలం $e = -L\dfrac{dI}{dt}$

2. $I_{rms} = \dfrac{V_{rms}}{X_L}$ పౌనఃపున్యంపెరిగితే $X_L (= 2\pi\nu L)$ పెరుగుతుంది. అపుడు I_{rms} తగ్గుతుంది.

19.9

1. (i) ac జనరేటర్ లో స్లిప్ రింగులుంటే, dc జనరేటర్ లో స్ప్లిట్‌రింగు కామ్యుటేటర్ ఉంటుంది.

   (ii) ac జనరేటర్ ప్రవాహ వోల్టేజిని సైను సోయిడల్‌రూపంలో ఏర్పరిస్తే, dc జనరేటర్ ఒకే దిశలో ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఏర్పరుస్తుంది.

2. జనరేటర్ లోని ఆవశ్యక భాగాలు ఆర్మేచర్, క్షేత్ర అయస్కాంత, స్లిప్‌రింగులు, బ్రష్ లు.

3. కామ్యుటేటర్ ac తరంగరూపాన్ని, dc తరంగరూపంలోకి మారుస్తుంది.

4. కాంతి కొరకు సైకిల్‌కు అనుసంధానిస్తారు.

19.10

1. కాదు, పరివర్తకం, విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణసూత్రం మీద ఆధారపడి పనిచేస్తుంది కనుక. దీనికి కాలంతో మారే ప్రవాహం అవసరమవుతుంది.

2. ప్రాథమిక, గౌణ తీగచుట్టలలోని వోల్టేజి నిష్పత్తి, వాటి చుట్ల సంఖ్య నిష్పత్తికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

3. కాదు అవి ఒకదాని కొకటి విలోమంగా ఉంటాయి.

4. అవరోహణ పరివర్తకం

ముగింపు అభ్యాసంలోని లెక్కలకు సమాధానాలు

1. (a) $3\times10^{-2}\,W_bS^{-1}$ (b) $0.47\,TS^{-1}$

4. (b) $5\times10^{-2}\,V$

5. (a)(i) $\dfrac{1}{\pi}\times10^4\,\Omega$ (ii) $\dfrac{1}{2\pi}\times10^4\,\Omega$

   (b)(i) $0.1\pi\,\Omega$ (ii) $0.2\pi\,\Omega$

6. (a) $6.7\times10^{2}\,\Omega$ (b) $99\,\Omega$ (c) 813.9Ω

(d) $\simeq 4\,\text{rad}$ (e) 0.16 A (f) వెనుకబాటు ప్రవాహం

11. 333.3V

23. 1.8 A

24. $1:2, \frac{10}{3}\text{A}$

25. 8522 చుట్లు

26. 2200 చుట్లు

27. 25 చుట్లు, $\frac{1}{7}\text{A}$

28. (a) 1600 చుట్లు, (b) $\frac{20}{11}\text{A}$ (c) 400 W

SENIOR SECONDARY COURSE

భౌతికశాస్త్రం

విద్యార్థి యొక్క అసైన్‌మెంట్ - 5

గరిష్ఠ మార్కులు : 50 **సమయం : $1^1/_2$ గంటలు**

సూచనలు

- అన్ని ప్రశ్నలకు సమాధానాలను జవాబు పత్రంలో రాయము.
- క్రింద ఇవ్వబడిన సమాచారాన్ని మీ సమాధాన పత్రంలో ఇవ్వండి.
  - పేరు
  - ఎన్‌రోల్‌మెంట్ సంఖ్య
  - సబ్జక్ట్
  - అసైన్‌మెంట్ సంఖ్య
  - చిరునామా

- అభ్యాసాన్ని మీ అధ్యాపకునితో మూల్యాంకనం గావించుకొన్నచో, మీకు విషయం ఎంత వరకు బోధపడిందో తెలుస్తుంది.

మీ అసైన్‌మెంట్ పత్రాలను APOSS కు పంపకూడదు.

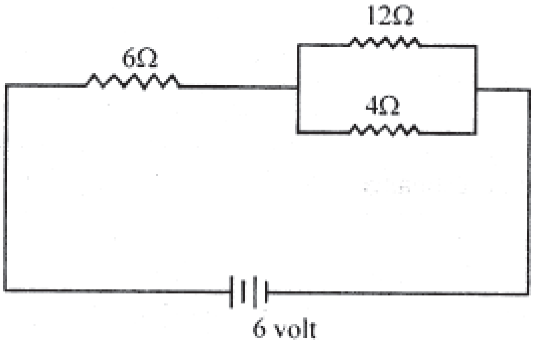
1. రెండు బిందు ఆవేశాలు 10 μC మరియు -5 μC కొంత దూరం వేరు చేయబడి X-అక్షం వెంబడి ఉన్నాయి. 10μC ఆవేశంపై X-అక్షం వెంబడి పనిచేసే స్థిర విద్యుత్ బలం 90 N అయితే -5 μC ఆవేశంపై పనిచేసే స్థిర విద్యుత్ బల పరిమాణం మరియు దిశ కనుక్కోండి. (1)
2. విద్యుత్ డైపోల్ నుండి ఎక్కువ దూరంగా ఉన్న బిందువుల వద్ద క్షేత్ర తీవ్రత దూరంతో ఏ విధంగా మారుతుంది. (1)
3. బిందు ఆవేశం చుట్టూ ఉన్న సమపొటెన్షియల్ తలం ఏ ఆకారంలో ఉంటుంది. (1)
4. ఒక రాగి తీగను దాని పొడవు రెట్టింపు అయ్యేటట్లుగా సాగదీశారు. తీగ నిరోధకత పైన దీని ప్రభావం ఎలా ఉంటుంది. (1)
5. ఒక కార్బన్ నిరోధకం విలువ $4752\ 47\Omega \pm 100\%$. నిరోధకం పై గల కలర్ బ్యాండ్‌ల క్రమాన్ని రాయండి.
6. అయస్కాంత మధ్య రేఖల వద్ద డిప్ కోణం యొక్క విలువ ఎంత? (1)
7. పరిశీలకుడి ముందు నిలువుగా ఉంచిన తీగలో విద్యుత్ పై దిశలో ప్రవహిస్తుంది. పరిశీలకుడి దృష్ట్యా తీగ వెనుకవైపు బిందువు వద్ద అయస్కాంత క్షేత్ర దిశను తెలపండి. (1)

8. LCR శ్రేణి వలయం యొక్క అనునాద పౌనఃపున్యం 1000 Hz. 1200 Hz పౌనఃపున్యం వద్ద వలయ స్వభావం ఏ విధంగా ఉంటుంది. (1)

9. శూన్యంలో 2 cm ఎడంగా రెండు బిందు ఆవేశాలు 10 μC మరియు $-10\ \mu$C ఉన్నాయి. ఈ ఆవేశాలను కలిపే రేఖ మధ్యలో విద్యుత్ క్షేత్ర తీవ్రతను లెక్కించండి. (1)

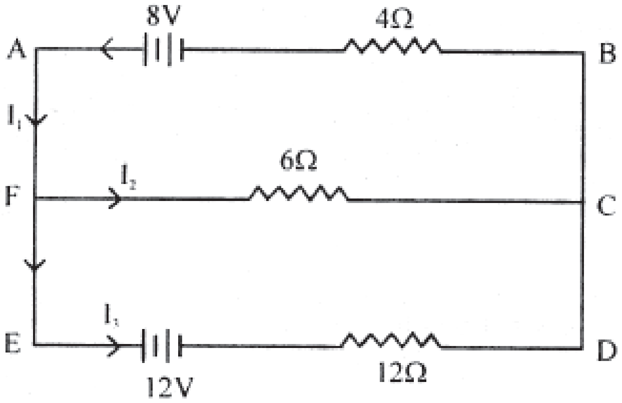
10. ఒక ఘటం విచాబ 2.0 వోల్టు మరియు అంతర్నిరోధం 4Ω ఘటం టెర్మినల్ పొటెన్షియల్ తేడాను లెక్కించండి. (1)

11. ఈ కింద చూపబడిన వలయంలో 6Ω నిరోధకంలో వినియోగింపబడిన సామర్థ్యంను లెక్కించండి. (2)



12. ఆరోహణ పరివర్తకం పనిచేసే విధానాన్ని దాని చుట్ల నిష్పత్తి ద్వారా వివరించండి. (3)

13. కిర్కాఫ్ నియమాలను నిర్వచించండి. వాటిని ఉపయోగించి కింద ఇవ్వబడిన వలయంలో I_1, I_2, I_3 విలువలను కనుక్కోండి. (4)



14. స్థిర విద్యుత్ శాస్త్రంలో గాస్ సిద్ధాంతాన్ని నిర్వచించండి. దీనిని అనువర్తించి దైర్ఘ్య ఆవేశ సాంద్రత λ కలిగిన తిన్నని ఆవేశిత తీగ వల్ల, తీగ నుండి γ దూరంలో ఉన్న బిందువు వద్ద ఏర్పడిన క్షేత్రాన్ని కనుక్కోండి.

15. (a) C_1, C_2 కెపాసిటెన్స్ గల రెండు కెపాసిటర్‌లను శ్రేణిలో కలిపినపుడు వాటి నికర కెపాసిటెన్స్ C అయితే $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ అని చూపండి.

(b) 12 μF కెపాసిటర్‌కు ఏ విలువ గల కెపాసిటర్‌ను శ్రేణిలో కలిపితే, నికర కెపాసిటెన్స్ 3 μF వస్తుంది.

16. బయట్-సవర్ట్ నియమాన్ని నిర్వచించండి. ప్రతీ చుట్టు R వ్యాసార్థం కలిగి, N చుట్లు గల వృత్తాకార చుట్టలో విద్యుత్ ప్రవాహం I ఉంది. బయట్ - సవర్ట్ నియమాన్ని ఉపయోగించి వృత్తాకార చుట్ట కేంద్రం వద్ద అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని కనుక్కోండి.

17. గెల్వనామీటరు తీగచుట్ట గుండా విద్యుత్ ప్రవాహం I పంపినపుడు దానిపై పనిచేసే టార్క్‌కు సమాసాన్ని రాబట్టండి. కదిలే తీగచుట్ట గెల్వనామీటర్‌లో రేడియల్ అయస్కాంత క్షేత్రం ఏ విధి నిర్వహిస్తుంది.

18. ఫారడే విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణ నియమాలను, లెంజ్ నియమాన్ని నిర్వచించండి. తగినంత విచాబ కలిగిన బ్యాటరీకి, బల్బుకు ఒక తీగచట్టను శ్రేణిలో కలిపారు. తీగచుట్టలో ఇనుప కడ్డీని దూర్చినప్పుడు, బల్బు నుండి వచ్చే కాంతి యొక్క ప్రకాశంకు ఏమవుతుంది.

19. రోధకం అనగా నేమి? స్థిరవిద్యుత్ క్షేత్రంలో అది ఏ విధంగా ప్రవర్తిస్తుంది. పలకల మధ్య గాలి నింపబడిన సమాంతర పలకల కెపాసిటర్ పలకల మధ్య రోధక పలకను ఉంచిన అది ఏ విధంగా కెపాసిటెన్స్‌ను పెంచగలదో తగిన పటములతో వివరించండి.

20. విచాబ $\varepsilon = 100 \sin(1000\, t)$ వోల్టు కలిగిన ac జనకంతో $L = 100$ mH, $C = 25\mu F$, $R = 80\ \Omega$ తో గల LCR శ్రేణి వలయంను ఉత్తేజితం చేశారు.

(ఎ) X_L, X_C, Z

(బి) వలయంలో rms విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని

(సి) వలయంలో వినియోగించబడిన సామర్థ్యం

(డి) అనునాద పౌనఃపున్యం

(ఇ) అనునాదం వద్ద వలయం యొక్క అవరోధంను (Impedence) కనుక్కోండి.

జవాబులు

1. +x అక్షం వెంబడి 90 N

2. $E \times \dfrac{1}{r^3}$

3. కేంద్రం వద్ద బిందు ఆవేశం కలిగి, గోళాకారంగా ఉంటుంది.

4. తీగ నిరోధకతలో మార్పు ఉండదు.

5. పసుపు పచ్చ (ఎల్లో) వైలెట్, (బ్లాక్) నలుపు, సిల్వర్ రంగు.

6. శూన్యం

7. పరిశీలకుడికి ఎడమవైపు

8. ఇండక్టివ్ (Inductive)

9. $1.8 \times 10^9 \text{ NC}^{-1}$

10. $V = \varepsilon - Ir,\ I = \dfrac{\varepsilon}{R + r}$ కాబట్టి V = 1.6 వోల్టు

11. వలయంలోని విద్యుత్ ప్రవాహం, $I = \dfrac{2}{3}$ ఆంపియర్ $P = I^2R = \left(\dfrac{2}{3}\right)^2 (6)$ వాట్ $= \dfrac{8}{3}$ వాట్

13. $I_1 = 0.5\text{ A},\ I_2 = 1.0\text{ A},\ I_3 = -0.5\text{A}$

14. $\varepsilon = \dfrac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 r}$

15. (b) 4 μF

20. (a) $X_L = 100\ \Omega,\ X_C = L_{10}\ \Omega,\ Z = 100\ \Omega$

(b) $I_{rms} = 0.707$ ఆంపియర్

(c) 40 W

(d) $\simeq 100$ Hz

(e) 80 Ω.