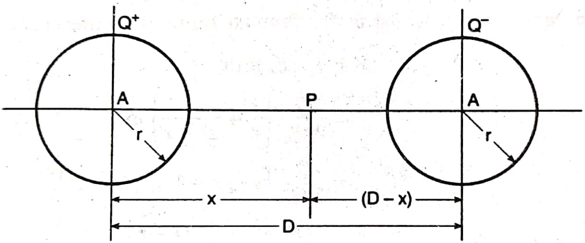
§ 2.14 एकल कला शिरोपरि संचरण लाइन की धारिता (Capacitance)

चित्र 2.6 में प्रदर्शित एक द्वितार एकल कला प्रत्यावर्ती धारा शिरोपरि संचरण लाइन



चित्र—2.6 एकल कला पाश चालकों के कारण धारिता

के A तथा B दो समान्तर चालक परस्पर एक-दूसरे से D मीटर की दूरी पर स्थित है और प्रत्येक चालक का अर्द्धव्यास r मीटर है। चित्र से स्पष्ट है कि चालक के अर्द्धव्यास r की अपेक्षा, इसके बीच की दूरी D अति अधिक है। इसलिये प्रत्येक चालक पर स्थिर वैद्युत आवेश (electrostatic charge) का पृष्ठ घनत्व (surface density) व्यावहारिक रूप में अन्य निकटतम चालकों से अप्रभावित रहता है और आवेशों को अक्षों पर केन्द्रित माना जा सकता है।

माना कि चालक A पर $+Q$ कूलॉम प्रति मीटर वैद्युत आवेश है; तब चालक B पर $-Q$ कूलॉम प्रति मीटर प्रेरित आवेश होगा।

पुनः माना कि चालक A से x मीटर की दूरी पर, B की ओर कोई एक बिन्दु P है तब बिन्दु P पर, चालक A के कारण, वैद्युत क्षेत्र तीव्रता (electric field intensity)

Scanned with CamScanner

$$F_A = \frac{Q}{2\pi\xi_0 x}$$ (A से B की दिशा में)

($\because \xi r = 1$ वायु के लिये)

बिन्दु P पर चालक के कारण, वैद्युत क्षेत्र तीव्रता (electric field intensity)

$$F_B = \frac{Q}{2\pi\xi_0 (D-x)}$$ (A से B की दिशा में)

इसलिये बिन्दु P पर परिणामी वैद्युत क्षेत्र तीव्रता (*e.f.i.*)

$$F_x = \left\{\frac{Q}{2\pi\xi_0 x} + \frac{Q}{2\pi\xi_0 (D-x)}\right\}$$

$$= \frac{Q}{2\pi\xi_0}\left\{\frac{1}{x} + \frac{1}{D-x}\right\}$$

चूँकि किन्हीं दो चालकों के वैद्युत विभवान्तर, इकाई कूलॉम के आवेश को स्थिर वैद्युत बल के विरोध में एक चालक से दूसरे चालक तक ले जाने में किये गये कार्य के बराबर होता है। इसलिये जब इकाई कूलॉम के आवेश को A तथा B चालकों के बीच dx मीटर की दूरी तक ले जाया जाये, तब वैद्युत विभवान्तर $V_x = F_x \times dx$ जूल होगा।

इस प्रकार A तथा B चालकों के बीच विभवान्तर (potential difference)

$$V = \int_r^{d-r} F_x \times dx$$

$$= \frac{Q}{2\pi\xi_0}\left\{\frac{1}{x} + \frac{1}{D-x}\right\} dx$$

$$= \frac{Q}{2\pi\xi_0}\left[\log_e x - \log_e (D-x)\right]_r^{d-r}$$

$$= \frac{Q}{2\pi\xi_0}\left[2 \cdot \log_e \frac{D-r}{r}\right]$$

$$= \frac{Q}{\pi\xi_0} \log_e \frac{D-r}{r}$$

A तथा B दोनों चालकों के बीच धारिता (capacitance)

$$C_{ab} = \frac{Q}{V}$$ फैरड/मीटर

$$= \frac{Q}{\frac{Q}{\pi\xi_0} \log_e \frac{D-r}{r}}$$

$$C_{ab} = \frac{\pi\xi_0}{\log_e \frac{D-r}{r}}$$ ... सूत्र

Scanned with CamScanner

प्रायः D की अपेक्षा r अति कम होता है; इसलिये $(D - r)$ के स्थान पर केवल D लेने पर उपरोक्त धारिता (capacitance)

$$C_{ab} = \frac{\pi \xi_0}{\log_e D/r} \text{ फैरड/मीटर} \quad \cdots \text{ सूत्र}$$

$$= \frac{3.14 \times 8.854 \times 10^{-12}}{2.303 \log_{10} D/r} \quad \text{(मान रखने पर)}$$

$$= \frac{12.07 \times 10^{-12}}{\log_{10} D/r} \text{ फैरड/मीटर} \quad \cdots \text{ सूत्र}$$

§ 2.15 चालक तथा उदासीन बिन्दु के बीच धारिता (Capacitance)

$+Q$ तथा $-Q$ वैद्युत आवेशों से आवेशित क्रमशः A तथा B चालकों के बीच एक उदासीन बिन्दु होगा, जिस पर विभव शून्य होगा। इस प्रकार A तथा B दोनों चालकों के बीच का कुल विभवान्तर V; चालक A से B की ओर प्रत्येक चालक से उदासीन बिन्दु तक क्रमशः $V/2$ तथा $-V/2$ विभवान्तर में विभाजित हो जायेगा। तब प्रत्येक चालक तथा उदासीन बिन्दु के बीच धारिता (capacitance)

$$C_{an} = C_{bn} = \frac{Q}{V/2} = \frac{2Q}{V} \text{ फैरड/मीटर} \quad \text{(मान रखने पर)}$$

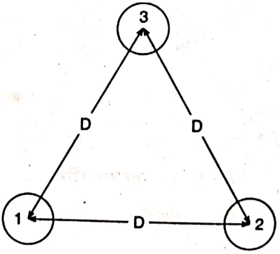
$$= \frac{\pi \xi_0}{\log_e D/r} \text{ फैरड/मीटर} \quad \cdots \text{ सूत्र}$$

$$= \frac{2 \times 3.14 \times 8.854 \times 10^{-12}}{2.303 \log_{10} D/r}$$

$$= \frac{24.14 \times 10^{-12}}{10g_{10} D/r} \text{ फैरड/मीटर} \quad \cdots \text{ सूत्र}$$

§ 2.16 त्रिकला शिरोपरि संचरण लाइन चालक की धारिता (C)

त्रिकला शिरोपरि संचरण लाइन चालक की धारिता, चालक तथा उदासीन बिन्दु के बीच की धारिता के बराबर होती है, जिसका मान उपरोक्त व्यजंक में ज्ञात किया जा चुका है।



Scanned with CamScanner

इस प्रकार त्रिकला लाइन चालक की धारिता, दो चालकों के बीच की धारिता, अर्थात् पाश धारिता (loop capacitance) का दो गुना होती है। इसे निम्न दो स्थितियों में व्यक्त किया जाता है—

(i) चालकों के बीच समान दूरियों वाली स्थिति—जब त्रिकला शिरोपरि संचरण लाइन चालकों के बीच की पारस्परिक दूरियाँ D समान होती हैं, तब त्रिकला लाइन चालक की धारिता (Capacitance)

$$C_{3\text{-}\phi} = C_{am} \text{ अथवा } C_{bn} \quad \text{(मान रखने पर)}$$

$$= \frac{2\pi\xi_0}{\log_e D/r} \text{ फैरड/मीटर} \quad \cdots \text{ सूत्र}$$

$$= \frac{24.14 \times 10^{-12}}{\log_{10} D/r} \text{ फैरड/मीटर} \quad \cdots \text{ सूत्र}$$

(ii) चालकों के बीच असमान दूरियों वाली स्थिति—जब त्रिकला संचरण लाइन चालकों के बीच की पारस्परिक दूरियाँ क्रमशः D_{12}, D_{23}, D_{31} असमान होती हैं; तब त्रिकला लाइन चालक की धारिता (capacitance)

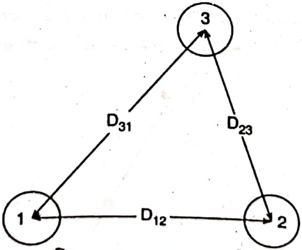
$$C_{3\text{-}\phi} = C_{an} \text{ अथवा } C_{bn} \quad \text{(मान रखने पर)}$$

$$= \frac{2\pi\xi_0}{\log_e \frac{\sqrt[3]{(D_{12} D_{23} D_{31})}}{r}} \text{ फैरड/मीटर} \quad \cdots \text{ सूत्र}$$

$$= \frac{24.14 \times 10^{-12}}{\log_{10} \frac{\sqrt[3]{(D_{12} D_{23} D_{31})}}{r}} \text{ फैरड/मीटर} \quad \cdots \text{ सूत्र}$$

यहाँ पर $D = \sqrt[3]{(D_{12} D_{23} D_{31})}$

अर्थात् $D = (D_{12} D_{23} D_{31})^{1/3}$



चित्र—2.7 (b) असमान दूरियाँ

और D_{12}, D_{23} तथा D_{31} क्रमशः चालक 1, 2 तथा 3 के बीच पारस्परिक दूरियाँ हैं।

Scanned with CamScanner

§ 2.17 लाइन प्राचल, 'धारिता' का महत्व (Significance of 'C')

लघु संचरण लाइनों में धारिता के प्रभाव को नगण्य कर दिया जाता है; परन्तु मध्यम एवं लम्बी लाइनों में इसके प्रभाव को नगण्य नहीं किया जा सकता। धारिता के संचरण लाइन के निम्न घटक प्रभावित होते हैं—

(i) धारिता के कारण, लाइन में ऋणात्मक प्रतिघात ($X_C = 1/2\pi fC$) की उत्पत्ति होती है, जो लाइन की प्रतिबाधा Z को घटाता है।

(ii) धारिता के कारण, लाइन का शक्तिगुणक बढ़ता है; क्योंकि शक्तिगुणक

$$\cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{\{R^2 + (X_L - X_C)^2\}}}$$ (श्रेणी परिपथ)

(iii) धारिता के कारण, शक्तिगुणक अग्रगामी (leading) हो जाता है।

(iv) धारिता के कारण, लाइन में वोल्टतापात (zi-drop) घटता है।

(v) धारिता प्रभाव के कारण, प्रेषण सिरों की अपेक्षा, संचरण लाइनों के अभिग्राही सिरों पर वोल्टता अधिक प्राप्त होती है।

(vi) धारिता प्रभाव के कारण, लाइन का वोल्टता नियमन (voltage regulation) घटता है अर्थात् सन्तोषप्रद (satisfactory) स्थिति को प्राप्त होता है। इसे सबल वोल्टता नियमन (rich voltage regulation) कहते हैं।

(vii) धारिता प्रभाव के कारण, वोल्टता नियमन का मान ऋणात्मक भी हो सकता है।

(viii) धारिता के कारण, लाइन में आवेशन धारा (charging current) प्रवाहित होती है, जो अग्रगामी धारा के होने के कारण धारा के पश्चगामी घटक (lagging component) को निरस्त (cancel) कर देती है। फलस्वरूप परिणामी धारा का मान कम हो जाता है।

(ix) धारिता के कारण, लाइन की धारा-वहन-क्षमता अर्थात् भार क्षमता (load capacity) बढ़ जाती है।

(x) धारिता प्रभाव के कारण, लाइन में वैद्युत हानियाँ (i^2r-losses) कम हो जाती है; क्योंकि परिणामी धारा का मान कम होता है।

(xi) धारिता के कारण, लाइन की संचरण दक्षता में सुधार (improvement) होता है।

(xii) धारिता प्रभाव के कारण, लाइन में निर्भार (no-load) की स्थिति में भी, आवेशन धारा के कारण, वैद्युत हानियाँ सतत् होती रहती हैं।

(xiii) धारिता के कारण, लाइन में वोल्टता के रूप में ऊर्जा संग्रह होता है; जिसका मान प्रायः निम्न सूत्र द्वारा परिकलित किया जाता है— ऊर्जा, $U = \frac{1}{2}CV^2$ जूल

उदाहरण 1.C_1—80 किलोमीटर लम्बी एक कलीय शिरोपरि संचरण लाइन की धारिता ज्ञात कीजिये। लाइन में दो समान्तर चालक 2 मीटर की दूरी पर है और चालकों का व्यास एक सेन्टीमीटर (1 cm) है। **(B.T.E. and A.M.I.E. Exam.)**

हल—दिया है—

Scanned with CamScanner