22

संधारित्र

चालक की धारिता

आवेश ग्रहण करने की क्षमता

$$C = \frac{Q}{V}$$

इकाई → फैरड $= \frac{\text{कूलॉम}}{\text{वोल्ट}}$

गोलीय चालक की धारिता

$$C = 4\pi\epsilon_0 R$$

$R \rightarrow$ चालक की त्रिज्या

जब दो आवेशित चालकों को जोड़ा जाता है, तो उभयनिष्ठ विभव

$$C = C_1 + C_2$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = C_1V_1 + C_2V_2$$

उभयनिष्ठ विभव

$$V = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}$$

स्थानान्तरित आवेश

$$\Delta Q = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}(V_1 - V_2)$$

ऊर्जा हानि

$$\Delta U = \frac{1}{2}\frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}(V_1 - V_2)^2$$

संधारित्र (CONDENSER)

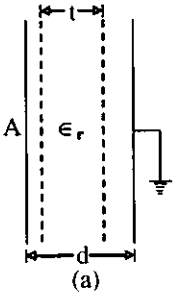
धारिता बढ़ाने के लिये चालकों का एक समायोजन इसमें दो चालकों को पास–पास रखा जाता है। एक को आवेशित किया जाता है तथा दूसरे को भू–सम्पर्कित किया जाता है।

समान्तर पट्ट संधारित्र

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}, C_m = \epsilon_r\left(\frac{\epsilon_0 A}{d}\right) = \epsilon_r C$$

यदि t मोटाई का परावैद्युतांक दोनों प्लेटों के मध्य रख दिया जाये तो

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{\left(d - t + \frac{t}{\epsilon_r}\right)}$$



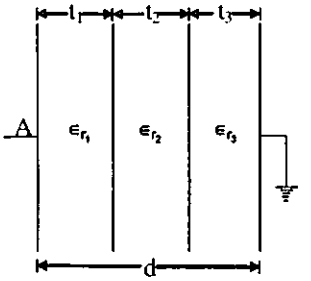
(a)

यदि पट्टिका की मोटाई $t_1, t_2, t_3 .... t_n$

तथा परावैद्युतांक $\epsilon_{r_1}, \epsilon_{r_2}, ... \epsilon_{r_n}$ हो तो

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{\left(\frac{t_1}{\epsilon_{r_1}} + \frac{t_2}{\epsilon_{r_2}} + ...+ \frac{t_n}{\epsilon_{r_n}}\right)}$$

हो तो $d = t_1 + t_2 + ...+ t_n$



(b)

गोलीय संधारित्र

जब बाह्य चालक गोले को भू–सम्पर्कित किया जाता हो

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon_r \frac{R_1R_2}{R_2 - R_1} \quad : \quad R_2 > R_1$$

जब आन्तरिक गोले को भू–सम्पर्कित किया जाता है

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon_r \frac{R_1R_2}{R_2 - R_1} + 4\pi\epsilon_0R_2$$

बेलनाकार संधारित्र

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r \ell}{\log_e(R_2/R_1)}$$

दो समान्तर तारों की धारिता

$$C = \frac{\pi\epsilon_0\epsilon_1 \ell}{\log_e(d/r)} \quad (d >> r)$$

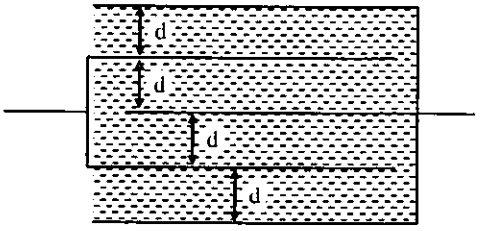
$\ell \rightarrow$ प्रत्येक तर की लम्बाई

$d \rightarrow$ तारों के बीच की दूरी

$r \rightarrow$ प्रत्येक तार की त्रिज्या

कई पट्टिकाओं का संधारित्र

$$C = (n-1)\frac{\epsilon_0\epsilon_r A}{d}, A \rightarrow \text{प्रत्येक प्लेट का क्षेत्रफल}$$



संधारित्र में संग्रहित ऊर्जा

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

यह ऊर्जा विद्युत क्षेत्र के रूप में होती है। विद्युत क्षेत्र का ऊर्जा घनत्व

$$U = \frac{1}{2}\epsilon E^2 = \frac{\text{कुल ऊर्जा}}{\text{आयतन}}$$

संधारित्रों का संयोजन

श्रेणीक्रम संयोजन

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + ... + \frac{1}{C_n}$$

$$Q_1 = Q_2 = ... = Q$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + ... + V_n$$

समान्तरक्रम संयोजन

$$C = C_1 + C_2 + ... C_n$$

$$V_1 = V_2 = ... = V$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + ... + Q_n$$

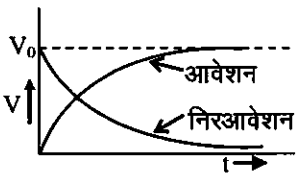
संधारित्र का प्रतिरोध के माध्यम से आवेशन तथा निरावेशन

आवेशन

$q = q_0 (1 - e^{-t/RC})$

$V = V_0 (1 - e^{-t/RC})$

$I = I_0 e^{-t/RC}$, $I_0 = \frac{V_0}{R}$



$V \rightarrow$ संधारित्र के सिरों पर विभवान्तर

$q \rightarrow$ संधारित्र पर आवेश

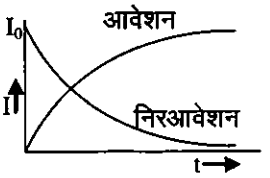
$I \rightarrow$ संधारित्र में धारा

निरावेशन

$q = q_0 e^{-t/RC}$

$V = V_0 e^{-t/RC}$

$I = -I_0 e^{-t/RC}$



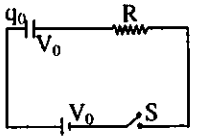
समय नियतांक

जब आवेशित किया जाता है

$\tau = RC$, समय जिसमें

$q = 0.63Q$, $V = 0.63V_0$ और $I = 0.37I_0$,

जब निरावेशित किया जाता है $q = 0.37Q$, $V = 0.37V_0$ और $I = 0.37I_0$



(i) आवेशन में बेट्री द्वारा कुल दी गई ऊर्जा V_0q_0

(ii) संधारित्र में विद्युत क्षेत्र के रूप में संचित कुल ऊर्जा $\frac{1}{2}V_0q_0$

(iii) आवेशन के दौरान ऊर्जा हानि = $\frac{1}{2}V_0q_0$

संधारित्र की प्लेटों के मध्य आकर्षण बल

$$F = \frac{1}{2} \in E^2A = \frac{Q^2}{2 \in A} = \frac{1}{2}\frac{CV^2}{d}, \quad F = \frac{\sigma^2}{2 \in} A$$