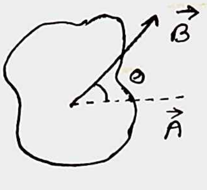
তড়িৎচুম্বকীয় আবেশ



$\phi = \vec{B}\cdot\vec{A} = BA\cos\theta$; $\phi = \int_A \vec{B}\cdot d\vec{A}$

n সংখ্যক পাকবিশিষ্ট কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে $e \propto n\frac{d\phi}{dt}$

[e = আবিষ্ট তড়িৎচালক বল]
[ϕ = চৌম্বক প্রবাহ]

$e = -K\cdot n\frac{d\phi}{dt}$ [K একটি ধ্রুবক]
[K = 1]

$e = -n\frac{d\phi}{dt}$

চৌম্বক প্রবাহের একক (ϕ) SI একক: ওয়েবার (Wb)
CGS একক: ম্যাক্সওয়েল (Mx)

চৌম্বক ক্ষেত্রের একক ($\vec{B}$) SI একক: ওয়েবার/মিটার^2 (Wb/m^2); টেসলা (T)
CGS একক: ম্যাক্সওয়েল/সেমি^{2} (Mx/cm^2), গাউস (G)

$\left[B = \frac{\phi}{A}\right]$

$1\ Wb = 10^8\ Mx$, $1\ T = 10^4\ G$

$e = -\frac{d\phi}{dt}$ $\quad V = \frac{Wb}{s} \Rightarrow \boxed{Wb = V\times s}$

বদ্ধ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা n, আবিষ্ট তড়িৎচালক বল e, বর্তনীর রোধ R, বর্তনীতে প্রবাহিত তড়িদাধানের পরিমাণ —

$$q = \int_0^t i\,dt = \frac{n}{R}(\phi_2 - \phi_1)$$

পরিবাহীর বেগ v, চৌম্বক ক্ষেত্রপ্রাবল্য $\vec{B}$, পরিবাহীর দৈর্ঘ্য l, পরিবাহীর গতির অভিমুখটি চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে θ কোণে আনত থাকলে, আবিষ্ট তড়িৎচালক বল (গতীয় তড়িৎচালক বল)

$e = vBl\sin\theta$ [বিভবপ্রভেদ V হলে $e = V = El$]
[$|\vec{E}| = |\vec{v}\times\vec{B}|$]

সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থির কৌণিক বেগে আবর্তনশীল পরিবাহীর দুপ্রান্তের মধ্যে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল,

$e = \frac{1}{2}B\omega L^2$ [কৌণিক বেগ = ω, L = পরিবাহীর দৈর্ঘ্য]

কোনো কুণ্ডলীর মধ্যে দিয়ে I মানের তড়িৎপ্রবাহ গেলে কুণ্ডলীর সঙ্গে জড়িত চৌম্বক প্রবাহ ϕ

$$\phi = L I \Rightarrow \boxed{Wb = H \times A}$$

L = কুণ্ডলীর স্বাবেশাঙ্ক SI একক : হেনরি (H)]

$$e = -L\frac{dI}{dt} \Rightarrow V = H \times \frac{A}{s} \text{ or } \boxed{H = \Omega \times s}$$

$1\ H = 10^9$ emu আবেশ

আবেশকের চৌম্বক ক্ষেত্রে সঞ্চিত শক্তি $E_L = \frac{1}{2} L I^2$

প্রাথমিক কুণ্ডলীতে I প্রবাহের জন্যে গৌণ কুণ্ডলীর সাথে জড়িত চৌম্বক প্রবাহ ϕ হলে,

$$\phi = M I \qquad e = -M\frac{dI}{dt}$$

[M = পারস্পরিক আবেশাঙ্ক SI একক : হেনরি (H)]

কুণ্ডলীদুটির স্বাবেশাঙ্ক L_1 এবং L_2 হলে পারস্পরিক আবেশাঙ্ক

$$M = K\sqrt{L_1 L_2} \quad , \quad M \approx \sqrt{L_1 L_2} \quad [K \approx 1]$$

[K ⇒ সংযোগ গুণক]

সলিনয়েডের দৈর্ঘ্য l, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A, পাকসংখ্যা N এবং সলিনয়েডের অভ্যন্তরে μ চৌম্বক ভেদ্যতার কোনো পদার্থ থাকলে, স্বাবেশাঙ্ক $L = \frac{\mu N^2 A}{l}$

অঙ্গাঙ্গীভাবে জড়িত দুটি সলিনয়েডের পাকসংখ্যা N_1 এবং N_2, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A এবং সলিনয়েডের অভ্যন্তরে μ চৌম্বক ভেদ্যতার কোনো পদার্থ থাকলে,

পারস্পরিক আবেশাঙ্ক $M = \frac{\mu N_1 N_2 A}{l}$

সলিনয়েডের চৌম্বক ক্ষেত্রে সঞ্চিত শক্তি $U = \frac{1}{2\mu_0} B^2 l A$

একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি $u = \frac{1}{2\mu_0} \cdot B^2$

পরিবর্তী প্রবাহ (Alternating Current)

কুন্ডলীর পাকসংখ্যা N এবং ক্ষেত্রফল A, চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য B এবং কুন্ডলীটি ω সমকৌণিক বেগে ঘুরছে। প্রারম্ভিক অবস্থানে $\vec{B}$ এবং $\vec{A}$ এর মধ্যবর্তী কোণ α (প্রাথমিক দশা বা ইপক)

আবিষ্ট তড়িৎচালক বল $e = \omega BAN \sin\underbrace{(\omega t + \alpha)}_{\text{দশা}}$

e এর সর্বোচ্চ মান $e_0 = \omega BAN$

$$\therefore \quad e = e_0 \sin(\omega t + \alpha)$$

আবিষ্ট তড়িৎ-প্রবাহ $i = \dfrac{e}{R} = \dfrac{\omega BAN}{R} \sin(\omega t + \alpha)$

i এর সর্বোচ্চ মান $i_0 = \dfrac{\omega BAN}{R}$

$$i = i_0 \sin(\omega t + \alpha)$$

পর্যায়কাল $T = \dfrac{2\pi}{\omega}$ কম্পাঙ্ক $f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{\omega}{2\pi}$

একটি পূর্ণ পর্যায়কালে পরিবর্তী ভোল্টেজের গড় মান হল 0 (শূন্য)

পরিবর্তী ভোল্টেজের অর্ধচক্রের গড় মানকেই পরিবর্তী ভোল্টেজের গড় মান $(\bar{V})$ বলে।

$$\bar{V} = \frac{2V_0}{\pi} = 0.637\, V_0$$

[$V_0 \Rightarrow$ ভোল্টেজের শীর্ষমান
$I_0 \Rightarrow$ প্রবাহমাত্রার শীর্ষমান]

$$\bar{I} = \frac{2I_0}{\pi} = 0.637\, I_0$$

$$V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} = 0.707\, V_0$$

$$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 0.707\, I_0$$

$$V_{rms} > \bar{V}$$

আকৃতি গুণক $f = \frac{V_{rms}}{\bar{V}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$ (Sine Wave)

Square Wave এর $f = \frac{V_{rms}}{\bar{V}} = 1$

AC বর্তনীর কার্যকর ক্ষমতা $P = \frac{1}{2} V_0 I_0 \cos\theta$

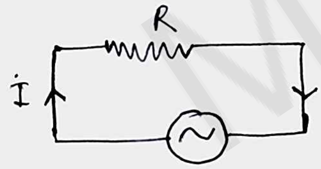
$= V_{rms} I_{rms} \cos\theta$

[θ হল ভোল্টেজ এবং প্রবাহের মধ্যে দশা পার্থক্য]

[ক্ষমতা গুণক $= \cos\theta$]

<u>বিশুদ্ধ রোধযুক্ত বর্তনী</u> $V = V_0 \sin\omega t$ $\quad I = \frac{V_0}{R} \sin\omega t$

$= I_0 \sin\omega t$

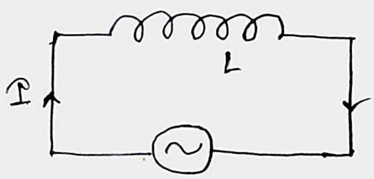


$$\boxed{I_0 = \frac{V_0}{R}}$$

দশা পার্থক্য শূন্য।

ব্যয়িত ক্ষমতা $\boxed{P = I_{rms}^2 R}$

<u>বিশুদ্ধ আবেশকযুক্ত বর্তনী</u> $V = V_0 \sin\omega t - L\frac{dI}{dt}$



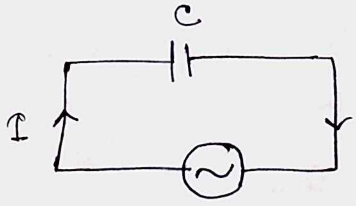
$$I = \frac{V_0}{\omega L} \sin(\omega t - 90^\circ)$$

$$= I_0 \sin(\omega t - 90^\circ)$$

$\boxed{I_0 = \frac{V_0}{\omega L}}$ প্রতিঘাত $\boxed{X_L = \omega L}$ $\boxed{P = 0}$ (ব্যয়িত ক্ষমতা)

দশা পার্থক্য 90° [প্রবাহ ভোল্টেজের থেকে 90° পিছিয়ে থাকে]

বিশুদ্ধ ধারকযুক্ত বর্তনী



$$\boxed{V_0 = I_0 \frac{1}{\omega C}}$$

$$\boxed{X_C = \frac{1}{\omega C}}$$

$$V = V_0 \sin \omega t - \frac{Q}{C}$$

[Q = আধান]

$$I = \omega C V_0 \sin(\omega t + 90^\circ)$$

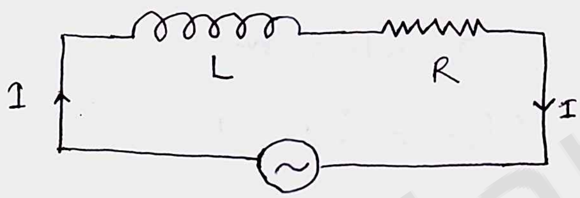
$$= \frac{V_0}{\left(\frac{1}{\omega C}\right)} \sin(\omega t + 90^\circ)$$

$$= I_0 \sin(\omega t + 90^\circ)$$

ব্যয়িত ক্ষমতা $\boxed{P = 0}$

ভোল্টেজের সাপেক্ষে প্রবাহ 90° দশা এগিয়ে থাকে

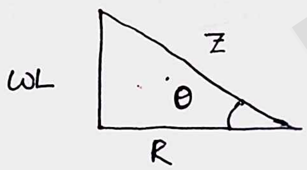
LR বর্তনী



$$V = V_0 \sin \omega t - L \frac{dI}{dt}$$

$$I = \frac{V_0}{Z} \sin(\omega t - \theta)$$

$$= I_0 \sin(\omega t - \theta)$$



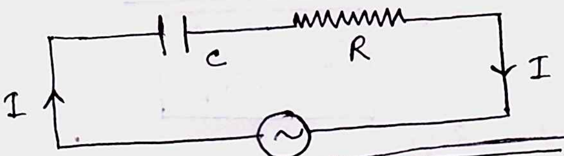
$$\boxed{\begin{array}{l} Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \\ \tan\theta = \frac{\omega L}{R} \end{array}}$$

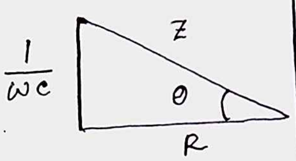
(Z = প্রতিরোধ)

ভোল্টেজের সাপেক্ষে প্রবাহ θ কোণে পিছিয়ে থাকে।

ব্যয়িত ক্ষমতা $\boxed{P = I_{rms}^2 R}$

CR বর্তনী





$$\boxed{\begin{array}{l} Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} \\ \tan\theta = \frac{1}{\omega C R} \end{array}}$$

ব্যয়িত ক্ষমতা $\boxed{P = I_{rms}^2 R}$

$$V = V_0 \sin \omega t - \frac{Q}{C}$$

$$Q = \frac{V_0}{\omega Z} \sin(\omega t + \theta - 90^\circ)$$

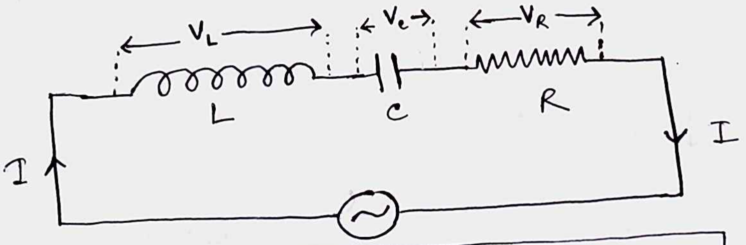
$$= Q_0 \sin(\omega t + \theta - 90^\circ)$$

$$I = \frac{V_0}{Z} \sin(\omega t + \theta) \quad \left[\begin{array}{l} Q_0 = \frac{V_0}{\omega Z} \\ I_0 = \frac{V}{Z} \end{array} \right]$$

$$= I_0 \sin(\omega t + \theta)$$

ভোল্টেজ প্রবাহ এর সাপেক্ষে θ কোণে এগিয়ে থাকে।

LCR বর্তনী



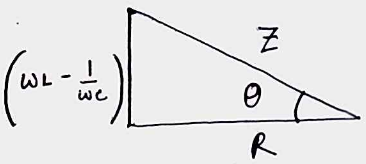
$$V = V_0 \sin \omega t - L\frac{dI}{dt} - \frac{Q}{C}$$

$$Q = \frac{V_0}{\omega Z}\sin(\omega t - \theta - 90^\circ)$$
$$= Q_0 \sin(\omega t - \theta - 90^\circ)$$

$$I = \frac{V_0}{Z}\sin(\omega t - \theta)$$
$$= I_0 \sin(\omega t - \theta)$$

$$\left[\; Q_0 = \frac{V_0}{\omega Z}, \quad I_0 = \frac{V_0}{Z} \;\right]$$

ব্যয়িত ক্ষমতা $\boxed{P = I_{rms}^2 R}$



$$\boxed{Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \qquad \tan\theta = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}}$$

$$\boxed{Z = \sqrt{R^2 + X^2}}$$

প্রতিঘাত $\boxed{X = X_L - X_C = \omega L - \frac{1}{\omega C}}$

$V_L > V_C$; $\omega L > \frac{1}{\omega C}$ হলে ভোল্টেজের সাপেক্ষে প্রবাহ θ কোণে পিছিয়ে থাকে।

$V_L < V_C$; $\omega L < \frac{1}{\omega C}$ হলে ভোল্টেজের সাপেক্ষে প্রবাহ θ কোণে এগিয়ে থাকে।

অনুনাদের শর্ত:-

$V_L = V_C$; $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ হলে ভোল্টেজ এবং প্রবাহ সমদশায় থাকে $[\theta = 0^\circ]$

$[V_L = I X_L, \; V_C = I X_C]$

অনুনাদী কম্পাঙ্ক $\boxed{f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}}$ $\left[\; \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}, \; \omega_0 = 2\pi f_0 \;\right]$

অনুনাদের ক্ষেত্রে প্রবাহ সর্বোচ্চ হয় $\boxed{I_m = \frac{V_0}{R}}$

ক্ষমতা সর্বোচ্চ হয় $\boxed{P_m = \frac{V_0^2}{2R}}$

$\boxed{\omega = \omega_1 \text{ এবং } \omega_2}$ হলে ব্যয়িত ক্ষমতা হয়

$P = \frac{P_m}{2}$, অর্ধ-প্রস্থ $\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2 = \frac{R}{L}$

Q গুণক $= \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{V_L}{V_R} = \frac{V_C}{V_R}$

অনুনাদের সময় V_R = প্রযুক্ত ভোল্টেজ (V)

LC স্পন্দনের কম্পাঙ্ক $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

ট্রান্সফরমার

$$\frac{\text{গৌণ কুন্ডলীর ভোল্টেজ } (V_s)}{\text{প্রাথমিক কুন্ডলীর ভোল্টেজ } (V_p)} = \frac{\text{গৌণ কুন্ডলীর পাকসংখ্যা}}{\text{প্রাথমিক কুন্ডলীর পাকসংখ্যা}}$$

Step Up (আরোহী) ট্রান্সফরমার $N_s > N_p$; $V_s > V_p$

Step Down (অবরোহী) ট্রান্সফরমার $N_s < N_p$; $V_s < V_p$

[প্রাথমিক কুন্ডলীর পাকসংখ্যা N_p , গৌণ কুন্ডলীর পাকসংখ্যা N_s]

$$\text{কর্মদক্ষতা} = \frac{\text{গৌণ কুন্ডলীর ক্ষমতা}}{\text{প্রাথমিক কুন্ডলীর ক্ষমতা}} = \frac{V_s I_s}{V_p I_p}$$