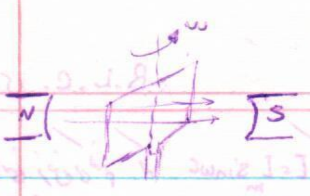
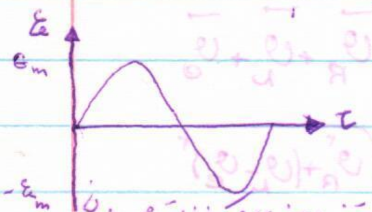
جریان متناوب: جریانی که از چرخش یک حلقه در میدان مغناطیسی B پدید می‌آید.



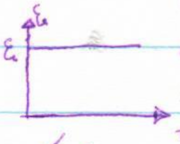
$\varepsilon = NBA\omega \sin\omega t$

نیروی محرکه ایجاد شده توسط یک ژنراتور AC. $\Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_m \sin\omega t$



تغییرات نیروی محرکه ژنراتور بر حسب زمان

برق متناوب: (~)



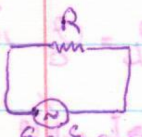
تغییرات نیروی محرکه یک باطری

برق مستقیم: (باتری)

در مولدهای متناوب جهت مثبت و منفی تغییر نمی‌کند بلکه در برق شهر نول همواره ثابت است و فاز بین ۰ تا 220 نوسان می‌کند.

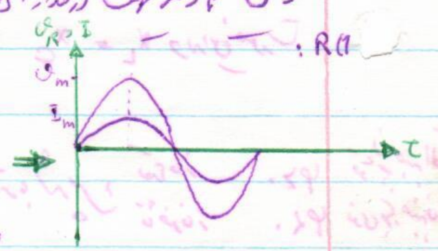
قوانین اهم و کیرشهف در مدارهای جریان متناوب در هر لحظه صادق است.

R (1:



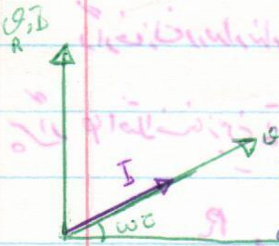
قانون اهم: $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_m}{R}\sin\omega t = I_m \sin\omega t$

(نیروی محرکه در هر لحظه / جریان در هر لحظه / مقاومت ثابت)



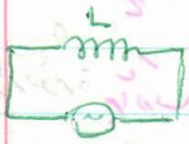
ولتاژ دو سر مقاومت: $V_R = RI = RI_m \sin\omega t = (V_R)_m \sin\omega t$

در مقاومت ولتاژ و جریان هم‌فازند.



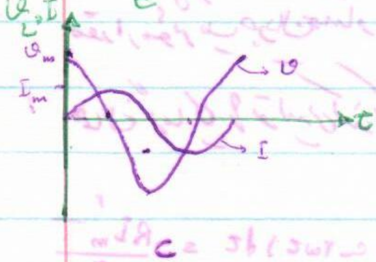
معمولاً جهت نشان دادن اختلاف فاز بین دو کمیت که بطور سینوسی تغییر می‌کنند می‌توانیم از نمودار برداری استفاده کنیم. در صورت همفاز بودن بردارهای جریان و ولتاژ آنها بر هم منطبق خواهند شد. این نمودار را نمودار فازوری می‌نامند. فازور برداری است که با بسامد ω حول مبدأ می‌چرخد. خواص فازورها: ۱) طول آنها متناسب با بیشینه کمیت متناوب است. ۲) تصویر بردار فازور روی محور قائم مقدار لحظه‌ای کمیت متناوب را نشان می‌دهد.

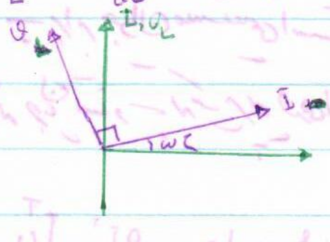
L (2:



$I = I_m \sin\omega t$

$V_L = L\frac{dI}{dt} = LI_m\omega\cos\omega t = LI\omega\sin(\omega t+\pi/2) = (V_L)_m \sin(\omega t + \pi/2)$



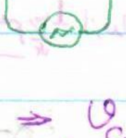


یعنی ولتاژ دو سر سلف از جریان به اندازه $\frac{\pi}{2}$ درجه جلو فاز دارد.

راکتانس القایی: X_L : $X_L = L\omega$

$X_L = \frac{(V_L)_{max}}{I_{max}}$

C (3:

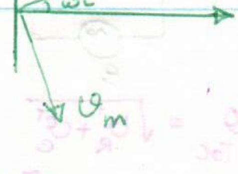


$I = I_m \sin\omega t$

$V_C = \frac{q}{C} = \frac{\int I\,dt}{C} = \frac{\int I_m \sin\omega t\,dt}{C} = -\frac{I_m}{C\omega}\cos\omega t = \frac{I_m}{C\omega}\sin(\omega t-\pi/2)$

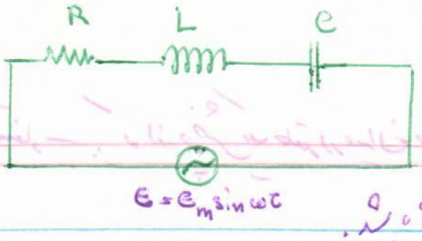
$\Rightarrow V_C = V_{Cm}\sin(\omega t - \pi/2)$

یعنی ولتاژ دو سر خازن نسبت به جریان $\pi/2$ تأخیر فاز دارد.



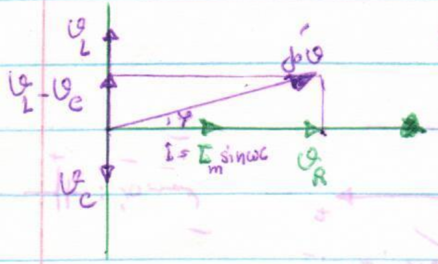
راکتانس ظرفیتی: $X_C = \frac{1}{C\omega}$

$X_C = \frac{(V_C)_{max}}{I_{max}}$



مدارهای R.L.C. :

در اینجا فرض می‌کنیم که $I = I_m \sin \omega t$ که هم‌فاز با v_R است در راستای محور xها باشد.



$$v_L = I L \omega \qquad v_C = \frac{I}{C\omega}$$

$$\vec{v}_{کل} = \vec{v}_R + \vec{v}_L + \vec{v}_C$$

$$v_{کل} = \sqrt{v_R^2 + (v_L - v_C)^2}$$

$$\Rightarrow v_{کل} = \sqrt{R^2 I^2 + \left(L\omega I - \frac{I}{C\omega}\right)^2} = I\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} = Z I$$

Z : مقاومت ظاهری

مقاومت ظاهری یا امپدانس مدار $Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$

اگر $v_C = v_L$ باشد یعنی: $\frac{1}{C\omega} = L\omega$ (در این حالت تشدید خواهیم داشت. یعنی: $X_L = X_C$ و در این صورت

v کل و I همفاز خواهند بود.

و در حالت کلی v کل با I همفاز نمی‌باشد؛ و فرض بر آن است که به اندازه φ نسبت به I اختلاف فاز داشته باشد؛

$\varphi > 0$ تقدم فاز — خاصیت القایی
$\varphi < 0$ تأخیر فاز — خاصیت خازنی

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$$

و اگر خازن در مدار نداشته باشیم $C = \infty$ و اگر سیملوله نداشته باشیم $L = 0$ است.

پس اگر φ اختلاف فاز بین پتانسیل کل و جریان باشد داریم:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{v_L - v_C}{v_R} = \frac{IL\omega - I/C\omega}{RI} = \frac{L\omega - 1/C\omega}{R}$$

$$\cos\varphi = \frac{v_R}{v} = \frac{RI}{ZI} = \frac{R}{Z}$$

مقدار مؤثر: برای درک این مفهوم که برای لحظات مختلف مقدارهای متفاوتی را باید در نظر داشت ← جریان متناوب را به طور میانگین می‌گیریم.

مقدار مؤثر یک جریان متناوب برابر جریان مستقیمی است که اگر از یک هادی به مقاومت R در مدت یک دوره عبور کند همان گرمایی را تولید کند که جریان متناوب در همین مدت در همان هادی ایجاد می‌کند و با I_e نشان می‌دهیم.

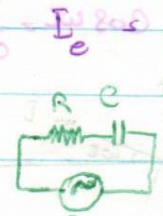
$$W = R I_e^2 T$$

$$W = \int dW = \int R I^2 dt = \int R I_m^2 \sin^2 \omega t \, dt = \frac{R I_m^2}{2}\int_0^T (1 - \cos 2\omega t)\, dt = \frac{R I_m^2 T}{2}$$

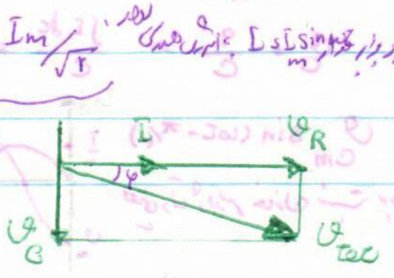
$$\Rightarrow I_e^2 = \frac{I_m^2}{2} \Rightarrow I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

یعنی اگر جریان مستقیم $\frac{I_m}{\sqrt{2}}$ از مدار بگذرد در برابر جریان $I = I_m \sin \omega t$ اثر گرمایی همانند دارد.

مدار R-C :



$\Rightarrow I = I_m \sin \omega t$



$$v_{Tot} = \sqrt{v_R^2 + v_C^2} \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + 1/C^2\omega^2}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{-X_C}{R} = -\frac{1/C\omega}{R} = -\frac{1}{RC\omega}$$