

هرتز

ولتاژ ماکزیمم  
Inductance

فازن  
 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_c C}}$

Admittance

اندوکتانس

Impedance

فرکانس

میکروفاراد

جریان × مقاومت = ولتاژ

بودار

$\theta_v = 30^\circ$

توان ظاهری

$P_c = \frac{V_c^2}{R}$

راکتیو

$X_L = X_C$

دیپاکرام برداری

وار

توان غیر حیات

Reactance

توان غیر حیات

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

ولتاژ ماکزیمم

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

امپدانس

میکروفاراد

SUSCEPTANCE

منبع ولتاژ

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

خاصیت سلفی

امپدانس در حالت رزونانس

راکتانس

ولتاژ موثر منبع

$P_s = V_c \cdot I_c$

Resistance

توان غیر حیات

اکتیو

مقاومت های سلفی و خازنی

$X_L = \omega L = 500 \times 5 \times 10^{-3} = 2.5 \Omega$

فرکانس سلفی

$P_d = P_{dc} + P_{dl}$

Serial LC Circuits

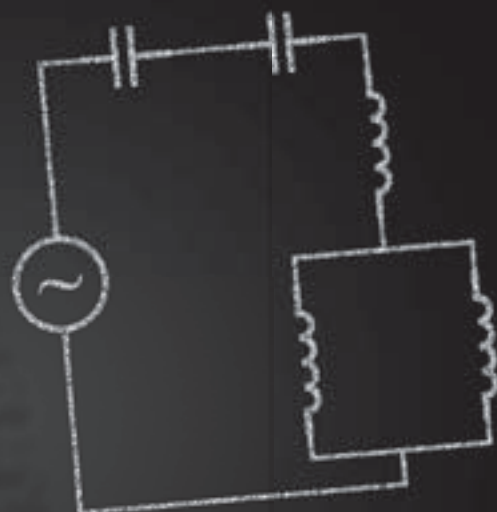
ظرفیت خازن

فرکانس صفر مینا

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

جریان موثر توان دواته

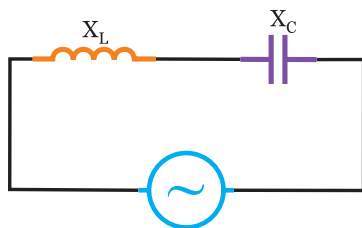
Capacitance



## فصل پنجم

### مدارهای LC سری و LC موازی

در مدارهای LC سری مطابق شکل (۵-۴) اختلاف فاز  $\phi = 90^\circ$  می باشد.

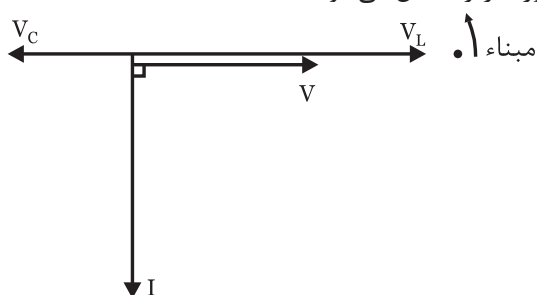


شکل (۵-۴)

$$V_{(t)} = V_m \sin \omega t$$

$$i_{(t)} = I_m \sin(\omega t \pm 90^\circ)$$

اگر  $X_L > X_C$  باشد. مراحل ایجاد نمودار شکل (۵-۵) به صورت زیر حاصل می شود.



شکل (۵-۵)

- مبنا را ترسیم کنید.
- بردار V را رسم کنید.
- جریان منبع از ولتاژ منبع  $90^\circ$  درجه عقب تر است.
- معادله‌ی زمانی جریان منبع به صورت

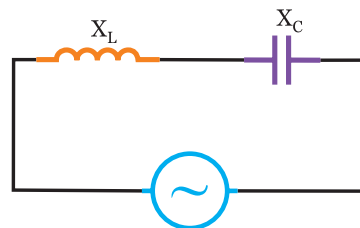
$$i_{(t)} = I_m \sin(\omega t - 90^\circ)$$

نوشته می شود.

- در سلف جریان  $90^\circ$  از ولتاژ دو سرش عقب تر است لذا نسبت به I،  $90^\circ$  جلوتر ترسیم می شود. از آنجاییکه مدار پس فاز است لذا  $V_L > V_C$  می باشد.
- در خازن جریان  $90^\circ$  از ولتاژ دو سرش جلوتر است لذا نسبت به I،  $90^\circ$  عقب تر ترسیم می شود. از آنجاییکه مدار پیش فاز است لذا  $V_L < V_C$  می باشد.

### ۵-۱- مدارهای LC سری:

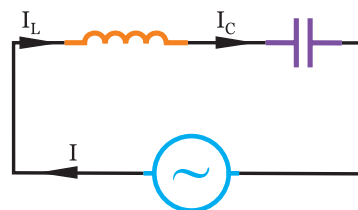
هرگاه یک مقاومت سلفی و یک مقاومت خازنی بصورت سری به یک منبع ولتاژ متناوب متصل شود. مطابق شکل (۵-۱) مدار LC سری را تشکیل می دهد.



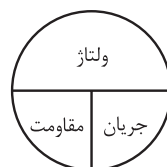
شکل (۵-۱)

$$Z = |X_L - X_C|$$

در مدارهای LC سری جریان منبع با جریان هر یک از عناصر که در شکل (۵-۲) دیده می شود برابر می باشد.



شکل (۵-۲)



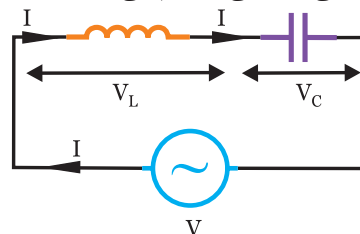
$$\Rightarrow \frac{\text{ولتاژ}}{\text{مقاومت}} = \text{جریان}$$

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

$$I_L = I_C = I$$

در این مدارها در شکل (۵-۳) ولتاژ منبع به نسبت

مقاومت های سلفی و خازنی تقسیم می شود.



شکل (۵-۳)

$$V = |V_L - V_C|$$

$$V_L = X_L \cdot I, \quad V_C = X_C \cdot I$$

برای بدست آوردن توان در مدارهای LC سری به علت اینکه  $\varphi = \pm 90^\circ$  است، داریم.

$$\varphi = \pm 90^\circ \Rightarrow \cos\varphi = 0, \quad \sin\varphi = \pm 1$$

- توان موثر یا مصرفی صفر می‌باشد.

$$P_e = V_e \cdot I_e \cdot \cos\varphi = 0$$

- توان غیر موثر یا راکتیو می‌شود.

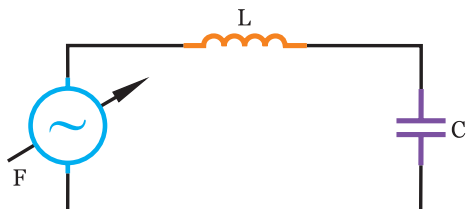
$$P_d = V_e \cdot I_e \cdot \sin\varphi = \pm V_e \cdot I_e$$

اگر  $X_L > X_C$  باشد مدار پس فاز بوده و  $P_d = V_e \cdot I_e$  می‌شود و اگر  $X_L < X_C$  باشد مدار پیش فاز بوده و  $P_d = -V_e \cdot I_e$  می‌شود. - توان ظاهری می‌شود.

$$P_s = V_e \cdot I_e \Rightarrow P_s = |P_d|$$

## ۵-۲- تاثیر فرکانس بر روی امپدانس و جریان در مدار LC سری:

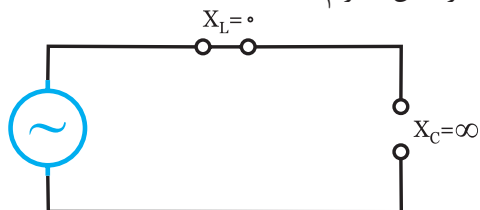
از آنجائیکه با افزایش فرکانس مقاومت سلفی  $X_L = 2\pi fL$  افزایش می‌یابد و با افزایش فرکانس مقاومت خازنی  $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$  کاهش می‌یابد، لذا با توجه به فرمول‌های  $Z = |X_L - X_C|$  و  $I = \frac{V}{Z}$  در شکل‌های زیر،  $I$  و  $Z$  در کمترین و بیشترین فرکانس و فرکانس رزونانس بررسی می‌کنیم.



شکل (۵-۸)

که سه حالت اتفاق می‌افتد.

(۱) فرکانس صفر ( $DC$ ):



شکل (۵-۹)

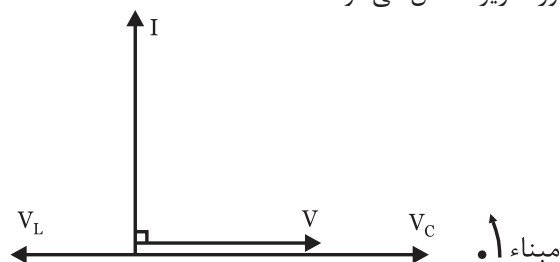
$$X_L = 0$$

$$X_C = \infty$$

$$Z = \infty$$

$$I = 0$$

اگر  $X_L < X_C$  باشد. مراحل ایجاد نمودار شکل (۵-۶) به صورت زیر حاصل می‌شود.



شکل (۵-۶)

- مبنا را ترسیم کنید.

- بردار  $V$  را رسم کنید.

- جریان منبع از ولتاژ منبع  $90^\circ$  جلوتر است.

- معادله‌ی زمانی جریان منبع به صورت

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

نوشته می‌شود.

- در سلف جریان  $90^\circ$  از ولتاژ دو سرش عقب‌تر است لذا

$V_L$  نسبت به  $I$  به  $90^\circ$  جلوتر ترسیم می‌شود. از آنجائیکه مدار پیش فاز است لذا  $V_L < V_C$  می‌باشد.

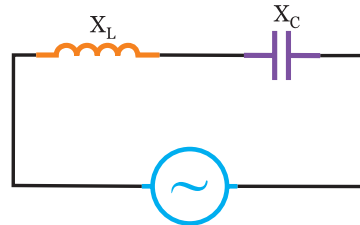
- در خازن جریان  $90^\circ$  از ولتاژ دو سرش جلوتر است لذا

$V_C$  نسبت به  $I$  به  $90^\circ$  عقب‌تر ترسیم می‌شود. از آنجائیکه مدار پیش فاز است لذا  $V_L < V_C$  می‌باشد.

اگر  $V_L = V_C$  باشد:

از آنجائیکه  $I_L = I_C$  می‌باشد ولتاژ دو سر سلف و خازن در

مدار شکل (۵-۷) برابر می‌شود لذا ولتاژ منبع صفر خواهد شد که مدار در حالت تشدید یا رزونانس می‌باشد.



شکل (۵-۷)

$$X_L = X_C \Rightarrow V_L = V_C$$

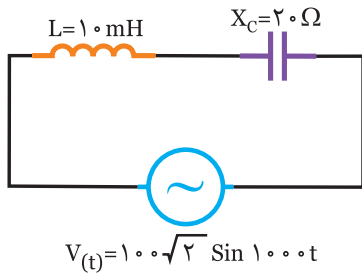
$$V_e = |V_L - V_C| \Rightarrow V = 0$$

$$X_C = X_L \Rightarrow \frac{1}{2\pi fC} = 2\pi fL \Rightarrow (2\pi)^2 f^2 LC = 1 \Rightarrow$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

### مثال ۱

در مدار شکل (۵-۱۳) امپدانس مدار را بدست آورید.



شکل (۵-۱۳)

### حل

ابتدا  $X_L$  را بدست می آوریم.

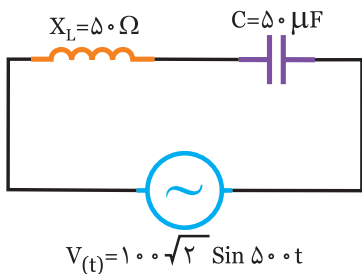
$$X_L = \omega L = 1000 \times 10 \times 10^{-3} = 10 \Omega$$

$$Z = |X_L - X_C| = |10 - 20| = 10 \Omega$$

توضیح: چون  $X_C > X_L$  می باشد لذا مدار پیش فاز است.

### فعالیت ۱

در مدار شکل (۵-۱۴) امپدانس مدار را بدست آورید.



شکل (۵-۱۴)

### حل

ابتدا  $X_C$  را بدست می آوریم.

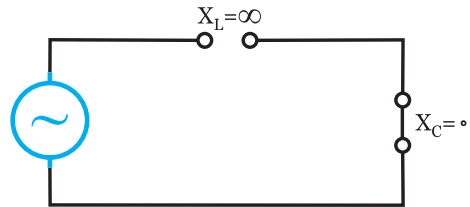
$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \Omega$$

$$Z = |X_L - \dots\dots\dots| = |50 - \dots\dots\dots| = \dots\dots\dots \Omega$$

خازن مدار را قطع می کند.

۲) فرکانس بی نهایت:

سلف مدار را قطع می کند.



شکل (۵-۱۰)

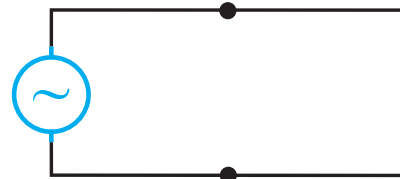
$$X_L = \infty$$

$$X_C = 0$$

$$Z = \infty$$

$$I = 0$$

۳) فرکانس رزونانس (تشدید):



شکل (۵-۱۱)

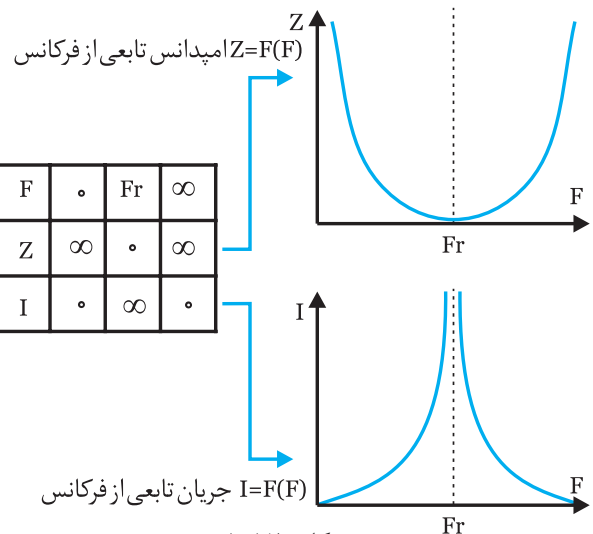
$$X_C = X_L \Rightarrow Z = 0$$

$$V_e = V_L \Rightarrow I = \infty$$

$$P_d = 0$$

$$P_s = 0$$

نتایج بررسی شده را می توان در جدول زیر خلاصه کرد.



شکل (۵-۱۲)

امپدانس تابعی از فرکانس است.

جریان تابعی از فرکانس است.



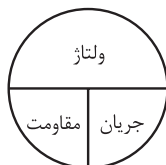
الف) ابتدا مقدار  $X_L$  و  $X_C$  را بدست می‌آوریم.

$$X_L = \omega L = 1000 \times 30 \times 10^{-3} = 30 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{1000 \times 50 \times 10^{-6}} = 20 \Omega$$

$$Z = |X_L - X_C| = |30 - 20| = 10 \Omega$$

$$\text{ولتاژ} \\ \text{مقاومت} = \text{جریان}$$

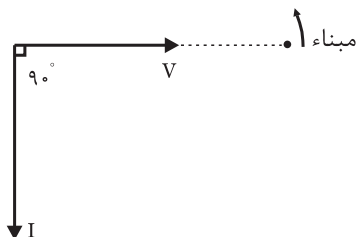


$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100 \text{ V}$$

$$I_e = \frac{V_e}{Z} = \frac{100}{10} = 10 \text{ A}$$

جریان موثر مدار

- ب) برای نوشتن معادله‌ی زمانی جریان نیاز به دیاگرام برداری می‌باشد که به صورت زیر عمل می‌نماییم.
- مبنا را ترسیم می‌کنیم.
  - بردار  $V(t)$  را رسم کنید.



شکل (۵-۱۷)

- در این مدار  $X_L > X_C$  است لذا مدار پس فاز و جریان منبع ۹۰ از ولتاژ مدار عقب‌تر است و آن را رسم کنید.
- با توجه به موقعیت بردار  $I$  معادله‌ی زمانی آن را

$$I_m = I_e \times \sqrt{2} \Rightarrow I_m = 10\sqrt{2} \text{ A}$$

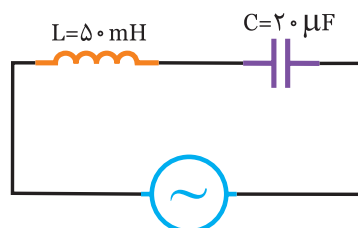
$$i(t) = I_m \sin(\omega t - 90^\circ)$$

$$\Rightarrow i(t) = 10\sqrt{2} \sin(1000t - 90^\circ)$$

توضیح: چون  $X_L > X_C$  می‌باشد لذا مدار ..... فاز است.



در مدار شکل (۵-۱۵) امپدانس مدار را بدست آورید.



$$V(t) = 50 \sin 1000t$$

شکل (۵-۱۵)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

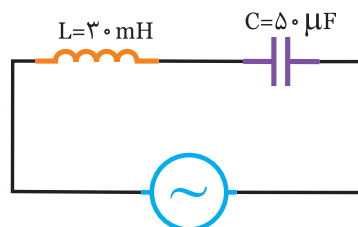
.....

.....

.....



در مدار شکل (۵-۱۶) مطلوبست:



$$V(t) = 100\sqrt{2} \sin 1000t$$

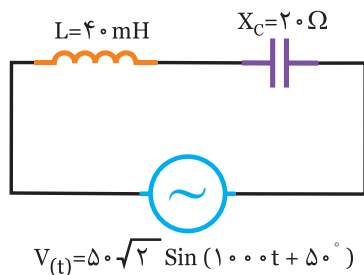
شکل (۵-۱۶)

الف) جریان مدار

ب) معادله زمانی جریان منبع



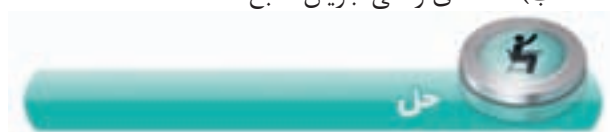
در مدار شکل (۵-۲۰) مطلوبست:



شکل (۵-۲۰)

الف) جریان مدار

ب) معادله‌ی زمانی جریان منبع



.....

.....

.....

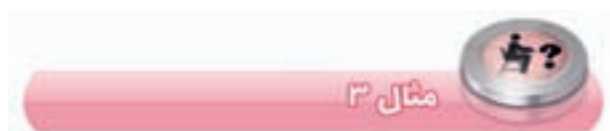
.....

.....

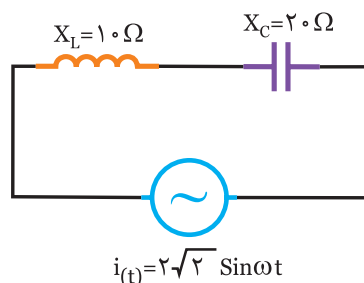
.....

.....

.....



در مدار شکل (۵-۲۱) مطلوبست:



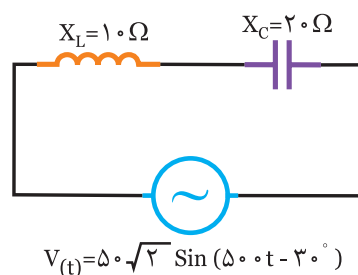
شکل (۵-۲۱)

الف) ولتاژ منبع

ب) معادله‌ی زمانی ولتاژ منبع



در مدار شکل (۵-۱۸) مطلوبست:



شکل (۵-۱۸)

الف) جریان مدار

ب) معادله‌ی زمانی جریان منبع



الف)

$$Z = |X_L - X_C| = |..... - .....| = ..... \Omega$$

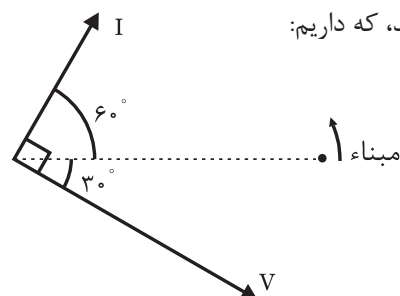
$$\text{جریان} = \frac{.....}{.....}$$



$$V_e = \frac{.....}{\sqrt{2}} = \frac{.....}{\sqrt{2}} = ..... V$$

$$I_e = \frac{V_e}{Z} = \frac{.....}{.....} = ..... A$$

ب) برای نوشتن معادله‌ی زمانی جریان نیاز به دیاگرام برداری می‌باشد که در این مدار  $X_C > X_L$  است لذا مدار پیش فاز می‌باشد، که داریم:



شکل (۵-۱۹)

$$I_m = I_e \times \sqrt{2} = ..... A$$

$$i_{(t)} = I_m \sin(\omega t - 60^\circ) \Rightarrow i_{(t)} = ..... \sin(500t - 60^\circ)$$

الف) ولتاژ مدار

ب) معادله‌ی زمانی ولتاژ منبع

حل

الف) ابتدا  $X_L$  و  $X_C$  را بدست می‌آوریم.

$$X_L = \omega L = 500 \times 40 \times 10^{-3} = 20 \Omega$$

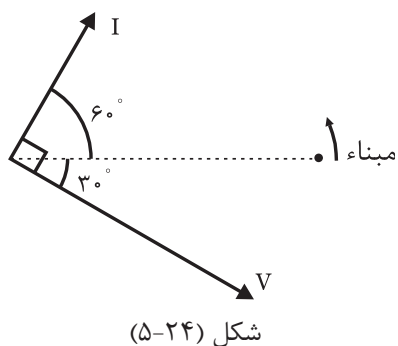
$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \Omega$$

$$Z = |X_C - \dots\dots\dots| = |\dots\dots\dots - \dots\dots\dots| = \dots\dots\dots \Omega$$

$$I_e = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots A$$

$$V_e = Z \cdot I_e = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots = \dots\dots\dots V$$

ب) برای نوشتن معادله‌ی زمانی ولتاژ منبع نیاز به دیاگرام برداری داریم که در این مدار  $X_C > X_L$  است لذا مدار پیش فاز و ولتاژ مدار  $90^\circ$  عقب‌تر از جریان مدار است.



$$V_e = \sqrt{2} V_e = \dots\dots\dots V$$

$$V_{(t)} = V_m \sin(\omega t - \dots\dots\dots)$$

$$\Rightarrow V_{(t)} = \dots\dots\dots \sin(500t - \dots\dots\dots)$$

حل

$$Z = |X_L - X_C| = |10 - 20| = 10 \Omega \quad \text{الف)}$$

مقاومت  $\times$  جریان = ولتاژ

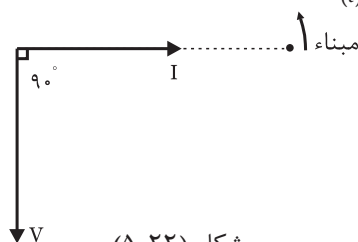
$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2 A \quad \text{جریان موثر}$$

$$V_e = Z \cdot I_e = 10 \times 2 = 20 V \quad \text{ولتاژ موثر}$$

ب) برای نوشتن معادله‌ی زمانی ولتاژ نیاز به دیاگرام برداری می‌باشد که به صورت زیر عمل می‌نماییم.

- مبنا را ترسیم کنید.

- بردار  $i_{(t)}$  را رسم کنید.



- در این مدار  $X_C > X_L$  است لذا مدار پیش فاز و ولتاژ منبع  $90^\circ$  از جریان مدار عقب‌تر است و آن را رسم کنید.  
- با توجه به موقعیت بردار  $V$  معادله‌ی زمانی آن را می‌نویسیم.

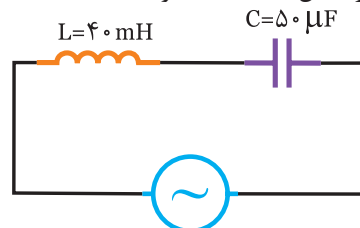
$$V_e = \sqrt{2} V_e = \sqrt{2} \times 20 = 20\sqrt{2} V$$

$$V_{(t)} = V_m \sin(\omega t - 90^\circ)$$

$$\Rightarrow V_{(t)} = 20\sqrt{2} \sin(1000t - 90^\circ)$$

فعالیت ۳

در مدار شکل (۵-۲۳) مطلوبست:



$$i_{(t)} = 3\sqrt{2} \sin(500t + 60^\circ)$$

شکل (۵-۲۳)



(الف)

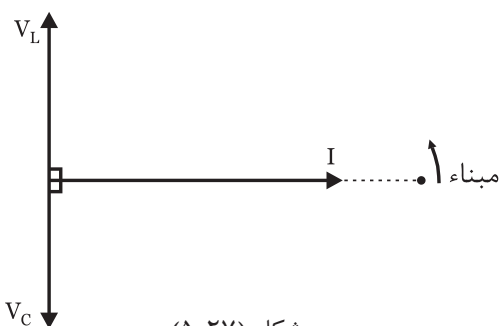
$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 3A$$

جریان  $\times$  مقاومت = ولتاژ

$$V_L = X_L \cdot I_e = (10)(3) = 30V$$

$$V_C = X_C \cdot I_e = (5)(3) = 15V$$

(ب) برای نوشتن معادلات زمانی ولتاژ نیاز به رسم دیاگرام برداری می‌باشد که مراحل آن به صورت زیر است.  
- مبنا را رسم کنید.  
- معادله‌ی زمانی جریان منبع را رسم کنید.



شکل (۵-۲۷)

- در سلف، جریان  $90^\circ$  از ولتاژ دو سرش عقب‌تر است لذا  $V_L$   $90^\circ$  از جریان مدار جلوتر است.  
- در خازن، جریان  $90^\circ$  از ولتاژ دو سرش جلوتر است لذا  $V_C$   $90^\circ$  از جریان مدار عقب‌تر است.  
- با توجه به موقعیت بردارهای  $V_L$  و  $V_C$  معادله‌ی زمانی آنها می‌شود.

$$V_{Lm} = \sqrt{2} V_L = 30\sqrt{2} V$$

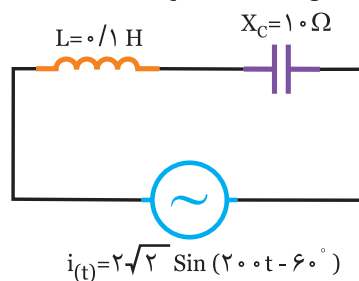
$$V_{cm} = \sqrt{2} V_C = 15\sqrt{2} V$$

$$V_{L(t)} = 30\sqrt{2} \sin(1000t + 90^\circ)$$

$$V_{C(t)} = 15\sqrt{2} \sin(1000t - 90^\circ)$$



در مدار شکل (۵-۲۵) مطلوبست:



شکل (۵-۲۵)

(الف) ولتاژ مدار

(ب) معادله‌ی زمانی ولتاژ منبع



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

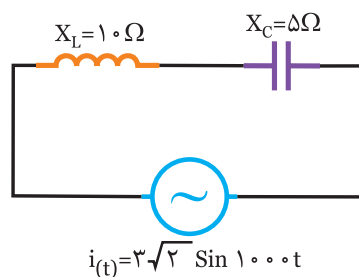
.....

.....

.....



در مدار شکل (۵-۲۶) مطلوبست:



شکل (۵-۲۶)

(الف) ولتاژ دو سر سلف و خازن

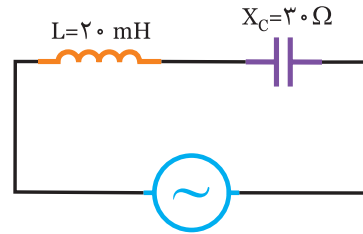
(ب) معادله‌ی زمانی ولتاژ دو سر آنها







در مدار شکل (۵-۳۱) مطلوبست:



$$V(t) = 100\sqrt{2} \sin(1000t - 90^\circ)$$

شکل (۵-۳۱)

(الف) جریان منبع و معادله‌ی زمانی آن

(ب) ولتاژ دو سر هر المان

(ج) معادله‌ی زمانی ولتاژ دو سر هر المان



(الف) ابتدا مقاومت سلفی را محاسبه کنید.

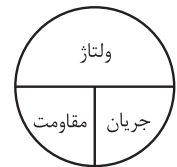
$$X_L = \omega L = 1000 \times 20 \times 10^{-3} = 20 \Omega$$

$$Z = |X_L - X_C| = |20 - 30| = 10 \Omega$$

$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100 \text{ V}$$

$$\text{ولتاژ} \\ \text{جریان} = \frac{\text{مقاومت}}$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{100}{10} = 10 \text{ A}$$

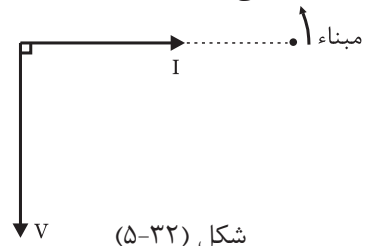


برای بدست آوردن معادله‌ی زمانی جریان منبع دیاگرام

برداري را رسم کنید.

چون  $X_C > X_L$  است مدار خاصیت خازنی دارد و جریان

مدار ۹۰° جلوتر از ولتاژ می‌شود.



شکل (۵-۳۲)

جریان ماکزیمم

$$I_m = \sqrt{2} I_e = \sqrt{2} \times 10 = 10\sqrt{2}$$

$$i(t) = I_m \sin \omega t \Rightarrow i(t) = 10\sqrt{2} \sin(1000t)$$

(ب) با داشتن جریان مدار، ولتاژ دو سر هر المان را بدست

می‌آوریم.  $\text{جریان} \times \text{مقاومت} = \text{ولتاژ}$

$$V_L = X_L I_e = (20)(10) = 200 \text{ V}$$

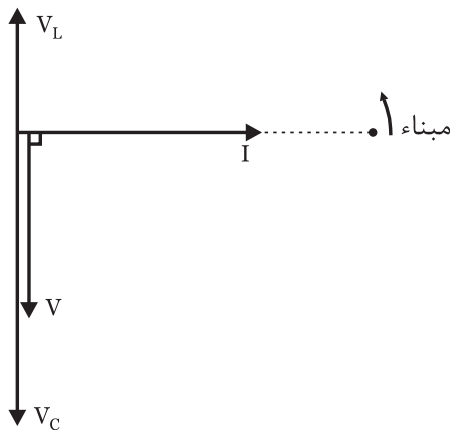
$$V_C = X_C I_e = (30)(10) = 300 \text{ V}$$

(ج) برای بدست آوردن معادله‌ی زمانی ولتاژ سلف و خازن

دیاگرام برداری را ترسیم کرده و با توجه به اینکه ولتاژ سلف

۹۰° جلوتر از جریان مدار و ولتاژ خازن ۹۰° عقب‌تر از جریان

مدار می‌باشد معادله‌ی زمانی  $V_L$  و  $V_C$  را می‌نویسیم.



شکل (۵-۳۳)

$$V_{Lm} = \sqrt{2} V_L = 200\sqrt{2} \text{ V}$$

$$V_{cm} = \sqrt{2} V_C = 300\sqrt{2} \text{ V}$$

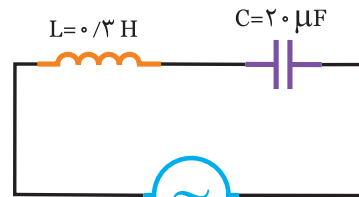
$$V_{L(t)} = 200\sqrt{2} \sin(1000t + 90^\circ)$$

$$V_{C(t)} = 300\sqrt{2} \sin(1000t - 90^\circ)$$



## فعالیت ۵

در مدار شکل (۵-۳۴) مطلوبیست:



$$V(t) = 50\sqrt{2} \sin(500t)$$

شکل (۵-۳۴)

الف) جریان منبع و معادله‌ی زمانی آن

ب) ولتاژ دو سر هر المان

ج) معادله‌ی زمانی ولتاژ آن‌ها

- ابتدا مبنا را رسم کنید.

- بردار  $V(t)$  را رسم کنید.

- چون  $X_L > X_C$  است لذا مدار پس فاز است.

$$I_m = \sqrt{2} I_e = (\sqrt{2})(\dots) = \dots \text{ A}$$

$$I(t) = \dots \sin(500t - 90^\circ)$$

ب) با داشتن جریان مدار، ولتاژ دو سر هر المان را بدست

$$V_L = X_L I_e = \dots \times \dots = \dots \text{ V} \quad \text{آوريد.}$$

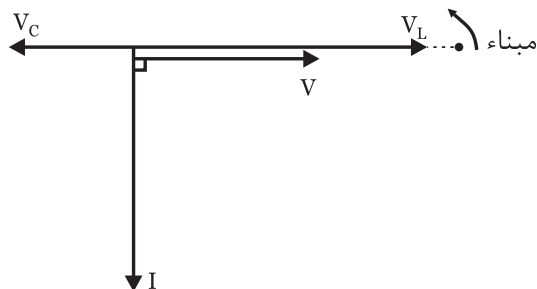
$$V_C = X_C I_e = \dots \times \dots = \dots \text{ V}$$

ج) برای بدست آوردن معادله زمانی  $V_C$  و  $V_L$  دیاگرام

برداری نیاز داریم.

- مبنا را مشخص کنید.

- بردار  $V$  و  $I$  را رسم کنید.



شکل (۵-۳۶)

- ولتاژ سلف  $90^\circ$  از جریان سلف جلوتر است.

- ولتاژ خازن  $90^\circ$  از جریان خازن عقب‌تر است.

$$V_{Lm} = \sqrt{2} V_L = (\sqrt{2})(\dots) = \dots \text{ V}$$

$$V_{cm} = \sqrt{2} V_C = (\sqrt{2})(\dots) = \dots \text{ V}$$

$$V_{L(t)} = \dots \sin(500t + \dots)$$

$$V_{C(t)} = \dots \sin(500t - 180^\circ)$$

$$X_L = \omega L = 500 \times 0.3 = \dots \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\dots} = \dots \Omega$$

$$Z = |X_L - X_C| = |150 - \dots| = \dots \Omega$$

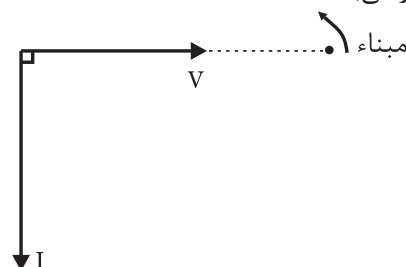
$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{\dots}{\sqrt{2}} = \dots \text{ V}$$

$$\text{ولتاژ} = \frac{\text{مقاومت}}{\text{جریان}}$$

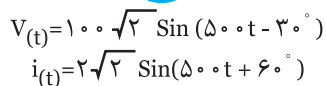
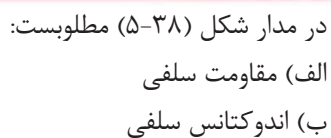
$$I_e = \frac{V_e}{Z} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ A}$$

برای بدست آوردن معادله زمانی جریان مدار دیاگرام

برداری نیاز می‌باشد.



شکل (۵-۳۵)



شکل (۳۸-۵)



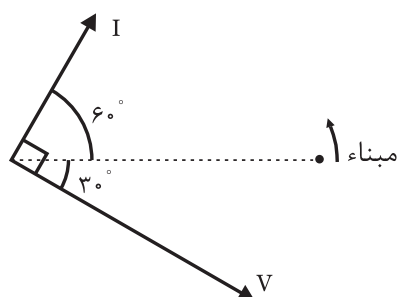
$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100V$$

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2A$$

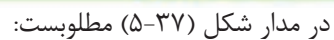
$$\text{ولتاژ} = \frac{\text{جریان}}{\text{مقاومت}}$$

$$Z = \frac{V_e}{I_e} = \frac{100}{2} = 50 \Omega$$

دیگرام برداری را ترسیم کنید.



شکل (۳۹-۵)

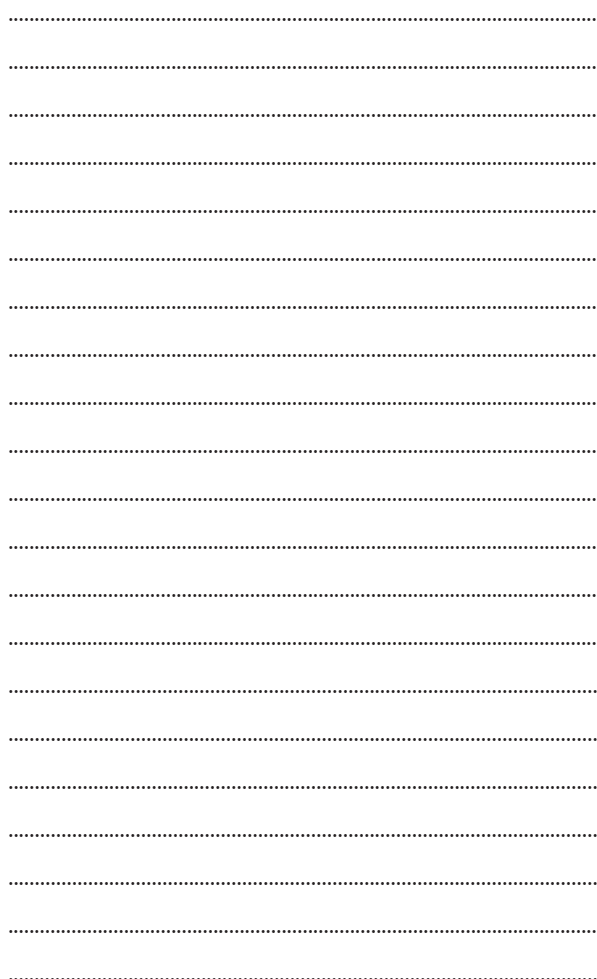


شكل (٣٧-٥)

الف) جریان منبع و معادله‌ی زمانی آن

(ب) ولتاژ دو سر هر امان

(ج) معادله‌ی زمانی  $V_C$  و  $V_L$



دیagram برداری را ترسیم کنید.

چون ولتاژ مدار جلوتر از جریان می‌باشد، مدار پس فاز و  $X_L > X_c$  است.

$$Z = |X_L - X_c|$$

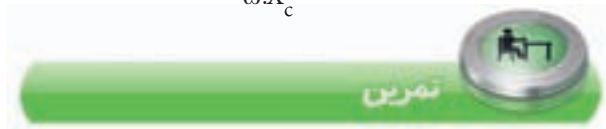
$$X_L = \omega L = 60 \times 10^{-3} \times 1000 = 60 \Omega$$

$$Z = X_L - X_c$$

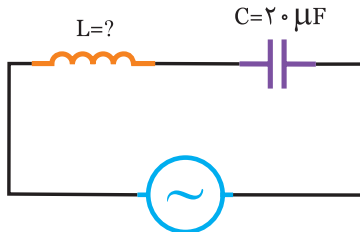
$$\dots = 60 - \dots \Rightarrow X_c = \dots \Omega$$

(ب)

$$X_c = \frac{1}{\omega c} \Rightarrow c = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{\dots \times \dots} = \dots \mu F$$



در مدار شکل (۵-۴۱) مطلوبست:



$$V(t) = 100\sqrt{2} \sin(1000t - 50^\circ)$$

$$i(t) = 4\sqrt{2} \sin(1000t + 40^\circ)$$

شکل (۵-۴۱)

(الف) مقاومت القایی

(ب) ضریب خودالقایی سلف (L)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

چون جریان مدار  $90^\circ$  جلوتر از ولتاژ مدار است به همین دلیل مدار پیش فاز بوده و  $X_c > X_L$  است.

$$Z = |X_L - X_c|$$

$$X_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{500 \times 20 \times 10^{-6}} = 100 \Omega$$

$$Z = X_c - X_L$$

$$50 = 100 - X_L \Rightarrow X_L = 50 \Omega$$

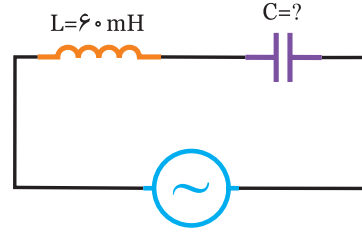
(ب)

$$X_L = \omega L \Rightarrow L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{50}{500} = 0.1 \text{ H}$$

$$L = 100 \text{ mH}$$



در مدار شکل (۵-۴۰) مطلوبست:



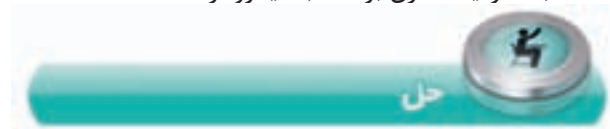
$$V(t) = 100 \sin 1000t$$

$$i(t) = 5 \sin(1000t - 90^\circ)$$

شکل (۵-۴۰)

(الف) مقاومت خازنی

(ب) ظرفیت خازن بر حسب میکروفاراد



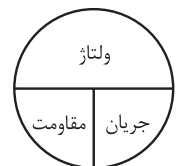
(الف)

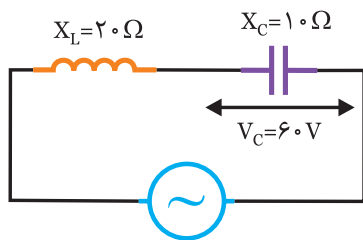
$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = \dots \text{ V}$$

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{\dots}{\sqrt{2}} = \dots \text{ A}$$

$$\text{ولتاژ} = \frac{\text{مقاومت}}{\text{جریان}}$$

$$Z = \frac{V_e}{I_e} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \Omega$$





شکل (۵-۴۴)

$$I_e = \frac{V_C}{X_C} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

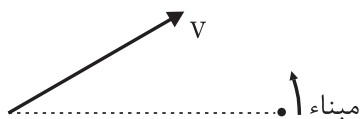
(الف)

$$Z = |X_L - X_C| = |\dots\dots\dots - \dots\dots\dots| = \dots\dots\dots \Omega$$

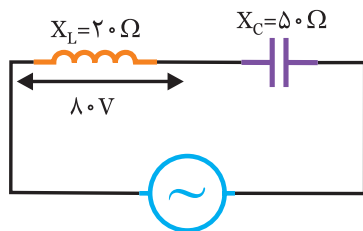
(ب)

$$V_e = Z \cdot I_e = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V}$$

(ج) چون  $X_L > X_C$  است، مدار ..... می‌باشد و جریان مدار ..... درجه از ولتاژ مدار ..... است. دیاگرام را کامل کنید.



شکل (۵-۴۵)



شکل (۵-۴۶)

(الف) جریان مدار (ب) ولتاژ منبع

(ج) رسم دیاگرام برداری با فرض  $\theta_v = 0$

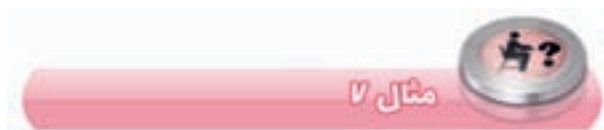
.....

.....

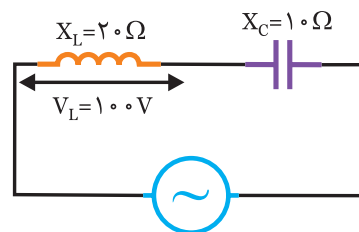
.....

.....

.....



در مدار شکل (۵-۴۲) مطلوبست:



شکل (۵-۴۲)

(الف) جریان منبع

(ب) ولتاژ منبع

(ج) رسم دیاگرام برداری با فرض  $\theta_v = 0$



(الف)

$$\text{ولتاژ} = \frac{\text{جریان}}{\text{مقاومت}}$$

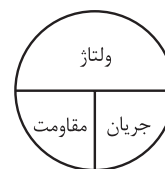
$$I_e = \frac{100}{20} = 5 \text{ A}$$

جریان  $\times$  مقاومت = ولتاژ

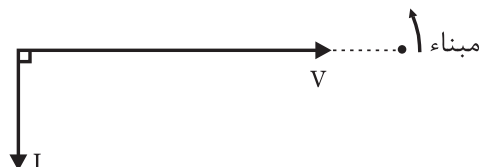
$$Z = |X_L - X_C| = |20 - 10| = 10 \Omega$$

$$V_e = Z \cdot I_e \Rightarrow V_e = 10 \times 5 = 50 \text{ V}$$

(ج) چون  $X_L > X_C$  است مدار پس فاز می‌باشد و جریان مدار ۹۰ از ولتاژ مدار عقب‌تر است.



(ب)



شکل (۵-۴۳)



در مدار شکل (۵-۴۴) مطلوبست:

(الف) جریان منبع

(ب) ولتاژ منبع

(ج) رسم دیاگرام برداری با فرض  $\theta_v = 30$

- الف) توان موثر  
ب) توان غیر موثر  
ج) توان ظاهری



الف)  $P_e = 0$

ب)  $Z = |X_L - X_C| = |..... - .....| = ..... \Omega$

ج)  $I_e = \frac{V_e}{Z} = \frac{.....}{.....} = ..... A$

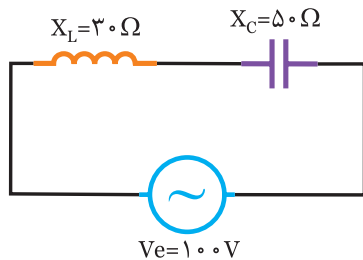
بخاطر اینکه  $X_C > X_L$  است، توان راکتیو ..... است.

$P_d = -V_e I_e \sin \phi = -(1)(.....)(200) = - ..... V.A.R$

ج)  $P_s = V_e I_e = (.....)(.....) = ..... V.A$



در مدار شکل (۵-۴۹) مطلوبست:



شکل (۵-۴۹)

- الف) توان اکتیو مدار  
ب) توان غیر مفید مدار  
ج) توان ظاهری مدار

.....

.....

.....

.....

.....

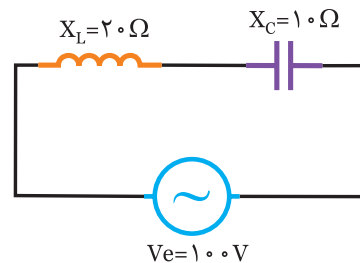
.....

.....

.....



در مدار شکل (۵-۴۷) مطلوبست:



شکل (۵-۴۷)

- الف) توان موثر  
ب) توان غیر موثر  
ج) توان ظاهری



الف) بخاطر اینکه مقاومت R نداریم توان موثر صفر

است.  $P_e = V_e I_e \cos \phi = 0$

ب)

$Z = |X_L - X_C| = |20 - 10| = 10 \Omega$

$I_e = \frac{V_e}{Z} = \frac{100}{10} = 10 A$

بخاطر اینکه  $X_L > X_C$  است، توان غیر موثر مثبت

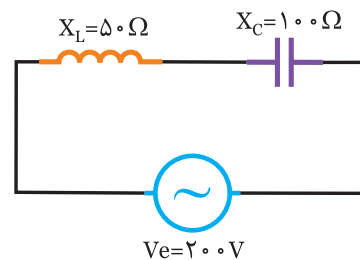
می باشد.

$P_d = V_e I_e \sin \phi = (100)(10)(1) = 1000 V.A.R$

ج)  $P_s = V_e I_e = 100 \times 10 = 1000 V.A$



در مدار شکل (۵-۴۸) مطلوبست:



شکل (۵-۴۸)

- الف) توان مصرفی  
ب) توان غیر مصرفی  
ج) توان ظاهری



الف)  $P_e = R I_e^2 = (\dots)(\dots) = \dots \text{ W}$

ب)  $P_{dL} = X_L I_e^2 = (4)(\dots) = \dots \text{ V.A.R}$

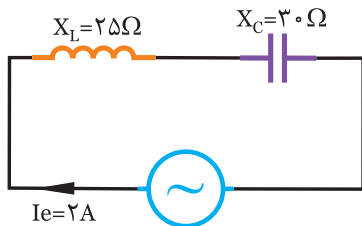
$P_{dc} = -X_C I_e^2 = -(15)(\dots) = \dots \text{ V.A.R}$

$P_d = P_{dL} + P_{dc} = \dots - \dots = \dots \text{ V.A.R}$

ج)  $P_s = |P_d| = |\dots| = \dots \text{ V.A}$



در مدار شکل (۵-۵۲) مطلوبست:



شکل (۵-۵۲)

- الف) توان موثر  
ب) توان غیر موثر  
ج) توان ظاهری

.....

.....

.....

.....

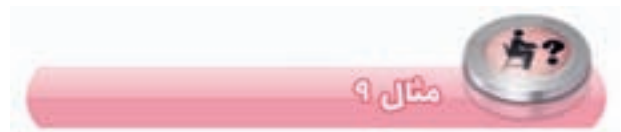
.....

.....

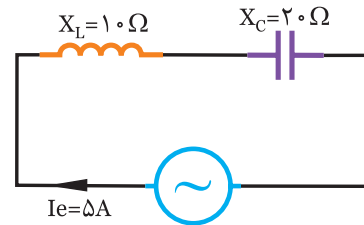
.....

.....

.....



در مدار شکل (۵-۵۰) مطلوبست:



شکل (۵-۵۰)

- الف) توان اکتیو  
ب) توان راکتیو  
ج) توان ظاهری



الف)  $P_e = R I_e^2 = (0)(5)^2 = 0 \text{ W}$

ب)  $P_{dL} = X_L I_e^2 = (10)(5)^2 = 250$

$P_{dc} = -X_C I_e^2 = -(20)(5)^2 = -500$

$P_d = 250 - 500 = -250 \text{ V.A.R}$

ج)  $Z = |X_L - X_C| = |10 - 20| = 10 \Omega$

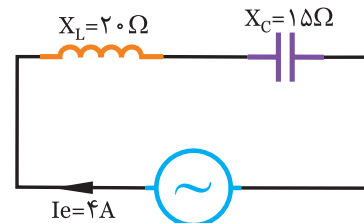
$P_s = Z I_e^2 = 10(5)^2 = 250 \text{ V.A}$

البته می‌توان از رابطه‌ی  $P_s = |P_d|$  نیز بدست آورد.

$P_s = |P_d| = |-250| = 250 \text{ V.A}$



در مدار شکل (۵-۵۱) مطلوبست:

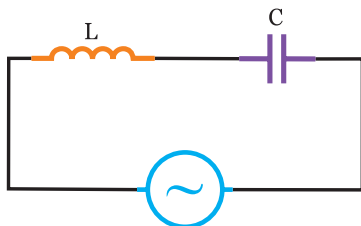


شکل (۵-۵۱)



## فعالیت ۱۰

در مدار شکل (۵-۵۴) اگر  $V_c = 2V_L$  باشد. مطلوبست:



$$i(t) = 5\sqrt{2} \sin(1000t + 60^\circ)$$

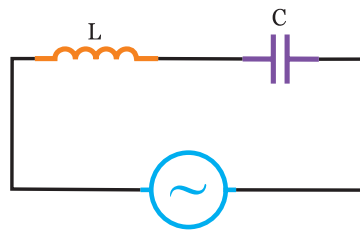
$$V(t) = 200\sqrt{2} \sin(1000t - 30^\circ)$$

شکل (۵-۵۴)

الف) اندازه‌ی L و C

## مثال ۱۰

در مدار شکل (۵-۵۳) اگر  $V_L = 3V_c$  باشد. مطلوبست:



$$V(t) = 100\sqrt{2} \sin 500t$$

$$i(t) = 2\sqrt{2} \sin(500t - 90^\circ)$$

شکل (۵-۵۳)

الف) اندازه‌ی L و C

## حل

الف)

$$V_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{\dots\dots\dots}{\sqrt{2}} = \dots\dots\dots \text{ V}$$

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{\dots\dots\dots}{\sqrt{2}} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

$$V_e = |V_L - V_C| \Rightarrow 200 = 2V_L - V_L \Rightarrow V_L = \dots\dots\dots \text{ V}$$

$$V_c = 2V_L = 2 \times \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V}$$

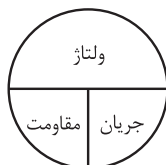
$$\text{مقاومت} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$X_L = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \Omega$$

$$X_L = \frac{1}{\dots\dots\dots \times \dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \Omega$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{\dots\dots\dots}{1000} = \dots\dots\dots \text{ mH}$$

$$C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{1000 \times \dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \mu\text{F}$$



## حل

الف)

$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100 \text{ V}$$

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2 \text{ A}$$

$$V_e = |V_L - V_C| \Rightarrow 100 = 3V_C - V_C \Rightarrow 100 = 2V_C$$

$$V_C = \frac{100}{2} = 50 \text{ V}$$

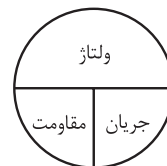
$$V_L = 3V_C = 3 \times 50 = 150 \text{ V}$$

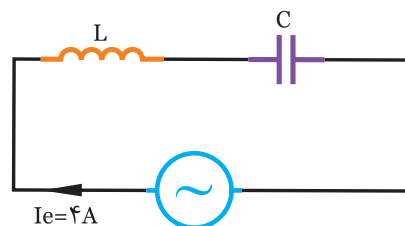
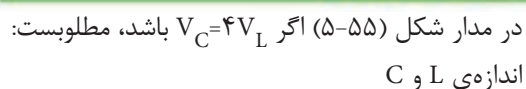
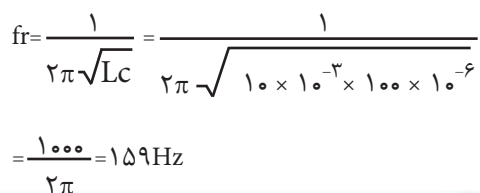
$$\text{ولتاژ} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$X_L = \frac{V_L}{I_e} = \frac{150}{2} = 75 \Omega$$

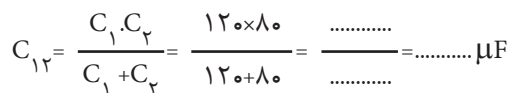
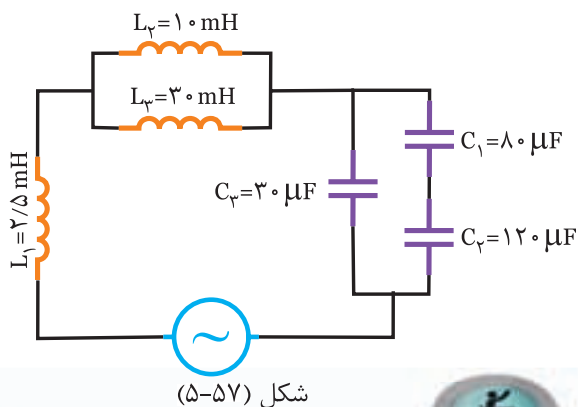
$$X_c = \frac{V_c}{I_e} = \frac{50}{2} = 25 \Omega$$

$$C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{25 \times 500} = 80 \mu\text{F}$$





$V_e = 100 \text{ V}$   
 $\omega = 1000 \text{ rad/s}$   
 شكل (٥-٥٥)

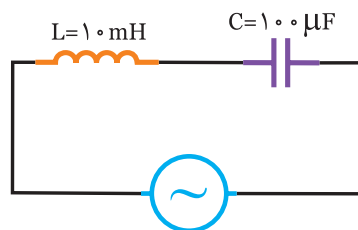
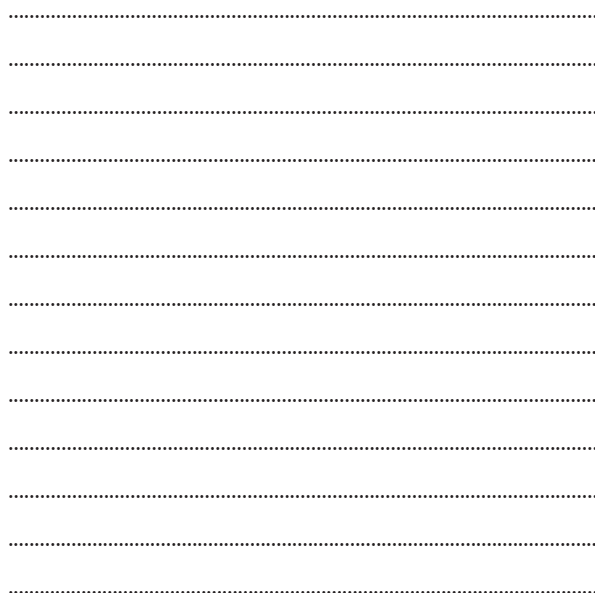


$$C_t = C_r + C_{ly} = 100 + \dots = \dots \mu F$$

$$L_{\text{eq}} = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2} = \frac{\dots \times \dots}{\dots} = \dots \text{ mH}$$

$$L_t = L_1 + L_{23} = 2/5 + \dots = \dots \text{ mH}$$

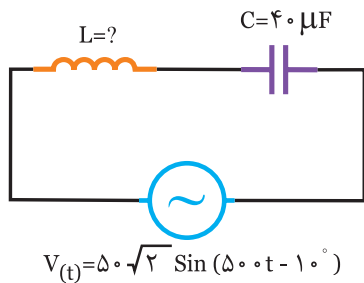
$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{\text{t.c.t}}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\dots\dots\dots \times \dots\dots\dots}} = \dots\dots\dots \text{Hz}$$



شکل (۵۶-۵)

## فعالیت ۱۲

در مدار شکل (۵-۶۰) اندوکتانس  $L$  را چنان تعیین کنید که مدار در حالت تشدید قرار گیرد.



شکل (۵-۶۰)

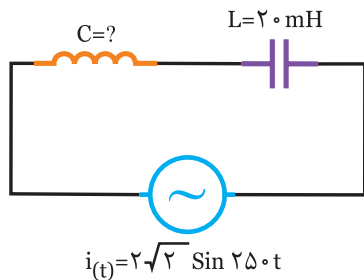
## حل

$$X_C = X_L \Rightarrow \frac{1}{\omega C} = \omega L \Rightarrow L = \frac{1}{\dots\dots\dots}$$

$$L = \frac{1}{(500)^2 \times \dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{mH}$$

## تمرین

در مدار شکل (۵-۶۱) ظرفیت خازن  $C$  را چنان تعیین کنید که مدار در حالت تشدید قرار گیرد.

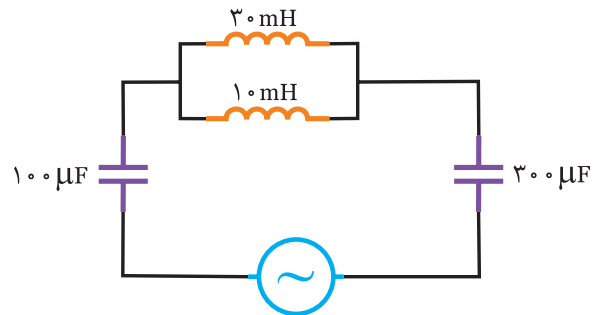


شکل (۵-۶۱)

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

## تمرین

فرکانس رزونانس مدار شکل (۵-۵۸) را بدست آورید.

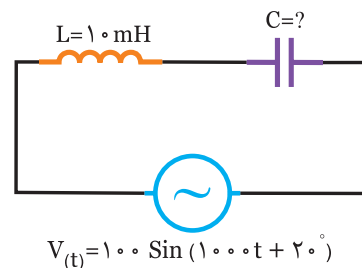


شکل (۵-۵۸)

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

## مثال ۱۲

در مدار شکل (۵-۵۹) ظرفیت خازن  $C$  را چنان تعیین کنید که مدار در حالت تشدید قرار گیرد.



شکل (۵-۵۹)

## حل

شرط اینکه مدار در حالت رزونانس قرار گیرد  $X_L = X_C$  است لذا داریم:

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{(1000)^2 \times 10 \times 10^{-3}} = 100 \mu\text{F}$$

- الف) فرکانس رزونانس  
ب) امپدانس در حالت تشدید  
ج) جریان مدار در حالت تشدید



الف)  $L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{mH}$

$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{\dots\dots\dots \times \dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \mu\text{F}$

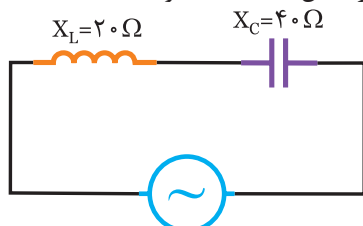
$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\dots\dots\dots \times \dots\dots\dots}} = \dots\dots\dots \text{Hz}$

ب)  $Z = \dots\dots\dots$

ج)  $I = \dots\dots\dots$



در مدار شکل (۵-۶۴) مطلوبست:



$V(t) = 200 \sin(250t + \frac{\pi}{3})$

شکل (۵-۶۴)

- الف) فرکانس رزونانس  
ب) امپدانس در حالت تشدید  
ج) جریان مدار در حالت تشدید

.....

.....

.....

.....

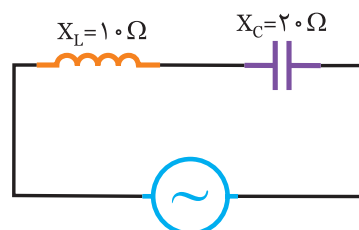
.....

.....

.....



در مدار شکل (۵-۶۲) مطلوبست:



$V(t) = 100\sqrt{2} \sin 1000t$

شکل (۵-۶۲)

- الف) فرکانس تشدید  
ب) امپدانس در حالت تشدید  
ج) جریان مدار در حالت تشدید



الف) ابتدا  $L$  و  $C$  را بدست آورید.

$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{10}{1000} = 10 \text{mH}$

$C = \frac{1}{X_C \cdot \omega} = \frac{1}{1000 \times 20} = 50 \mu\text{F}$

$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-6}}} = 225 \text{Hz}$

ب) از آنجائیکه در رزونانس  $X_L = X_C$  می باشد لذا

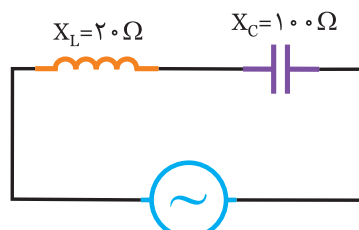
$Z = |X_L - X_C| = 0$

ج)

$I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{0} = \infty$



در مدار شکل (۵-۶۳) مطلوبست:



$V(t) = 50\sqrt{2} \sin 500t$

شکل (۵-۶۳)

الف) اندازه‌ی جریان منبع  
ب) اندازه‌ی C و L



$$P_d = |P_{dL} - P_{dc}| = \dots\dots\dots \text{V.A.R} \quad (\text{الف})$$

$$P_d = V_e \cdot I_e \Rightarrow I_e = \frac{P_d}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{A}$$

$$P_{dL} = X_L \cdot I_e^2 \Rightarrow X_L = \frac{P_{dL}}{(\dots\dots\dots)^2} = \dots\dots\dots \Omega \quad (\text{ب})$$

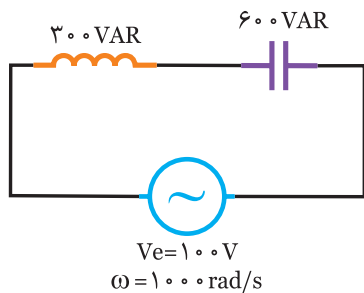
$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{mH}$$

$$P_{dc} = X_c \cdot I_e^2 \Rightarrow X_c = \frac{P_{dc}}{(\dots\dots\dots)^2} = \dots\dots\dots \Omega$$

$$C = \frac{1}{\omega \cdot X_c} = \frac{1}{\dots\dots\dots \times \dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \mu\text{F}$$



در مدار شکل (۵-۶۷) مطلوبست:



شکل (۵-۶۷)

الف) اندازه‌ی جریان منبع      ب) اندازه‌ی C و L

.....

.....

.....

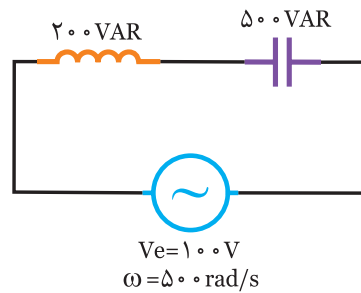
.....

.....

.....



در مدار شکل (۵-۶۵) مطلوبست:



شکل (۵-۶۵)

الف) اندازه‌ی جریان منبع  
ب) اندازه‌ی C و L



$$P_d = |P_{dc} - P_{dL}| = 500 - 200 = 300 \text{ V.A.R} \quad (\text{الف})$$

$$P_d = V_e \cdot I_e \Rightarrow I_e = \frac{P_d}{V_e} = \frac{300}{100} = 3 \text{ A}$$

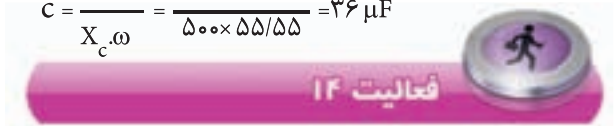
(ب)

$$P_{dL} = X_L \cdot I_e^2 \Rightarrow X_L = \frac{200}{(3)^2} = 22/22 \Omega$$

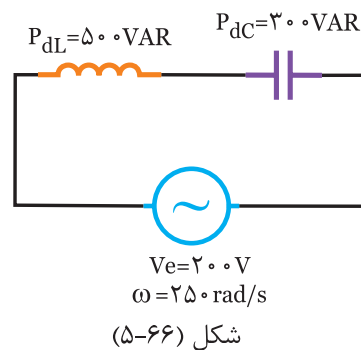
$$P_{dc} = X_c \cdot I_e^2 \Rightarrow X_c = \frac{500}{(3)^2} = 55/55 \Omega$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{22/22}{500} = 44/44 \text{ mH}$$

$$C = \frac{1}{X_c \cdot \omega} = \frac{1}{500 \times 55/55} = 36 \mu\text{F}$$



در مدار شکل (۵-۶۶) مطلوبست:



شکل (۵-۶۶)



۱- در مدار LC سری کدام صحیح نیست؟

(۱)  $P_e = 0$

(۲)  $\cos\phi = 0$

(۳)  $\sin\phi = 0$

(۴)  $\sin\phi = 1$

۲- در مدار LC سری در حالت رزونانس کدام صحیح نیست؟

(۱)  $P_d = 0$

(۲)  $P_s = 0$

(۳)  $P_e = 0$

(۴)  $P_L = P_c$

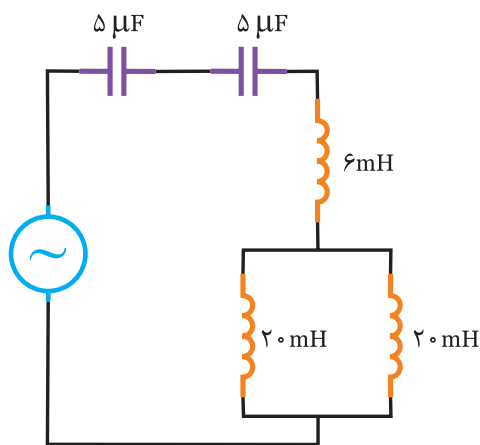
۳- فرکانس تشدید مدار شکل (۵-۶۸) چند هرتز است.

(۱) ۱۲۵۰

(۲)  $\frac{125}{\pi}$

(۳) ۱۲۵

(۴)  $\frac{1250}{\pi}$



شکل (۵-۶۸)

۴- در مدار LC سری اگر فرکانس زیاد شود  $P_{dL}$  چه خواهد شد؟

(۱) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

(۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

(۳) افزایش می‌یابد.

(۴) کاهش می‌یابد.

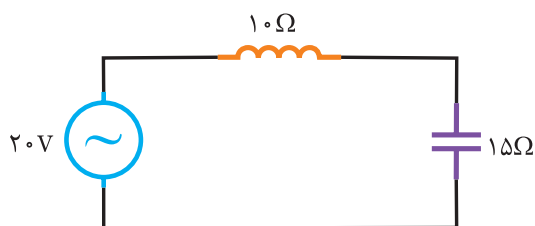
۵- در مدار شکل (۵-۶۹) توان راکتیو چند وار است.

(۱) -۲۰

(۲) ۲۰

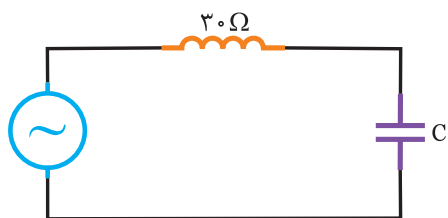
(۳) -۸۰

(۴) ۸۰



شکل (۵-۶۹)

۶- در مدار شکل (۵-۷۰) اگر  $i_{(t)} = 2\sqrt{2} \sin 500t$  و  $V_{(t)} = 50\sqrt{2} \sin(500t - 90^\circ)$  باشد. ظرفیت خازن چند میکروفاراد است.



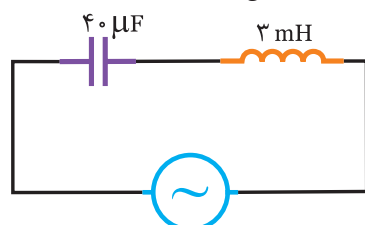
شکل (۵-۷۰)

(۱) ۴۰۰

(۲) ۸۰

(۳) ۳۶

(۴) ۶۶



$$V_{(t)} = 10\sqrt{2} \sin 2500t$$

شکل (۵-۷۱)

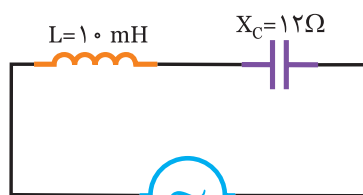
۷- در مدار شکل (۵-۷۱) مطلوبست:

الف) جریان مدار

ب) معادله‌ی زمانی جریان مدار

ج) مدار توسط نرم افزار مولتی‌سیم به صورت

آزمایشگاه مجازی بسته و درستی جواب‌ها را بررسی کنید.



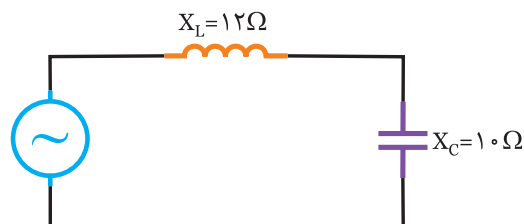
$$V_{L(t)} = 8\sqrt{2} \sin 400t$$

شکل (۵-۷۲)

۸- در مدار شکل (۵-۷۲) مطلوبست:

الف) امپدانس مدار

ب) معادله‌ی زمانی جریان منبع



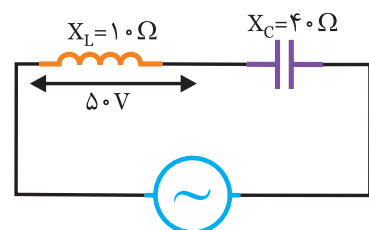
$$V_{(t)} = 80\sqrt{2} \sin 500t$$

شکل (۵-۷۳)

۹- در مدار شکل (۵-۷۳) مطلوبست:

الف) معادله‌ی زمانی جریان مدار

ب) معادله‌ی زمانی ولتاژ دو سر سلف و خازن



شکل (۵-۷۴)

۱۰- در مدار شکل (۵-۷۴) مطلوبست:

الف) جریان مدار

ب) ولتاژ منبع

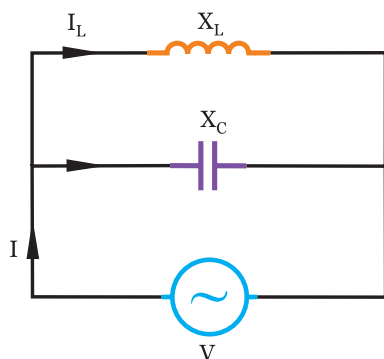
ج) رسم دیاگرام برداری ولتاژ با فرض  $\theta_v = 50^\circ$

جریان  $\times$  مقاومت = ولتاژ

$$V = Z.I$$

$$V_L = V_C = V_e$$

در این مدارها در شکل (۵-۷۷) جریان منبع به نسبت عکس مقاومت‌های سلفی و خازنی تقسیم می‌شود.



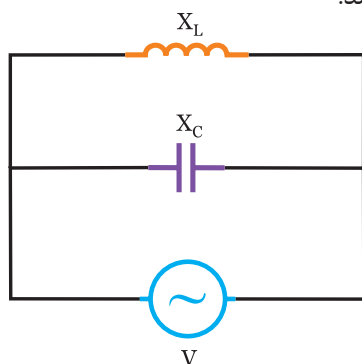
شکل (۵-۷۷)

$$I_e = |I_L - I_C|$$

$$I_L = \frac{V_e}{X_L}$$

$$I_C = \frac{V_e}{X_C}$$

در مدارهای LC موازی مطابق شکل (۵-۷۸) اختلاف فاز  $\varphi = 90^\circ$  می‌باشد.



$$V(t) = V_m \sin \omega t$$

$$i(t) = I_m \sin(\omega t \pm 90^\circ)$$

شکل (۵-۷۸)



به کمک موتورهای جستجوگر درباره‌ی لغات زیر مطالبی را تهیه و در کلاس ارائه دهید.

Impedance (۱)

Admittance (۲)

Susceptance (۳)

Reactance (۴)

Serial LC Circuits (۵)

همچنین درباره‌ی تفاوت لغات زیر تحقیق کنید.

Resistance با Resistor (۱)

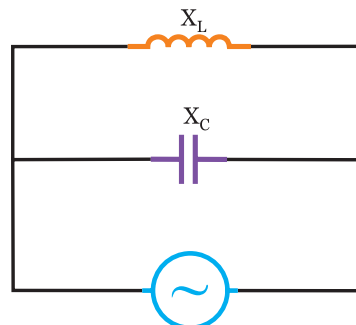
Inductance با Inductor (۲)

Capacitance با Capacitor (۳)



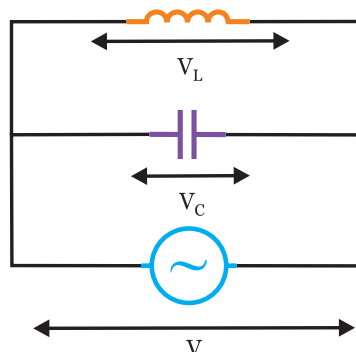
### ۵-۳- مدارهای LC موازی:

هرگاه یک مقاومت سلفی و یک مقاومت خازنی به صورت موازی به یک منبع ولتاژ متناوب متصل شود. مطابق شکل (۵-۷۵) مدار LC موازی را تشکیل می‌دهد.



شکل (۵-۷۵)

در مدارهای LC موازی ولتاژ منبع با ولتاژ هر یک از عناصر که در شکل (۵-۷۶) دیده می‌شود، برابر می‌باشد.

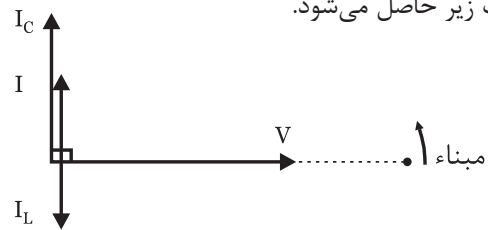


شکل (۵-۷۶)



اگر  $X_L > X_C$  باشد: مراحل ایجاد نمودار شکل (۵-۷۹) به

صورت زیر حاصل می‌شود.



شکل (۵-۷۹)

- مبنا را ترسیم کنید.

- بردار  $V$  را رسم کنید.

- جریان منبع از ولتاژ منبع  $90^\circ$  جلوتر است.

- معادله‌ی زمانی جریان منبع به صورت

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

نوشته می‌شود.

- در سلف جریان  $90^\circ$  از ولتاژ دو سرش عقب‌تر است لذا

$I_L$  نسبت به  $V$ ؛  $90^\circ$  عقب‌تر ترسیم می‌شود.

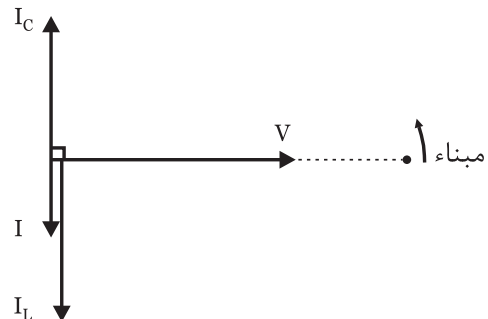
- در خازن جریان  $90^\circ$  از ولتاژ دو سرش جلوتر است لذا

$I_C$  نسبت به  $V$   $90^\circ$  جلوتر ترسیم می‌شود از آنجائیکه مدار

پیش فاز است لذا  $I_C > I_L$  می‌باشد.

اگر  $X_L < X_C$  باشد: مراحل ایجاد نمودار شکل (۵-۸۰) به

صورت زیر حاصل می‌شود.



شکل (۵-۸۰)

- مبنا را ترسیم کنید.

- بردار  $V$  را رسم کنید.

- جریان منبع از ولتاژ منبع  $90^\circ$  عقب‌تر است.

- معادله‌ی زمانی جریان منبع به

صورت  $i(t) = I_m \sin(\omega t + 90^\circ)$  نوشته می‌شود.

- در سلف جریان  $90^\circ$  از ولتاژ دو سرش عقب‌تر است لذا

$I_L$  نسبت به  $V$   $90^\circ$  عقب‌تر ترسیم می‌شود از آنجائیکه مدار

پس فاز است لذا  $I_L > I_C$  می‌باشد.

- در خازن جریان  $90^\circ$  از ولتاژ دو سرش جلوتر است لذا

$I_C$  نسبت به  $V$   $90^\circ$  جلوتر ترسیم می‌شود از آنجائیکه مدار پس

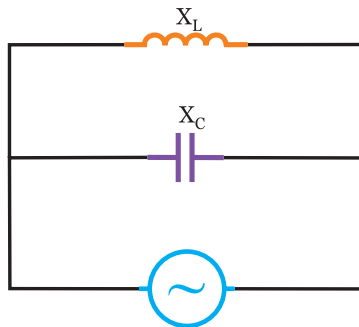
فاز است لذا  $I_L > I_C$  می‌باشد.

اگر  $X_L > X_C$  باشد:

از آنجائیکه  $V_L = V_C$  می‌باشد جریان عبوری از سلف و

خازن در مدار شکل (۵-۸۱) برابر می‌شود لذا جریان منبع صفر

خواهد شد که مدار در حالت تشدید یا رزونانس می‌باشد.



شکل (۵-۸۱)

$$X_L = X_C \Rightarrow I_C = I_L$$

$$I = |I_L - I_C| \Rightarrow I = 0$$

$$X_L = X_C \Rightarrow \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 2\pi fL \Rightarrow fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

برای بدست آوردن توان در مدارهای LC موازی به علت

اینکه  $\varphi = \pm 90^\circ$  است، داریم:

$$\varphi = \pm 90^\circ \Rightarrow \cos\varphi = 0 \quad \sin\varphi = \pm 1$$

- توان موثر یا مصرفی صفر می‌باشد.

$$P_e = V_e I_e \cos\varphi = 0$$

- توان غیر موثر یا راکتیو می‌شود.

$$P_d = V_e I_e \sin\varphi = \pm V_e I_e$$

- اگر  $X_L > X_C$  باشد. مدار پیش فاز بوده و  $P_d = -V_e I_e$

می‌شود و اگر  $X_L < X_C$  باشد. مدار پس فاز بوده و  $P_d = V_e I_e$

می‌شود.

$$P_s = V_e I_e \Rightarrow P_s = |P_d| \quad \text{توان ظاهری می‌شود.}$$

#### ۵-۴- تاثیر فرکانس بر روی امپدانس و جریان در

مدار LC موازی:

از آنجائیکه با افزایش فرکانس مقاومت سلفی  $X_L = 2\pi fL$

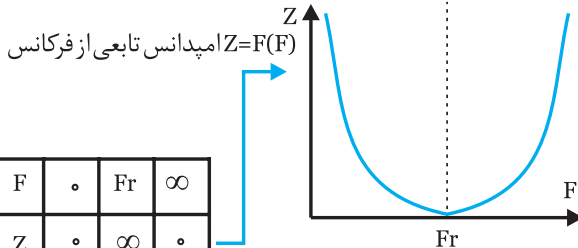
افزایش می‌یابد و با افزایش فرکانس مقاومت خازنی  $X_C = \frac{1}{2\pi fc}$

$$f = f_r \Rightarrow X_L = X_C$$

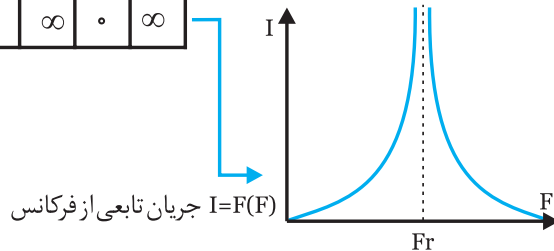
$$Z = \infty$$

$$I = 0$$

نتایج بررسی شده را می‌توان در جدول زیر خلاصه کرد.



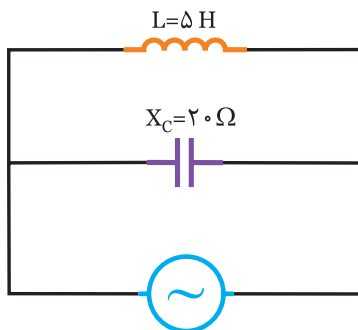
F	0	$f_r$	$\infty$
Z	0	$\infty$	0
I	$\infty$	0	$\infty$



شکل (۵-۸۶)



در مدار شکل (۵-۸۴) امپدانس مدار را بدست آورید.



$$V(t) = 100\sqrt{2} \sin 500t$$

شکل (۵-۸۷)



ابتدا  $X_L$  را بدست می‌آوریم.

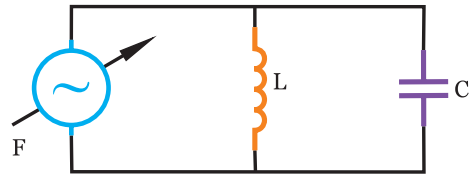
$$X_L = \omega L = 500 \times 5 \times 10^{-3} = 2.5 \Omega$$

$$Z = \frac{X_C \cdot X_L}{|X_L - X_C|} = \frac{2.5 \times 20}{|2.5 - 20|} = \frac{50}{17.5} = 2.857 \Omega$$

توضیح: چون  $X_C > X_L$  می‌باشد لذا مدار پس فاز است.

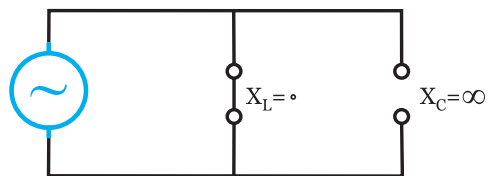
کاهش می‌یابد لذا با توجه به فرمول‌های  $Z = \frac{1}{\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}}$

$I = \frac{V}{Z}$  در شکل‌های زیر،  $I$  و  $Z$  در کمترین و بیشترین فرکانس و فرکانس رزونانس بررسی می‌کنیم.



شکل (۵-۸۲)

(۱) فرکانس صفر (DC):



شکل (۵-۸۳)

$$f = 0 \Rightarrow X_L = 0$$

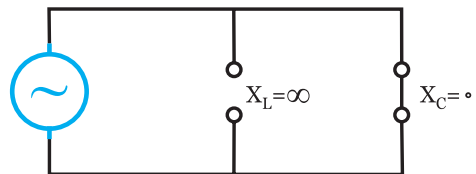
$$X_C = \infty$$

$$Z = 0$$

$$I = \infty$$

سلف مدار را اتصال کوتاه می‌کند.

(۲) فرکانس بی‌نهایت:



شکل (۵-۸۴)

$$f = \infty \Rightarrow X_L = \infty$$

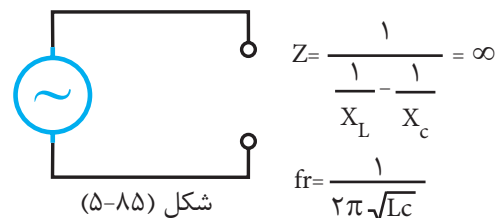
$$X_C = 0$$

$$Z = \infty$$

$$I = 0$$

خازن مدار را اتصال کوتاه می‌کند.

(۳) فرکانس رزونانس (تشدید):



شکل (۵-۸۵)

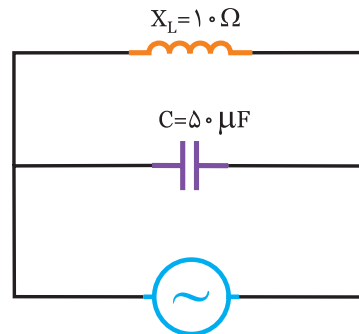
$$Z = \frac{1}{\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}} = \infty$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



## فعالیت ۱۵

در مدار شکل (۵-۸۸) امپدانس مدار را بدست آورید.



$$V(t) = 500 \sin 1000t$$

شکل (۵-۸۸)



حل

$$X_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{1000 \times 50 \times 10^{-6}} = 4 \Omega$$

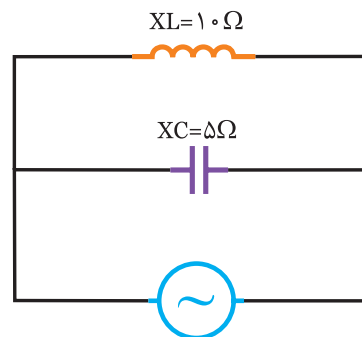
$$Z = \frac{X_c \cdot X_L}{|X_c - X_L|} = \frac{4 \times 10}{|4 - 10|} = 10 \Omega$$

توضیح: چون  $X_L > X_c$  می باشد لذا مدار ..... فاز است.



تمرین

در مدار شکل (۵-۸۹) امپدانس مدار را بدست آورید.



شکل (۵-۸۹)

.....

.....

.....

.....

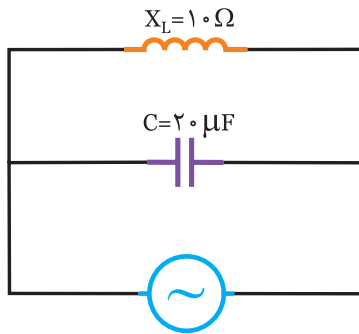
.....

.....



## مثال ۱۶

در مدار شکل (۵-۹۰) مطلوبست:



$$V(t) = 50 \sqrt{2} \sin 1000t$$

شکل (۵-۹۰)

الف) جریان مدار (ب) معادله‌ی زمانی جریان منبع



حل

الف) ابتدا مقدار  $X_c$  را بدست می آوریم.

$$X_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{1000 \times 20 \times 10^{-6}} = 25 \Omega$$

$$Z = \frac{X_c \cdot X_L}{|X_c - X_L|} = \frac{25 \times 10}{|25 - 10|} = 12.5 \Omega$$

$$\text{ولتاژ} = \frac{\text{جریان}}{\text{مقاومت}}$$

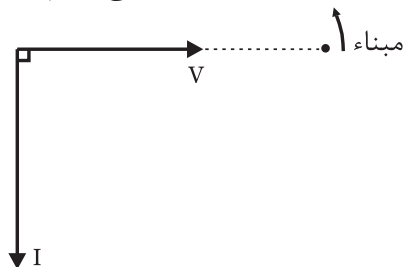
$$V_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{50 \sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 50 \text{ V}$$

جریان موثر مدار

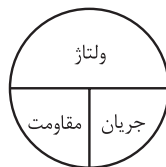
$$I_e = \frac{I_m}{Z} = \frac{50}{12.5} = 4 \text{ A}$$

ب) برای نوشتن معادله زمانی جریان نیاز به دیاگرام

برداری می باشد که به صورت زیر عمل می نماییم.



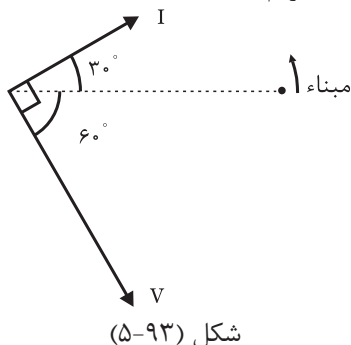
شکل (۵-۹۱)



جریان موثر مدار

$$I_e = \frac{V_e}{Z} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots A$$

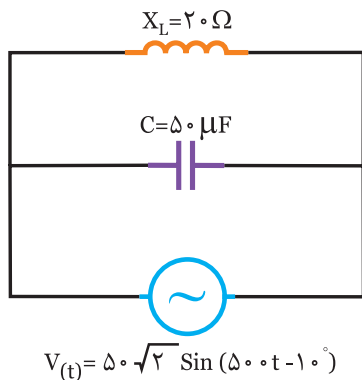
ب) برای نوشتن معادله‌ی زمانی جریان نیاز به دیاگرام برداری می‌باشد که در این مدار  $X_L > X_C$  است لذا مدار پیش فاز می‌باشد، که داریم:



$$I_m = \sqrt{2} I_e = \dots\dots\dots A$$

$$I_{(t)} = I_m \sin(\omega t + 30^\circ) \Rightarrow I_{(t)} = \dots\dots\dots \sin(\dots\dots\dots + 30^\circ)$$

در مدار شکل (۵-۹۴) مطلوبست:



الف) جریان مدار

ب) معادله‌ی زمانی جریان منبع

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- مبنا را ترسیم می‌کنیم.

- بردار  $V_{(t)}$  را رسم کنید.

- در این مدار  $X_C > X_L$  است لذا مدار پس فاز و جریان

منبع  $90^\circ$  از ولتاژ مدار عقب‌تر است و آن را رسم کنید.

- با توجه به موقعیت بردار  $I$  معادله به صورت زیر

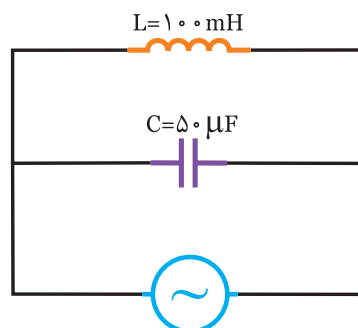
می‌شود.

$$I_m = \sqrt{2} I_e = 4\sqrt{2} A$$

$$I_{(t)} = I_m \sin(\omega t + 90^\circ) \Rightarrow I_{(t)} = 4\sqrt{2} \sin(1000t - 90^\circ)$$

فعالیت ۱۷

در مدار شکل (۵-۹۲) مطلوبست:



$$V_{(t)} = 100\sqrt{2} \sin(500t - 60^\circ)$$

شکل (۵-۹۲)

الف) جریان مدار

ب) معادله‌ی زمانی جریان منبع

$$X_L = \omega L = \dots\dots\dots \times 500 = \dots\dots\dots \Omega$$

الف)

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\dots\dots\dots \times \dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \Omega$$

$$Z = \frac{X_C \cdot X_L}{|X_C - X_L|} = \frac{\dots\dots\dots \times \dots\dots\dots}{|\dots\dots\dots - \dots\dots\dots|} = 200 \Omega$$

$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{\dots\dots\dots}{\sqrt{2}} = \dots\dots\dots V$$

- در این مدار  $X_L > X_C$  است لذا مدار پیش فاز و جریان منبع ۹۰ از جریان مدار عقبتر است و آن را رسم کنید.  
- با توجه به موقعیت بردار  $V$  معادله‌ی زمانی آن را

می‌نویسیم:

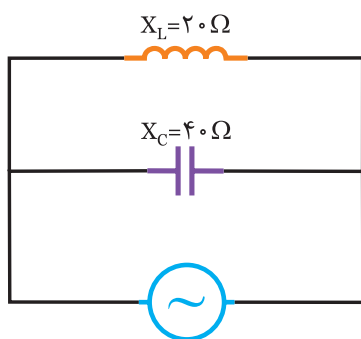
$$V_m = \sqrt{2} V_e = \sqrt{2} \times 800 = 800 \sqrt{2}$$

$$V_{(t)} = V_m \sin(\omega t - 20^\circ)$$

$$\Rightarrow V_{(t)} = 800 \sqrt{2} \sin(\omega t - 20^\circ)$$



در مدار شکل (۵-۹۷) مطلوبست:



$$i_{(t)} = 3\sqrt{2} \sin(\omega t - 40^\circ)$$

شکل (۵-۹۷)

الف) ولتاژ مدار  
ب) معادله‌ی زمانی ولتاژ منبع



الف)

$$Z = \frac{X_C X_L}{|X_C - X_L|} = \frac{\dots \times \dots}{|\dots - \dots|} = \dots \Omega$$

جریان موثر منبع

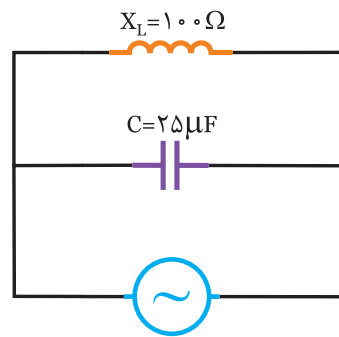
$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{\dots}{\sqrt{2}} = \dots A$$

ولتاژ مدار

$$V_e = Z I_e = \dots \times \dots = \dots V$$



در مدار شکل (۵-۹۵) مطلوبست:



$$i_{(t)} = 2\sqrt{2} \sin(\omega t + 70^\circ)$$

شکل (۵-۹۵)

الف) ولتاژ منبع  
ب) معادله‌ی زمانی ولتاژ منبع



الف) ابتدا  $X_C$  را بدست می‌آوریم.

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{500 \times 25 \times 10^{-6}} = 80 \Omega$$

$$Z = \frac{X_C X_L}{|X_C - X_L|} = \frac{100 \times 80}{|80 - 100|} = 400 \Omega$$

مقاومت  $\times$  جریان = ولتاژ

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2 A$$

ولتاژ موثر منبع

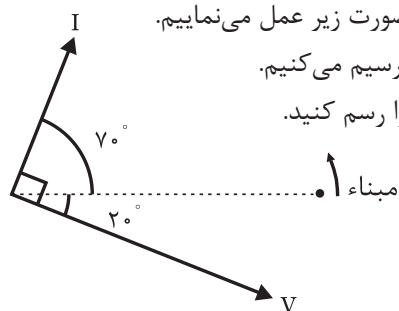
$$V_e = Z I_e = 400 \times 2 = 800 V$$

ب) برای نوشتن معادله‌ی ولتاژ نیاز به دیاگرام برداری

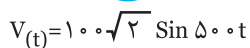
می‌باشد که به صورت زیر عمل می‌نماییم.

- مبنا را ترسیم می‌کنیم.

- بردار  $I$  را رسم کنید.



شکل (۵-۹۶)



شکل (۱۰۰-۵)

الف) جریان عبوری از سلف و خازن

(ب) معادله‌ی زمانی جریان سلف و خازن



$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100\text{ V}$$

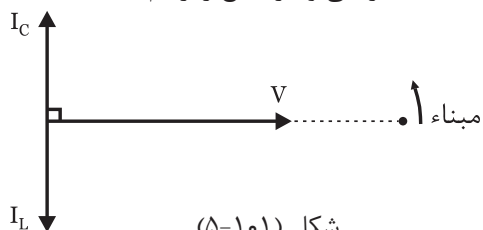
$$I_L = \frac{V_e}{X_L} = \frac{100}{20} = 5 \text{ A}$$

$$I_c = \frac{V_e}{X_c} = \frac{100}{40} = 2.5 \text{ A}$$

(ب) برای نوشتن معادلات زمانی جریان نیاز به رسم  
دیگرام برداری می باشد که مراحِل آن به صورت زیر است.

- مینا را ترسیم کنید.

- معادله‌ی زمانی و لتاژ منبع را رسم کنید.



شكل (١٠-٥)

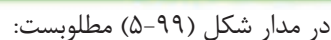
- در سلف جریان  $90^\circ$  از ولتاژ دو سرش عقبتر است لذا

$I_T$ ،  $90^\circ$  از ولتاژ مدار عقب‌تر است.

- در خازن جریان  $90^\circ$  از ولتاژ دو سرش جلوتر است لذا

$I_c$ ،  $90^\circ$  از ولتاژ مدار جلوتر است.

(ب) نوشتن معادله زمانی ولتاژ منبع نیاز به دیاگرام برداری داریم که در این مدار  $X_c > X_L$  است لذا مدار پس فاز و ولتاژ مدار  $90^\circ$  جلوتر از جریان مدار است.



شکل (۵-۹۹)

الف) ولتاژ مدار

(ب) معادله‌ی زمانی و لتاژ منبع

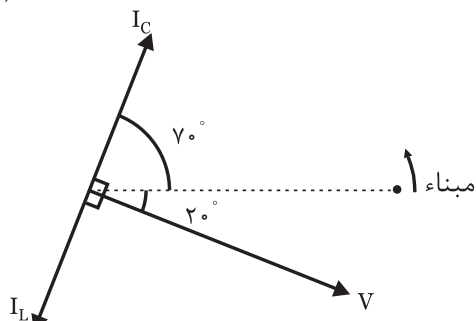
This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

$$I_{Lm} = \sqrt{2} I_L = \dots\dots\dots A$$

$$I_{cm} = \sqrt{2} I_c = \dots\dots\dots A$$

$$I_{L(t)} = \dots\dots\dots \sin(\dots\dots\dots t - \dots\dots\dots)$$

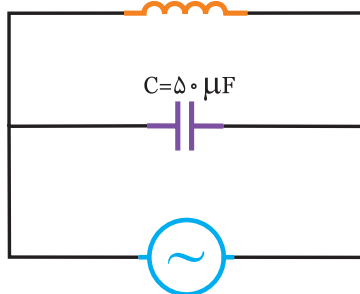
$$I_{c(t)} = \dots\dots\dots \sin(\dots\dots\dots t + \dots\dots\dots)$$



شکل (۵-۱۰۳)

در مدار شکل (۵-۱۰۴) مطلوبست:

$$X_L = 20 \Omega$$



$$V(t) = 120 \sqrt{2} \sin(500t + 30^\circ)$$

شکل (۵-۱۰۴)

الف) جریان عبوری از سلف و خازن

ب) معادله‌ی زمانی جریان سلف و خازن

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- با توجه به موقعیت بردارهای  $I_c$  و  $I_L$  معادله‌ی زمانی

آنها می‌شود.

$$I_{Lm} = \sqrt{2} I_L = 5 \sqrt{2} A$$

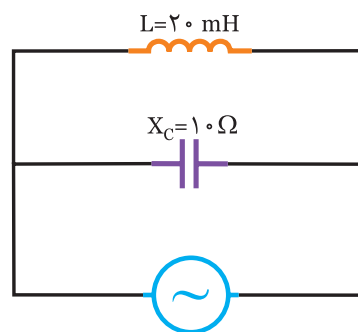
$$I_{cm} = \sqrt{2} I_c = 5/2 \sqrt{2} = \frac{5\sqrt{2}}{2} A$$

$$i_{L(t)} = 5 \sqrt{2} \sin(500t - 90^\circ)$$

$$i_{c(t)} = \frac{5\sqrt{2}}{2} \sin(500t + 90^\circ)$$

## فعالیت ۱۸

در مدار شکل (۵-۱۰۲) مطلوبست:



$$V(t) = 50 \sqrt{2} \sin(1000t - 20^\circ)$$

شکل (۵-۱۰۲)

الف) جریان عبوری از سلف و خازن

ب) معادله‌ی زمانی جریان سلف و خازن

$$X_L = \omega L = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \Omega$$

الف)

$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots V$$

$$I_L = \frac{V_e}{X_L} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots A$$

$$I_c = \frac{V_e}{X_c} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots A$$

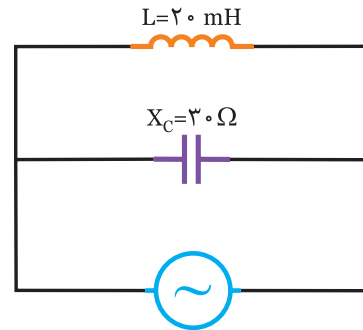
ب) برای نوشتن معادلات زمانی جریان سلف و خازن باید

مبنا را مشخص کرده و دیاگرام معادله زمانی ولتاژ را رسم کنیم

و سپس دیاگرام  $I_L$  و  $I_c$  را رسم نماییم.



در مدار شکل (۵-۱۰۵) مطلوبست:



$$i(t) = 2\sqrt{2} \sin(1000t - 90^\circ)$$

شکل (۵-۱۰۵)

الف) ولتاژ منبع و معادله‌ی زمانی آن

ب) جریان سلف و خازن

ج) معادله‌ی زمانی جریان سلف و خازن



الف) ابتدا مقاومت سلفی را بدست می‌آوریم.

$$X_L = \omega L = 1000 \times 20 \times 10^{-3} = 20 \Omega$$

$$Z = \frac{X_c X_L}{|X_c - X_L|} = \frac{30 \times 20}{|20 - 30|} = 60 \Omega$$

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2 \text{ A}$$

جریان  $\times$  مقاومت = ولتاژ

$$V_e = Z I_e \Rightarrow V_e = 120 = 2 \times 60 \text{ V}$$

برای بدست آوردن معادله‌ی زمانی ولتاژ دی‌گرام برداری

را رسم کنید.

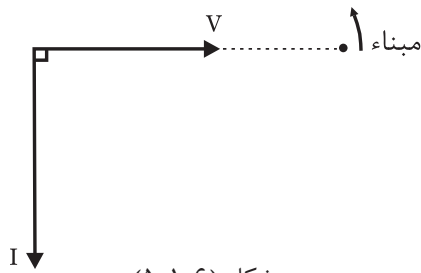
چون  $X_c > X_L$  است مدار خاصیت سلفی دارد و ولتاژ مدار

$90^\circ$  جلوتر از جریان مدار می‌باشد.

ولتاژ ماکزیمم

$$V_m = \sqrt{2} V_e = \sqrt{2} \times 120 = 120\sqrt{2} \text{ A}$$

$$V(t) = V_m \sin \omega t \Rightarrow V(t) = 120\sqrt{2} \sin(1000t)$$



شکل (۵-۱۰۶)

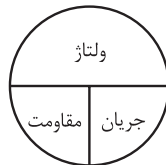
ب) با داشتن ولتاژ مدار، جریان سلف و خازن را بدست

می‌آوریم.

$$\text{ولتاژ} \\ \text{جریان} = \frac{\text{مقاومت}}$$

$$I_L = \frac{V_e}{X_L} = \frac{120}{20} = 6 \text{ A}$$

$$I_c = \frac{V_e}{X_c} = \frac{120}{30} = 4 \text{ A}$$

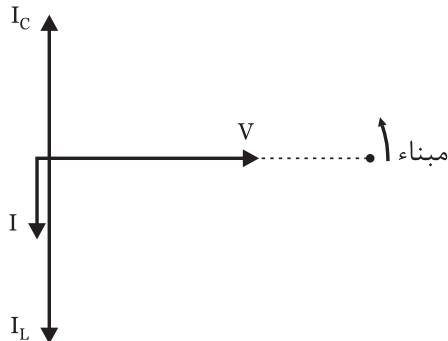


ج) برای بدست آوردن معادله‌ی زمانی جریان سلف و

خازن دی‌گرام برداری را ترسیم کرده و با توجه به اینکه جریان

سلف  $90^\circ$  عقب‌تر از ولتاژ مدار و جریان خازن  $90^\circ$  جلوتر از ولتاژ

مدار می‌باشد معادله‌ی زمانی  $I_L$  و  $I_c$  را می‌نویسیم.



شکل (۵-۱۰۷)

$$I_{Lm} = \sqrt{2} I_L = 6\sqrt{2} \text{ A}$$

$$I_{cm} = \sqrt{2} I_c = 4\sqrt{2} \text{ A}$$

$$i_{L(t)} = 6\sqrt{2} \sin(1000t - 90^\circ)$$

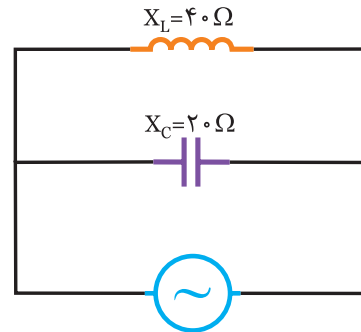
$$i_{c(t)} = 4\sqrt{2} \sin(1000t + 90^\circ)$$





## فعالیت ۱۹

در مدار شکل (۵-۱۰۸) مطلوبست:



$$i(t) = \sqrt{2} \sin(500t + 30^\circ)$$

شکل (۵-۱۰۸)

الف) ولتاژ منبع و معادله‌ی زمانی آن

ب) جریان سلف و خازن

ج) معادله‌ی زمانی جریان سلف و خازن



حل

الف)

$$Z = \frac{X_C \cdot X_L}{|X_L - X_C|} = \frac{..... \times .....}{|..... - .....|} = ..... \Omega$$

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{.....}{.....} = ..... A$$

$$V_e = Z \cdot I_e = ..... \times ..... = ..... V$$

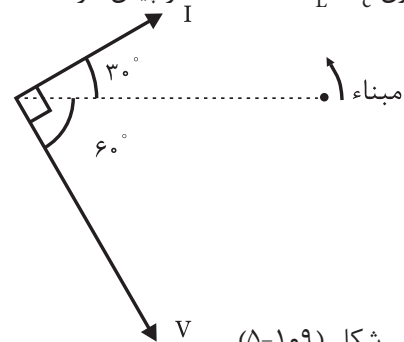
برای بدست آوردن معادله‌ی زمانی ولتاژ مدار نیاز به

دیاگرام برداری می‌باشد.

- ابتدا منبأ را رسم کنید.

- بردار  $i(t)$  را رسم کنید.

- چون  $X_L > X_C$  است لذا مدار پیش فاز است.



شکل (۵-۱۰۹)

$$V_m = \sqrt{2} V_e = ..... \times ..... = ..... V$$

$$V(t) = ..... \sin(500t - .....)$$

ب) با داشتن ولتاژ مدار، جریان سلف و خازن را بدست

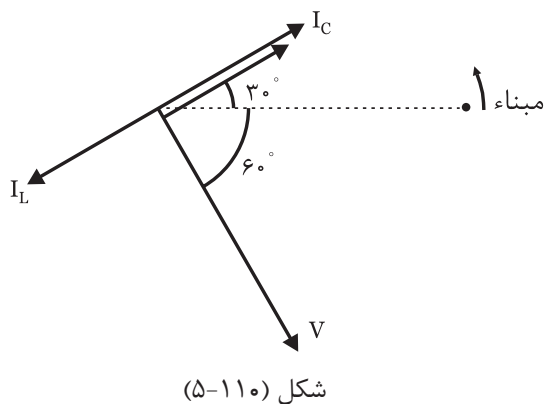
آورید.

$$I_L = \frac{V_e}{X_L} = \frac{.....}{.....} = ..... A$$

$$I_C = \frac{V_e}{X_C} = \frac{.....}{.....} = ..... A$$

ج) برای بدست آوردن معادله‌ی زمانی جریان سلف و

خازن دیاگرام برداری را ترسیم می‌نماییم.



شکل (۵-۱۱۰)

$$I_{Lm} = \sqrt{2} I_L = ..... A$$

$$I_{cm} = \sqrt{2} I_C = ..... A$$

$$i_{L(t)} = ..... \sin(500t - 150^\circ)$$

$$i_{C(t)} = ..... \sin(500t + .....)$$



$$Z = \frac{V_e}{I_e} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

دیاگرام برداری را ترسیم کنید.

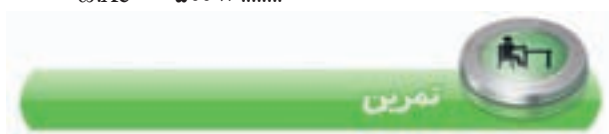
مبناء ۱. ....

چون جریان  $90^\circ$  جلوتر از ولتاژ است به همین دلیل مدار پیش فاز و  $X_L > X_C$  است.

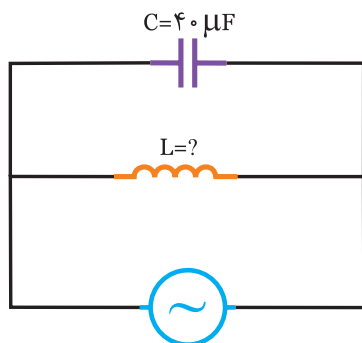
$$X_L = \omega L = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \Omega$$

$$Z = \frac{X_C \cdot X_L}{|X_L - X_C|} \Rightarrow \dots\dots\dots = \frac{\dots\dots\dots \times X_C}{|\dots\dots\dots - X_C|} \Rightarrow X_C = \dots\dots\dots \Omega$$

$$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{\dots\dots\dots \times \dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \mu\text{F} \quad (\text{ب})$$



در مدار شکل (۵-۱۱۵) مطلوبست:



$$V(t) = 100 \sin(\omega \cdot t - 90^\circ)$$

$$i(t) = 4 \sin(\omega \cdot t + 0^\circ)$$

شکل (۵-۱۱۵)

الف) مقاومت القایی      ب) ضریب خودالقایی سلف (L)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

چون ولتاژ  $90^\circ$  جلوتر از جریان است به همین دلیل مدار پس فاز و  $X_C > X_L$  است.

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\dots\dots\dots} = 100 \Omega$$

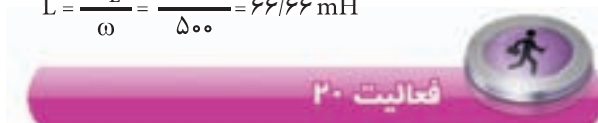
$$Z = \frac{X_C \cdot X_L}{|X_C - X_L|} \Rightarrow 50 = \frac{100 \cdot X_L}{|100 - X_L|}$$

$$\Rightarrow 100 \cdot X_L = 5000 - 50 \cdot X_L$$

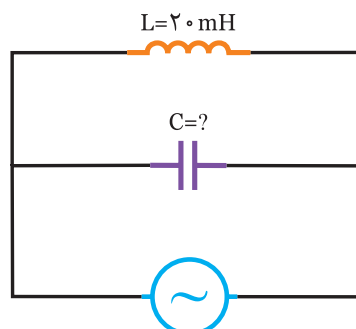
$$\Rightarrow 150 \cdot X_L = 5000 \Rightarrow X_L = \frac{5000}{150} = 33.33 \Omega$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{33.33}{\dots\dots\dots} = 66.66 \text{ mH}$$

(ب)



در مدار شکل (۵-۱۱۴) مطلوبست:



$$V(t) = 120\sqrt{2} \sin(\omega \cdot t - 45^\circ)$$

$$i(t) = 2\sqrt{2} \sin(\omega \cdot t + 45^\circ)$$

شکل (۵-۱۱۴)

الف) مقاومت خازنی

ب) ظرفیت خازن



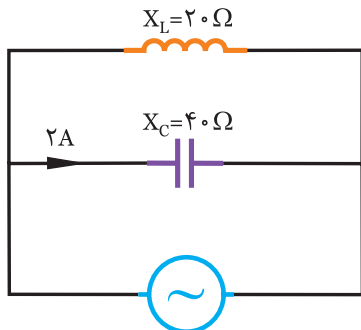
الف)

$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{ V}$$

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

## فعالیت ۲۱

در مدار شکل (۵-۱۱۸) مطلوبست:



شکل (۵-۱۱۸)

الف) ولتاژ منبع

ب) جریان منبع

ج) رسم دیاگرام برداری با فرض  $\theta_v = 30^\circ$

حل

الف)  $V_e = X_C \cdot I_c = 40 \times \dots = \dots \text{ V}$

(الف)

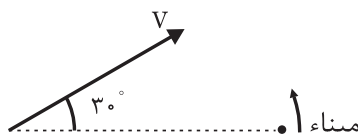
ب)  $Z = \frac{X_C \cdot X_L}{|X_C - X_L|} = \frac{\dots \times \dots}{|\dots - \dots|} = \dots \Omega$

(ب)

ج)  $I_e = \frac{V_e}{Z} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ A}$

ج) چون  $X_C > X_L$  است مدار ..... فاز می‌باشد و جریان

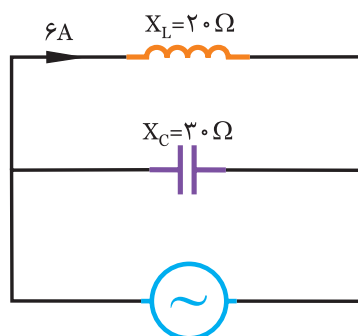
مدار ..... از ولتاژ ..... مدار ..... است.



شکل (۵-۱۱۹)

## مثال ۲۱

در مدار شکل (۵-۱۱۶) مطلوبست:



شکل (۵-۱۱۶)

الف) ولتاژ منبع

ب) جریان منبع

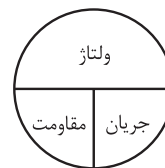
ج) رسم دیاگرام برداری با فرض  $\theta_v = 0^\circ$

حل

جریان  $\times$  مقاومت = ولتاژ

$V_e = X_L \cdot I_L = 6 \times 20 = 120 \text{ V}$

(الف)



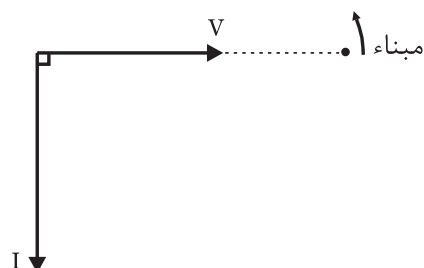
(ب)

$Z = \frac{X_C \cdot X_L}{|X_C - X_L|} = \frac{30 \times 20}{|20 - 30|} = \frac{600}{10} = 60 \Omega$

$I_e = \frac{V_e}{Z} = \frac{120}{60} = 2 \text{ A}$

ج) چون  $X_C > X_L$  است مدار پس فاز می‌باشد و جریان

مدار  $90^\circ$  از ولتاژ مدار عقب‌تر است.



شکل (۵-۱۱۷)

حل

الف) به خاطر اینکه R نداریم توان موثر صفر است.

$$P_e = V_e I_e \cos \varphi = 0$$

ب)

$$Z = \frac{X_c X_L}{|X_c - X_L|} = \frac{20 \times 30}{|20 - 30|} = 60 \Omega$$

$$V_e = Z I_e = 60 \times 2 = 120 V$$

به خاطر اینکه  $X_c > X_L$  است توان غیر موثر مثبت است.

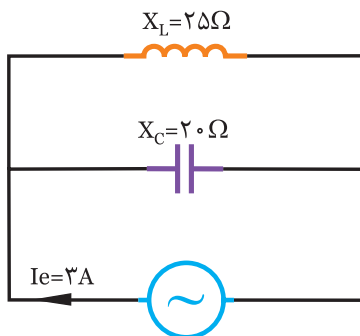
$$P_d = V_e I_e \sin \varphi = (120)(2)(1) = 240 \text{ VAR}$$

ج)

$$P_s = V_e I_e = 120 \times 2 = 240 \text{ V.A}$$

فعالیت ۲۲

در مدار شکل (۵-۱۲۲) مطلوبست:



شکل (۵-۱۲۲)

الف) توان مفید

ب) توان غیر مفید

ج) توان ظاهری

حل

$$P_e = 0$$

الف)

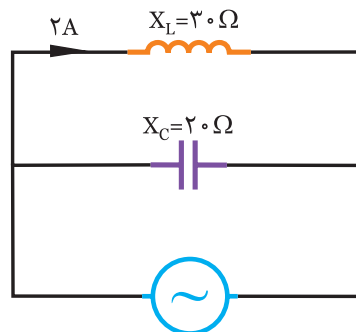
ب)

$$Z = \frac{X_c X_L}{|X_c - X_L|} = \frac{\dots \times \dots}{|\dots - \dots|} = \dots \Omega$$

$$V_e = Z I_e = \dots \times \dots = \dots V$$

تمرین

در مدار شکل (۵-۱۲۰) مطلوبست:



شکل (۵-۱۲۰)

ب) جریان منبع

الف) ولتاژ منبع

ج) رسم دیاگرام برداری با فرض  $\theta_v = 0$

.....

.....

.....

.....

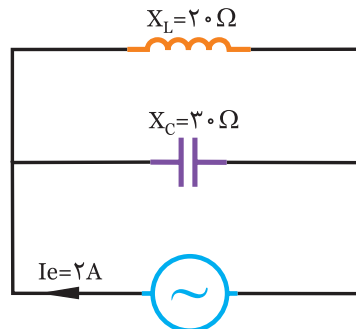
.....

.....

.....

مثال ۲۲

در مدار شکل (۵-۱۲۱) مطلوبست:

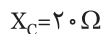


شکل (۵-۱۲۱)

الف) توان موثر

ب) توان غیر موثر

ج) توان ظاهری


$$X_L = \gamma \cdot \Omega$$


شکل (۱۲۴-۵)

(ج) توان ظاہری


$$P_e = \frac{V_e}{R} = \frac{(100)^2}{\infty} = 0 \text{ W}$$

(پ

$$P_{dL} = \frac{V_e}{XL} = \frac{(1 \dots)^r}{1 \dots} = 1 \dots \text{VAR}$$

$$P_{dc} = \frac{V_e}{-X_C} = \frac{(100)^2}{-20} = -500 \text{ VAR}$$

$$P_d = P_{dc} + P_{dL} = -\Delta_{\bullet\bullet} + \Delta_{\bullet\bullet} = \Delta_{\bullet\bullet} \text{VAR}$$

$$P_s = |P_d| = \Delta_{\bullet\bullet} V_A$$

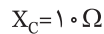
(ج)

است.

$$P_d = -V_e I_e \sin \phi = -(\dots)(\dots)(1) = -\dots V.A.R$$

(ج)

$$P_S = V_e \cdot I_e = (\dots)(\dots) = \dots V \cdot A$$


$$X_L = \Delta \Omega$$


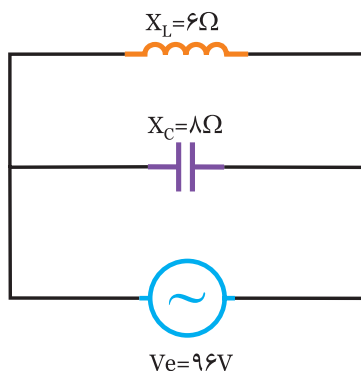
شکل (۱۲۳-۵)

(ج) توان ظاہری



۲۴.

در مدار شکل (۵-۱۲۶) مطلوبست:



شکل (۵-۱۲۶)

الف) توان موثر  
ب) توان غیر موثر  
ج) توان ظاهری

.....

.....

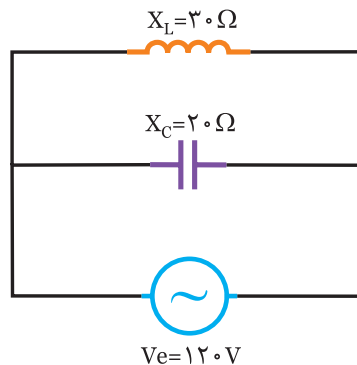
.....

.....

.....

.....

در مدار شکل (۵-۱۲۵) مطلوبست:



شکل (۵-۱۲۵)

الف) توان واژه  
ب) توان دواته  
ج) توان ظاهری



الف)

$$P_e = \frac{V_e^2}{R} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{ w}$$

ب)

$$P_{dL} = \frac{V_e^2}{X_L} = \frac{(120)^2}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{ VAR}$$

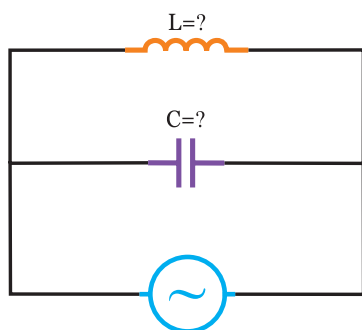
$$P_{dc} = \frac{-V_e^2}{X_C} = -\frac{(120)^2}{\dots\dots\dots} = -\dots\dots\dots \text{ VAR}$$

$$P_d = P_{dL} + P_{dc} = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots = -\dots\dots\dots \text{ VAR}$$

ج)

$$P_s = |P_d| = |\dots\dots\dots| = \dots\dots\dots \text{ V.A}$$

در مدار شکل (۵-۱۲۷) اگر  $I_L = 3I_C$  باشد، مطلوبست:  
اندازه‌ی  $L$  و  $C$



$$V(t) = 60\sqrt{2} \sin 500t$$

$$i(t) = 2\sqrt{2} \sin (500t - 90^\circ)$$

شکل (۵-۱۲۷)



$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{30\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 30 \text{ V}$$

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 1 \text{ A}$$

$$I_e = |I_c - I_L| \Rightarrow 1 = 2I_L - I_L \Rightarrow I_L = \dots\dots\dots \text{ A}$$

$$I_c = 2I_L = 2(\dots\dots\dots) = \dots\dots\dots \text{ A}$$

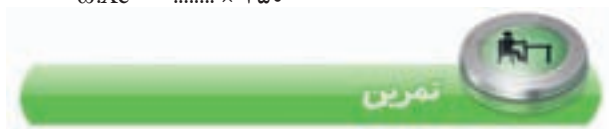
$$I_c = 2I_L = 2(\dots\dots\dots) = \dots\dots\dots \text{ A}$$

$$X_L = \frac{V_e}{I_L} = \frac{30}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \Omega$$

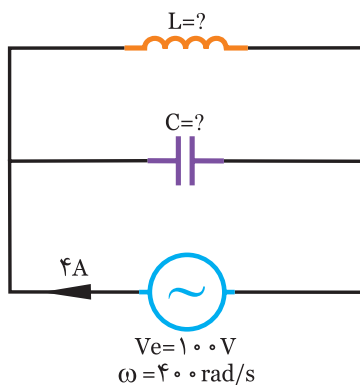
$$X_c = \frac{V_e}{I_c} = \frac{30}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \Omega$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{\dots\dots\dots}{250} = \dots\dots\dots \text{ mH}$$

$$C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{\dots\dots\dots \times 250} = \dots\dots\dots \mu\text{F}$$



در مدار شکل (۵-۱۲۹) اگر  $I_L = 4I_c$  باشد، مطلوبست:  
اندازه‌ی  $L$  و  $C$



شکل (۵-۱۲۹)



$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{60\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 60 \text{ V}$$

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} \text{ A}$$

$$I_e = |I_L - I_C| \Rightarrow 2 = 3I_C - I_C \Rightarrow 2 = 2I_C \Rightarrow I_C = 1 \text{ A}$$

$$I_L = 3I_C \Rightarrow I_L = 3 \text{ A}$$

$$\text{ولتاژ} = \frac{\text{مقاومت}}{\text{جریان}}$$



$$X_L = \frac{V_e}{I_L} = \frac{60}{3} = 20 \Omega$$

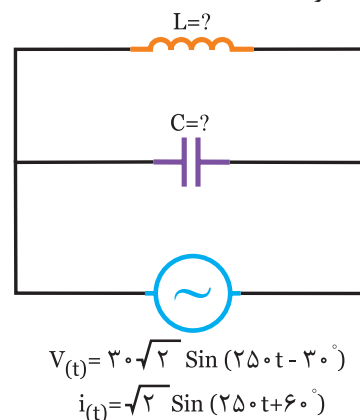
$$X_c = \frac{V_e}{I_c} = \frac{60}{1} = 60 \Omega$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{20}{500} = 40 \text{ mH}$$

$$C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{500 \times 60} = 3/30 \mu\text{F}$$



در مدار شکل (۵-۱۲۸) اگر  $I_L = 2I_c$  باشد، مطلوبست:  
اندازه‌ی  $L$  و  $C$

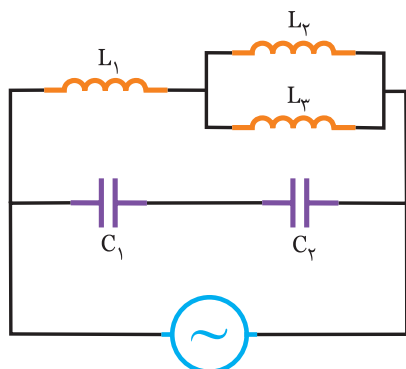


شکل (۵-۱۲۸)





در مدار شکل (۵-۱۳۲) فرکانس رزونانس را بدست آورید.



شکل (۵-۱۳۲)

$$L_1 = 6 \text{ mH} \quad L_2 = 12 \text{ mH} \quad L_3 = 6 \text{ mH}$$

$$C_1 = 120 \text{ } \mu\text{F} \quad C_2 = 240 \text{ } \mu\text{F}$$

.....

.....

.....

.....

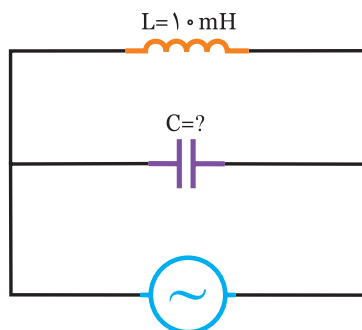
.....

.....

.....



در مدار شکل (۵-۱۳۳) ظرفیت خازن C را چنان تعیین کنید که مدار در حالت تشدید قرار گیرد.

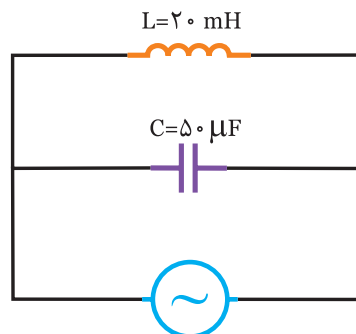


$$\omega = 500 \text{ rad/s}$$

شکل (۵-۱۳۳)



در مدار شکل (۵-۱۳۰) فرکانس رزونانس را بدست آورید.



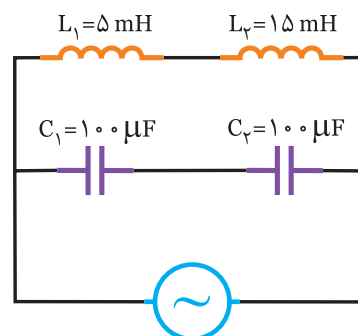
شکل (۵-۱۳۰)



$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{20 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-6}}} = 159 \text{ Hz}$$



در مدار شکل (۵-۱۳۱) فرکانس تشدید را بدست آورید.

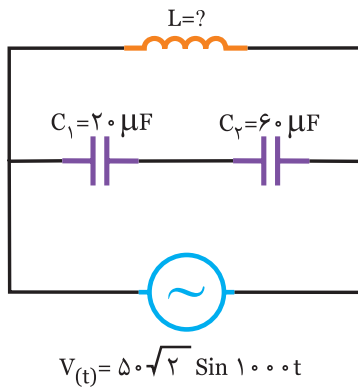


شکل (۵-۱۳۱)

$$C_t = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\dots \times \dots}{\dots + \dots} = \dots \text{ } \mu\text{F}$$

$$L_t = L_1 + L_2 = \dots + \dots = \dots \text{ mH}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_t C_t}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\dots \times \dots}} = \dots \text{ Hz}$$



شکل (۵-۱۳۵)



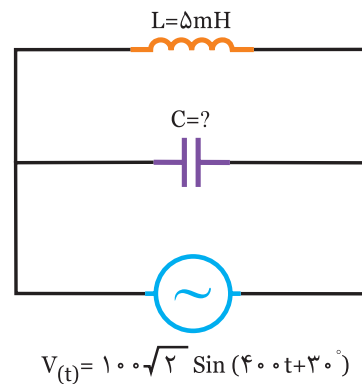
شرط اینکه مدار در حالت تشدید قرار گیرد این است که  $X_L = X_C$  باشد لذا داریم.

$$X_L = X_C \Rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L}$$

$$C = \frac{1}{(500)^2 (10 \times 10^{-3})} = \frac{1}{250000 \times 10 \times 10^{-3}} = 400 \mu F$$



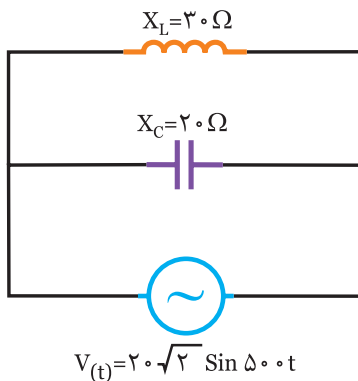
در مدار شکل (۵-۱۳۴) ظرفیت خازن C را چنان بیابید که مدار در حالت تشدید قرار گیرد.



شکل (۵-۱۳۴)



در مدار شکل (۵-۱۳۶) مطلوبست:



شکل (۵-۱۳۶)

الف) فرکانس تشدید

ب) امپدانس مدار در حالت تشدید

ج) جریان مدار در حالت تشدید



$$X_L = X_C \Rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L}$$

$$C = \frac{1}{(500)^2 (10 \times 10^{-3})} = \frac{1}{250000 \times 10 \times 10^{-3}} = \dots \mu F$$



در مدار شکل (۵-۱۳۵) اندوکتانس L را چنان بیابید که مدار در حالت تشدید قرار گیرد

.....  
.....  
.....



الف)

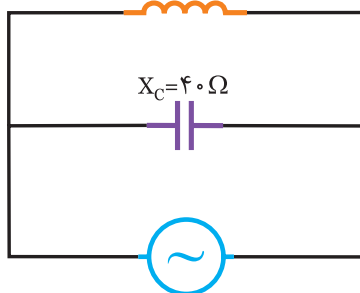
$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{30}{500} = 60 \text{ mH}$$

$$C = \frac{1}{X_C \omega} = \frac{1}{20 \times 500} = 100 \mu F$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{60 \times 100 \times 10^{-9}}} = 65 \text{ Hz}$$



در مدار شکل (۵-۱۳۸) مطلوبست:  
 $X_L = 16 \Omega$



$$V(t) = 5\sqrt{2} \sin(250\pi t + \frac{\pi}{4})$$

شکل (۵-۱۳۸)

الف) فرکانس رزونانس

ب) امپدانس مدار در حالت رزونانس

ج) جریان مدار در حالت رزونانس

.....

.....

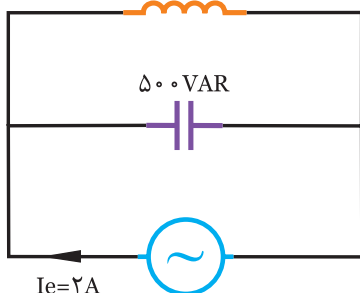
.....

.....

.....



در مدار شکل (۵-۱۳۹) مطلوبست:  
 $200 \text{ VAR}$



$$I_e = 2 \text{ A}$$

$$\omega = 500 \text{ rad/s}$$

شکل (۵-۱۳۹)

الف) ولتاژ منبع

ب) اندازه‌ی L و C

ب) از آنجائیکه در رزونانس  $X_C = X_L$  می‌باشد لذا داریم.

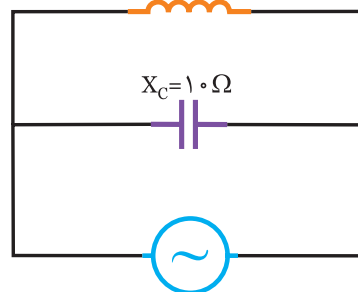
$$Z = \frac{X_C \cdot X_L}{|X_C - X_L|} = \frac{X_C \cdot X_L}{0} = \infty$$

(ج)

$$I_e = \frac{V}{Z} = \frac{V}{\infty} = 0 \text{ A}$$



در مدار شکل (۵-۱۳۷) مطلوبست:  
 $X_L = 20 \Omega$



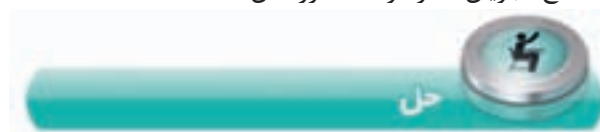
$$\omega = 1000 \text{ rad/s}$$

شکل (۵-۱۳۷)

الف) فرکانس تشدید

ب) امپدانس در حالت رزونانس

ج) جریان مدار در حالت رزونانس



الف)

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ mH}$$

$$C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} = \frac{1}{\dots \times \dots} = \dots \mu\text{F}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{\dots \times \dots}} = \dots \text{ Hz}$$

ب) چون  $X_L = X_C$  می‌باشد، داریم.

$$Z = \frac{X_C \cdot X_L}{|X_C - X_L|} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \Omega$$

(ج)

$$I_e = \frac{V}{Z} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ A}$$

$$X_L = \frac{V_e^2}{P_{dL}} = \frac{(\dots)^2}{\dots} = \dots \Omega \quad (\text{ب})$$

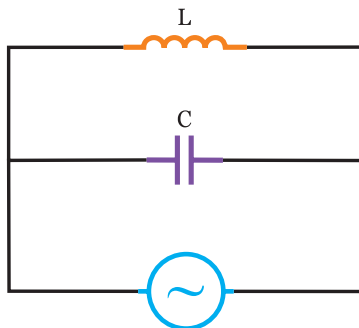
$$X_c = \frac{V_e^2}{P_{dc}} = \frac{(\dots)^2}{\dots} = \dots \Omega$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{\dots}{500} = \dots \text{mH}$$

$$C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{\dots \times 500} = \dots \mu\text{F}$$



در مدار شکل (۵-۱۴۱) مطلوبست:



شکل (۵-۱۴۱)

الف) ولتاژ منبع  
ب) اندازه‌ی L و C



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



$$P_d = |P_{dc} - P_{dL}| = 500 - 200 = 300 \text{ VAR} \quad (\text{الف})$$

$$P_e = V_e I_e \Rightarrow V_e = \frac{P_d}{I_e} = \frac{300}{2} = 150 \text{ V}$$

(ب)

$$P_{dL} = \frac{V_e^2}{X_L} \Rightarrow X_L = \frac{V_e^2}{P_{dL}} = \frac{(150)^2}{200} = 112.5 \Omega$$

$$P_{dc} = \frac{V_e^2}{X_c} \Rightarrow X_c = \frac{V_e^2}{P_{dc}} = \frac{(150)^2}{500} = 45 \Omega$$

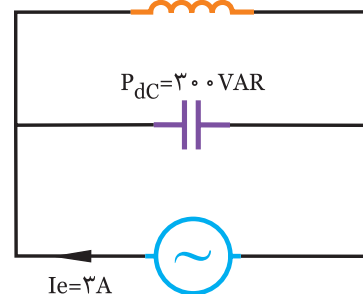
$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{112.5}{500} = 225 \text{ mH}$$

$$C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{500 \times 45} = 444 \mu\text{F}$$



در مدار شکل (۵-۱۴۰) مطلوبست:

$$P_{dL} = 400 \text{ VAR}$$



$$\omega = 500 \text{ rad/s}$$

شکل (۵-۱۴۰)

الف) ولتاژ منبع

ب) اندازه‌ی L و C

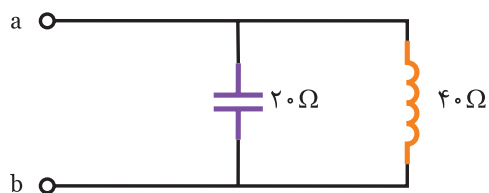


$$P_d = |P_{dL} - P_{dc}| = 400 - 300 = 100 \text{ VAR} \quad (\text{الف})$$

$$P_d = V_e I_e \Rightarrow V_e = \frac{P_d}{I_e} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ V}$$



۱- مقاومت معادل بین دو نقطه a و b در شکل (۵-۱۴۲) چند اهم است؟



شکل (۵-۱۴۲)

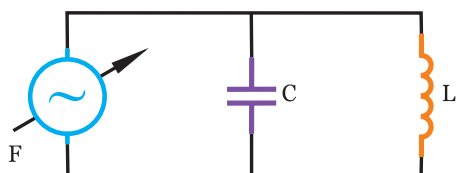
(۱)  $X_c = 20$

(۲)  $X_c = 40$

(۳)  $X_L = 20$

(۴)  $X_L = 40$

۲- در مدار شکل (۵-۱۴۳) اگر فرکانس از صفر تا بی‌نهایت افزایش یابد جریان مدار کدام است.



شکل (۵-۱۴۳)

(۱) افزایش می‌یابد.

(۲) کاهش می‌یابد.

(۳) افزایش سپس کاهش می‌یابد.

(۴) کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۳- در مدار LC مواز اگر ظرفیت خازن چهار برابر شود فرکانس رزونانس کدام است.

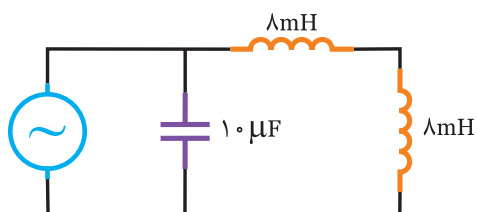
(۱) ۲ برابر می‌شود.

(۲) نصف می‌شود.

(۳) ۴ برابر می‌شود.

(۴)  $\frac{1}{4}$  برابر می‌شود.

۴- فرکانس تشدید مدار شکل (۵-۱۴۴) چند هرتز است.



شکل (۵-۱۴۴)

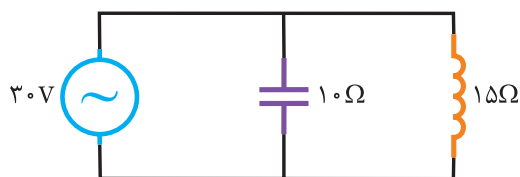
(۱)  $\frac{1250}{\pi}$

(۲)  $\frac{125}{\pi}$

(۳) ۱۲۵۰

(۴) ۱۲۵

۵- در مدار شکل (۵-۱۴۵) توان راکتیو چند وار است.



شکل (۵-۱۴۵)

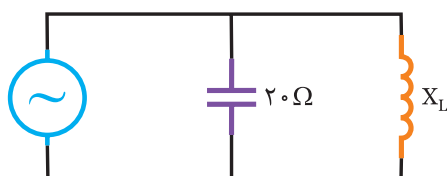
(۱)

(۲)

(۳)

(۴)

۶- اگر در شکل (۵-۱۴۶)  $Z=20$ ، باشد راکتانس القایی کدام است.



شکل (۵-۱۴۶)

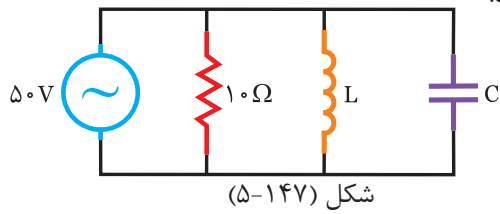
(۱) ۲۰

(۲) ۱۰

(۳) ۴۰

(۴) ۵

۷- اگر جریان مدار شکل (۵-۱۴۷)،  $5A$  باشد، کدام گزینه صحیح است.



شکل (۵-۱۴۷)

(۱)  $X_c = 2X_L$

(۲)  $X_L = 2X_c$

(۳)  $X_L = X_c$

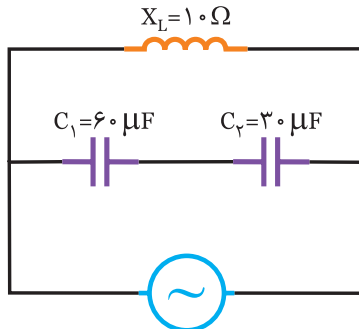
(۴)  $L = C$

۸- در مدار شکل (۵-۱۴۸) مطلوبست:

الف) جریان مدار

ب) معادله‌ی زمانی جریان منبع

ج) مدار را توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم بررسی کنید.



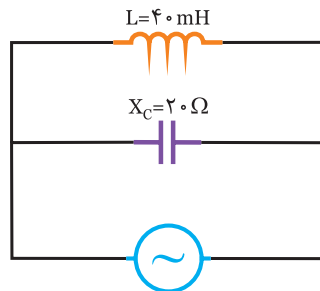
$$V(t) = 100\sqrt{2} \sin 500t$$

شکل (۵-۱۴۸)

۹- در مدار شکل (۵-۱۴۹) مطلوبست:

الف) ولتاژ منبع

ب) معادله زمانی ولتاژ منبع



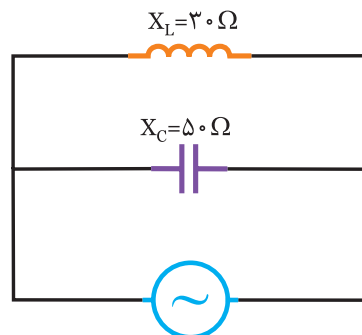
$$i(t) = 2\sqrt{2} \sin(400t + \frac{\pi}{3})$$

شکل (۵-۱۴۹)

۱۰- در مدار شکل (۵-۱۵۰) مطلوبست:

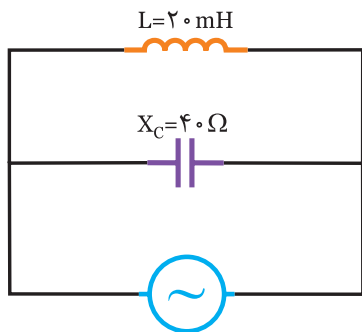
الف) جریان عبوری از سلف و خازن

ب) معادله‌ی زمانی جریان سلف و خازن



$$V(t) = 120\sqrt{2} \sin 250t$$

شکل (۵-۱۵۰)



$$i(t) = 3 \sin(1000t + 30^\circ)$$

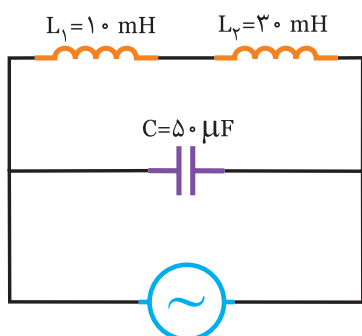
شکل (۵-۱۵۱)

۱۱- در مدار شکل (۵-۱۵۱) مطلوبست:

الف) ولتاژ منبع و معادله‌ی زمانی آن

ب) جریان سلف و خازن

ج) معادله‌ی زمانی جریان سلف و خازن



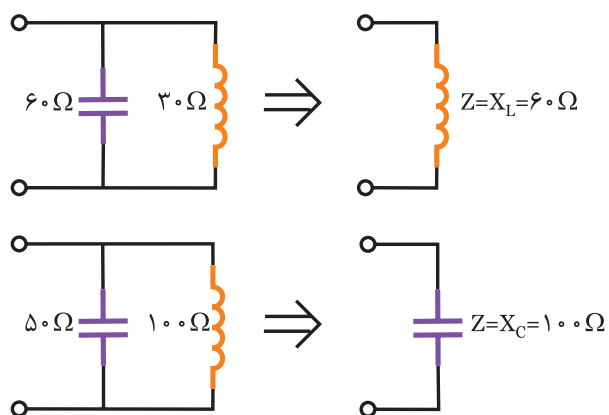
شکل (۵-۱۵۲)

۱۲- در مدار شکل (۵-۱۵۲) فرکانس تشدید را بدست آورید.



اگر در مدار LC موازی راکتانس خازنی و سلفی یکی دو برابر دیگری باشد امپدانس مدار برابر راکتانس بزرگتر و خاصیت آن

شبیه کوچکتر می‌باشد.



شکل (۵-۱۵۳)

