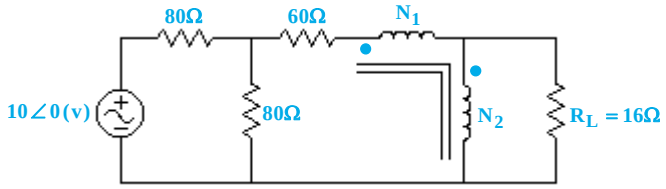
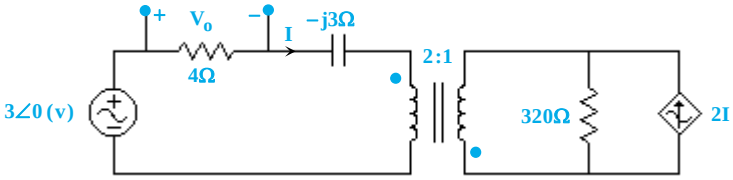
## آزمون فصل پنجم

۱ـ در مدار زیر نسبت $\frac{N_2}{N_1}$ کدام باشد تا حداکثر توان به $R_L$ منتقل شود؟



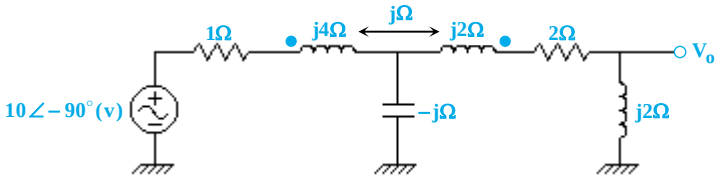

۱) ۰/۶۶
۲) ۱/۵
۳) ۳
۴) ۰/۳۳

۲ـ در مدار زیر مقدار $V_o$ برحسب ولت کدام است؟



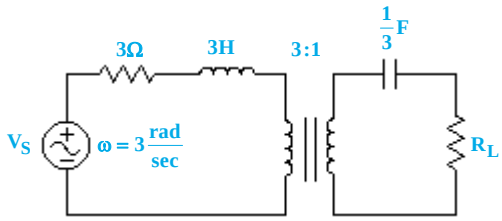

۱) $۰/۶\angle ۳۶^\circ$
۲) $۲/۴\angle ۳۶^\circ$
۳) $۰/۶\angle ۵۳^\circ$
۴) $۲/۴\angle ۵۳^\circ$

۳ـ در مدار زیر مقدار $V_o$ برحسب ولت کدام است؟



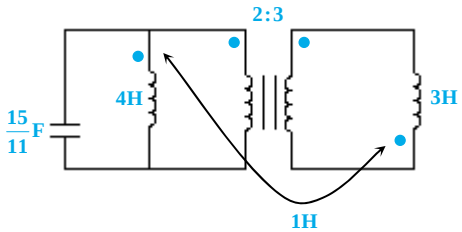

۱) $۴-۴j$
۲) $۱+۳j$
۳) $-۳-j$
۴) ۰

۴ـ در مدار شکل زیر مقدار $R_L$ برحسب اهم کدام باشد تا توان جذبی آن حداکثر شود؟



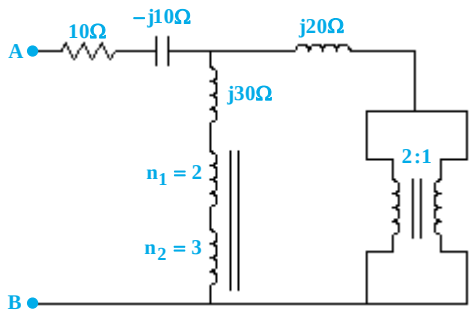

۱) $\frac{۱}{۲}\Omega$
۲) $۱/۵\Omega$
۳) $۲\Omega$
۴) $\frac{۱}{۳}\Omega$

۵ـ در مدار زیر فرکانس زاویه‌ای رزونانس مدار برحسب رادیان بر ثانیه کدام است؟



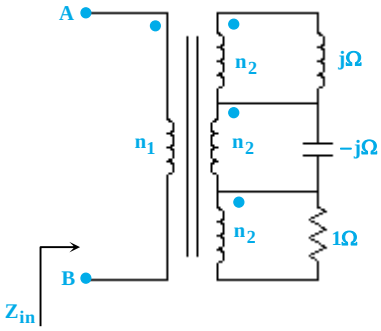

۱) ۱
۲) ۲
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) ۳

۶ـ در مدار زیر مقدار ضریب توان مدار کدام است؟




۱) ۰/۶
۲) ۰/۸۶
۳) ۰/۷۰۷
۴) ۰/۹۵

۷ـ در مدار زیر مقدار امپدانس ورودی مدار برحسب اهم کدام است؟




$(n_1 = ۴ , n_۲ = ۲)$

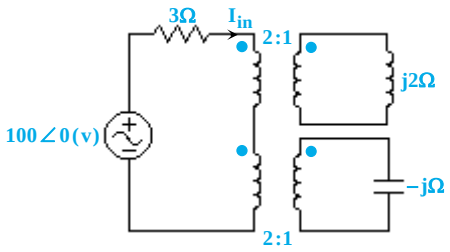
۱) $۴+۴j$

۲) $۴-۴j$

۳) ۴

۴) $۴j$

۸ـ در مدار زیر مقدار $I_{in}$ برحسب آمپر کدام است؟



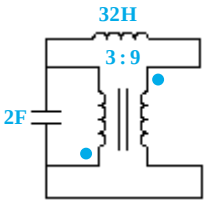

۱) ۱۶

۲) $۱۲j$

۳) $۱۶-۱۲j$

۴) $۱۲-۱۶j$

۹ـ فرکانس رزونانس مدار زیر برحسب هرتز کدام است؟



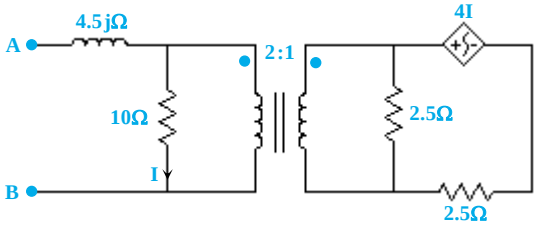

۱) $\frac{۱}{۴\pi}$

۲) $\frac{۱}{۲\pi}$

۳) $۲\pi$

۴) $۴\pi$

۱۰ـ در مدار زیر مقدار ضریب توان مدار کدام است؟



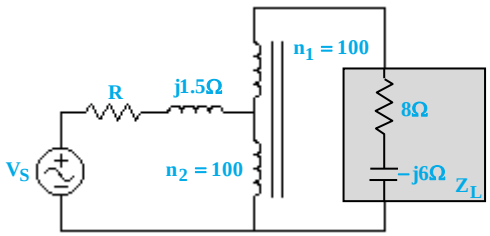

۱) ۰/۲۲

۲) ۰/۳۶

۳) ۰/۸۶

۴) ۰/۷۰۷

۱۱ـ در مدار زیر مقدار R کدام باشد تا توان $Z_L$ حداکثر شود؟



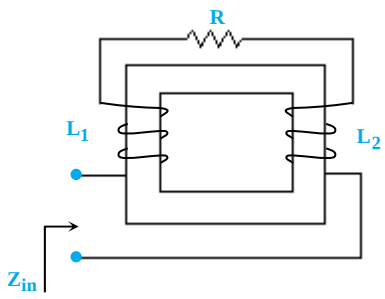

۱) ۲

۲) ۳

۳) ۴

۴) ۵

۱۲ـ مقدار $Z_{in}$ در مدار زیر برحسب اهم کدام است؟




$R = 20\Omega$
$L_1 = 2H$
$L_2 = 0.2H$
$\omega = 400 \frac{rad}{sec}$

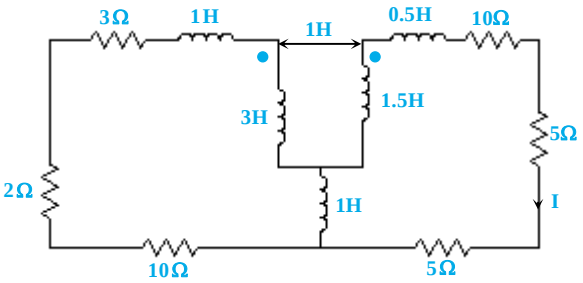
۱) $۲۲۰+j۷۰$

۲) $۲۰۰+j۷۰$

۳) $۲۰+j۷۰۰$

۴) $۲۲+j۷۰۰$

۱۳ـ در مدار زیر معادله‌ی دیفرانسیل مربوط به $I$ کدام است؟



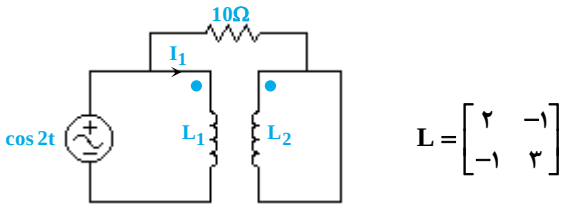

۱) $\frac{d^2I}{dt^2}+14\frac{dI}{dt}+30I=0$

۲) $\frac{d^2I}{dt^2}+150\frac{dI}{dt}+30I=0$

۳) $\frac{10d^2I}{dt^2}+6\frac{dI}{dt}+30I=0$

۴) $\frac{11d^2I}{dt^2}+145\frac{dI}{dt}+300I=0$

۱۴ـ در مدار زیر جریان $I_1$ برحسب آمپر کدام گزینه است؟




$$L=\begin{bmatrix}2 & -1\\ -1 & 3\end{bmatrix}$$

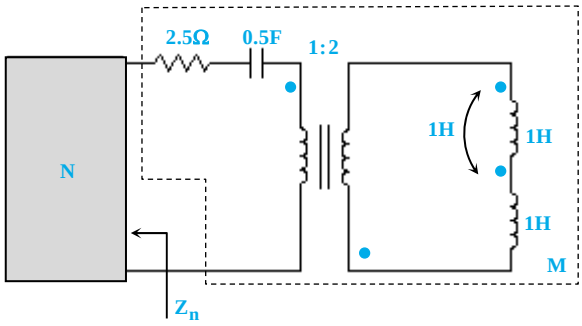
۱) $-j0/21$

۲) $-j0/3$

۳) $j0/3$

۴) $j0/21$

۱۵ـ در مدار زیر $Z_n$ برحسب اهم کدام باشد تا توان شبکه $N$ حداکثر شود؟ $(\omega=1)$



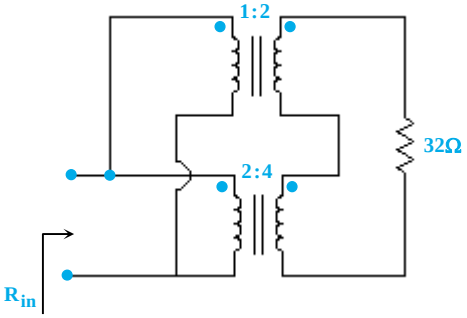

۱) $2/5-j2$

۲) $1/5-j$

۳) $2/5+j$

۴) $1/5+j2$

۱۶ـ در مدار زیر $R_{in}$ برحسب اهم کدام است؟



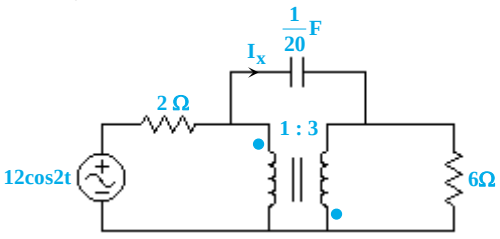

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۱۶

۴) ۶۴

۱۷ـ در مدار زیر معادله $I_x$ کدام گزینه است؟



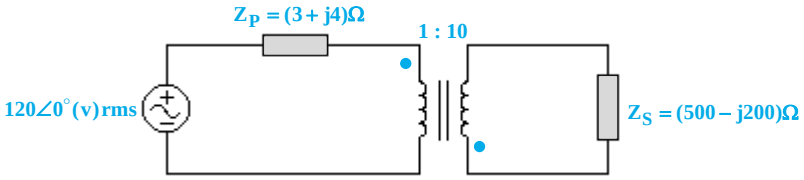

۱) $0/93\cos(2t+51/3^\circ)$

۲) $0/83\cos(2t+31/1^\circ)$

۳) $0/52\cos(2t+10/1^\circ)$

۴) $0/87\cos(2t+21/2^\circ)$

۱۸ـ در مدار زیر مقدار توان متوسط $Z_S$ برحسب وات کدام است؟



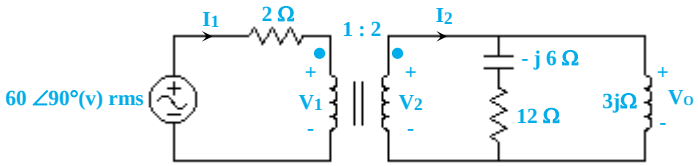

۱) ۹۶۰

۲) ۱۲۱۰

۳) ۱۱۲۲

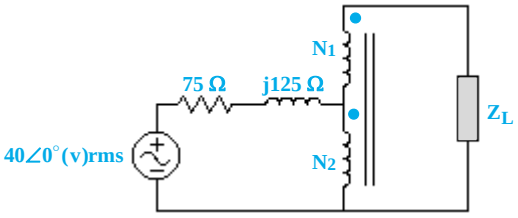
۴) ۱۰۵۹

۱۹ـ در مدار زیر مقدار $V_o$ برحسب ولت کدام است؟



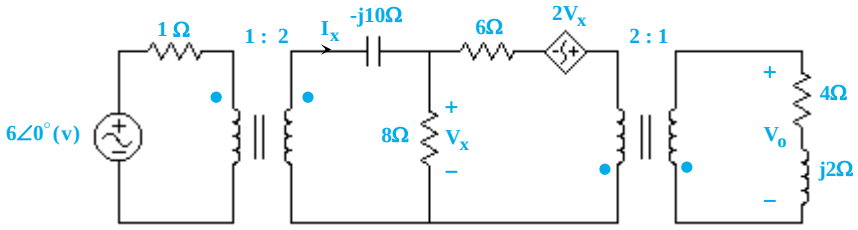

۱) ۶۳/۱۴
۲) ۱۲/۱۵
۳) ۴۲/۱۲
۴) ۳۸/۱۰

۲۰ـ در مدار زیر مقدار $Z_L$ برای توان max بر حسب kΩ و مقدار توان ماکزیمم در $Z_L$ بر حسب وات کدام است؟ $(N_1 = ۶۰۰)$ و $(N_2 = ۲۰۰)$



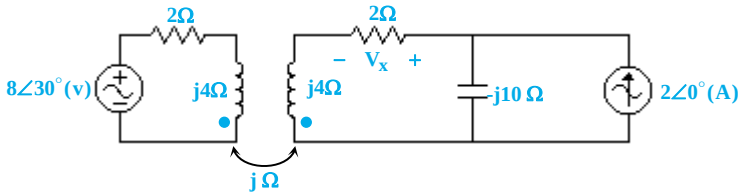

۱) $(۱/۲ - j۲)$ و ۵/۳
۲) $(۱/۲ + j۲)$ و ۵/۳
۳) $(۰/۲ - j۱/۲)$ و ۲/۳
۴) $(۰/۲ + j۱/۲)$ و ۲/۳

۲۱ـ مقدار $I_x$ در مدار زیر حدوداً چند آمپر است؟



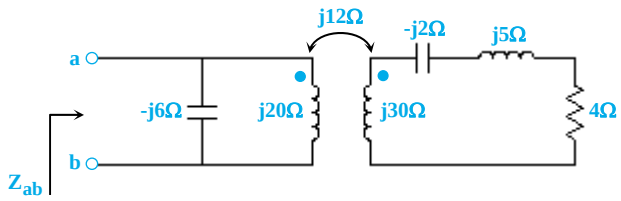

۱) ۴
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۱

۲۲ـ در مدار زیر اندازه‌ی $V_x$ حدوداً چند ولت است؟



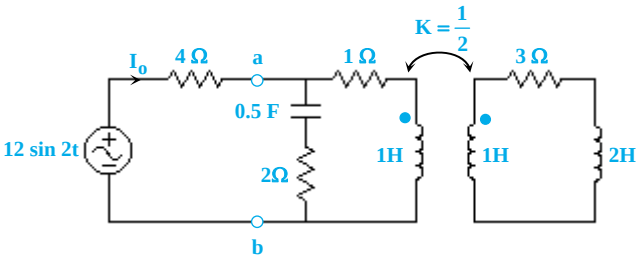

۱) ۶/۵
۲) ۵
۳) ۳/۵
۴) ۲

۲۳ـ در مدار زیر مقدار $Z_{ab}$ چند اهم است؟



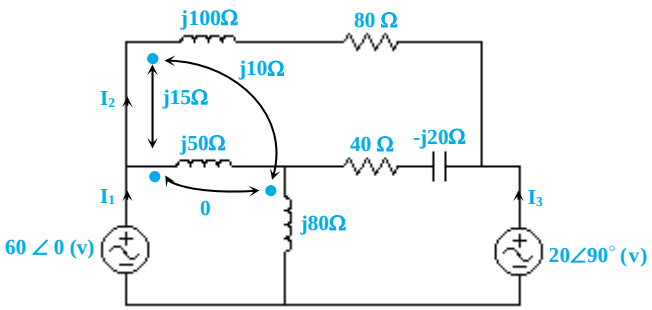

۱) $۰/۲ - j۹/۷$
۲) $۰/۳ - j۵/۲$
۳) $۰/۱ - j۳/۱$
۴) $۰/۷ - j۲/۱$

۲۴ـ در مدار زیر اندازه‌ی $I_o$ بر حسب آمپر کدام است؟



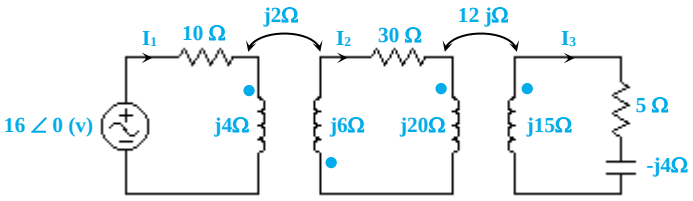

۱) ۱/۲
۲) ۲/۲
۳) ۳/۲
۴) ۴/۲

۲۵ـ در مدار زیر مقدار اندازه‌ی $(I_۱ + I_۲)$ بر حسب آمپر کدام است؟



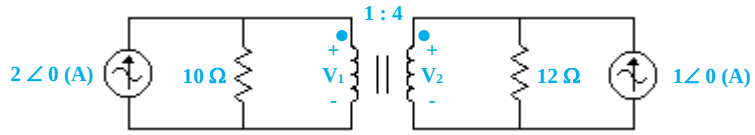

۱) ۰/۴
۲) ۱/۳
۳) ۱/۷
۴) ۲

۲۶ـ مقدار جریان $I_3$ در مدار زیر چند میلی‌آمپر است؟



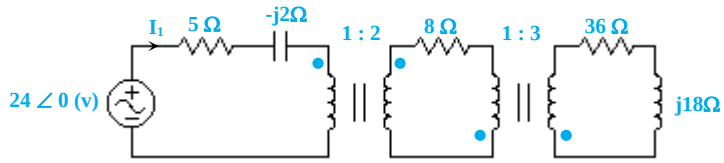

۱) ۷۷
۲) ۲۲
۳) ۶۲
۴) ۱۹

۲۷ـ مقدار ولتاژ $V_2$ در مدار زیر برحسب ولت کدام است؟



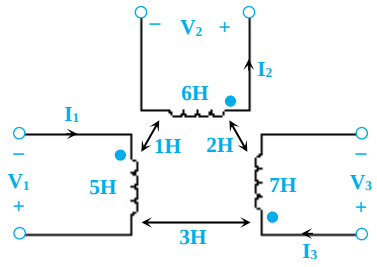

۱) ۱/۶
۲) ۱۵/۲
۳) ۵/۷
۴) ۱۶/۷

۲۸ـ در مدار زیر مقدار اندازه‌ی جریان $I_1$ بر حسب آمپر کدام است؟



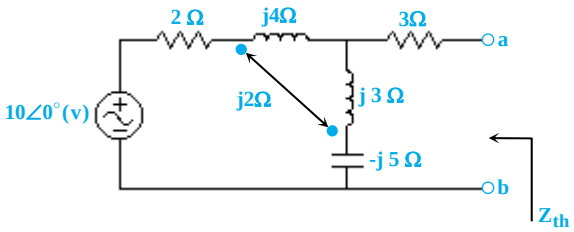

۱) ۲/۹۵
۲) ۳/۴۱
۳) ۵/۱۱
۴) ۸/۱۱

۲۹ـ در مدار شکل زیر معادله $V_3$ کدام است؟



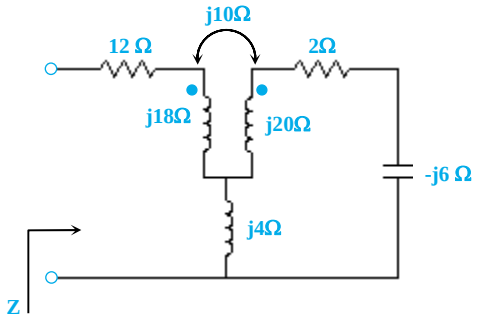

۱) $V_3 = 7\frac{dI_3}{dt} - \frac{3dI_1}{dt} + \frac{2dI_2}{dt}$
۲) $V_3 = 7\frac{dI_3}{dt} + \frac{3dI_1}{dt} - \frac{2dI_2}{dt}$
۳) $V_3 = -7\frac{dI_3}{dt} + \frac{3dI_1}{dt} - \frac{2dI_2}{dt}$
۴) $V_3 = 7\frac{dI_3}{dt} - \frac{3dI_1}{dt} - \frac{2dI_2}{dt}$

۳۰ـ $Z_{th}$ برای مدار شکل زیر برحسب اهم کدام است؟



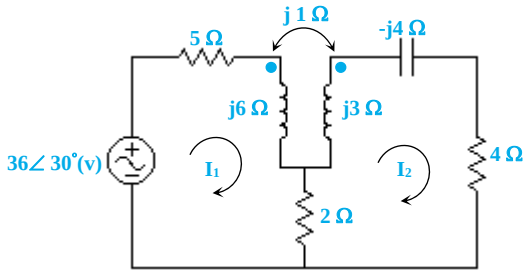

۱) $2 + j7$
۲) $3/5 + j2$
۳) $2 + j3/5$
۴) $7 + j2$

۳۱ـ امپدانس معادل Z در شکل زیر چند اهم است؟



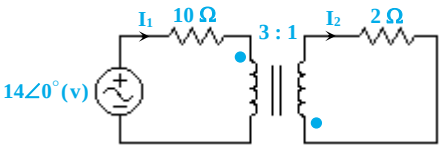

۱) ۱۳/۲
۲) $1 + j13/2$
۳) $11/2 + j13/2$
۴) $13/2 + j11/2$

۳۲ـ در مدار شکل زیر چند وات توان توسط مقاومت ۴ اهمی جذب می‌شود؟



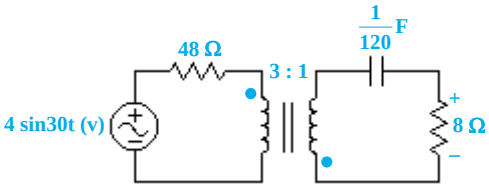

۱) ۱/۷
۲) ۳/۶۷
۳) ۴/۵
۴) ۶

۳۳ـ در مدار شکل زیر اندازه‌ی $(I_1 + I_2)$ چند آمپر است؟



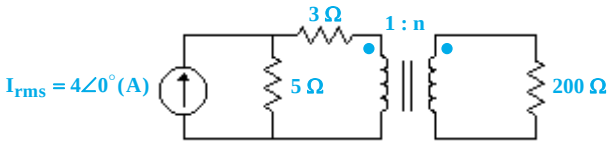

۱) ۲
۲) ۰/۵
۳) ۱/۵
۴) ۱

۳۴ـ توان متوسط جذب شده توسط مقاومت ۸ اهمی تقریباً چند میلی‌وات است؟



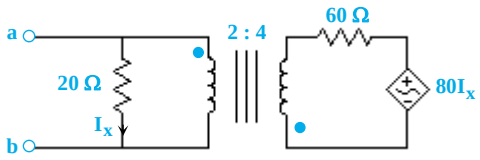

۱) ۳۶/۷
۲) ۳/۶۷
۳) ۳۰/۷
۴) ۰/۳۶۷

۳۵ـ مقدار n برای اینکه ماکزیمم توان توسط مقاومت ۲۰۰ اهمی جذب شود، کدام است؟



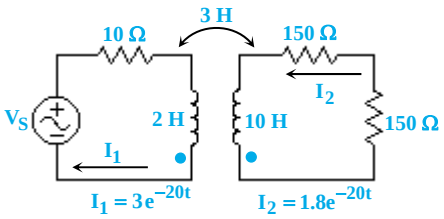

۱) ۲
۲) ۵
۳) ۱۰
۴) ۰/۲

۳۶ـ مدار معادل تونن از دید دو نقطه‌ی a و b کدام است؟



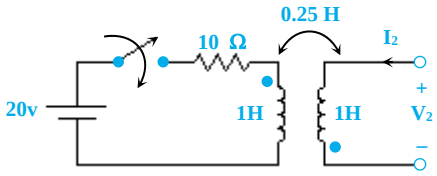

۱) $V_{th} = \frac{1}{4}v \quad , \quad R_{th} = \frac{1}{4}\Omega$
۲) $V_{th} = 4v \quad , \quad R_{th} = 4\Omega$
۳) $V_{th} = 0 \quad , \quad R_{th} = \frac{1}{4}\Omega$
۴) $V_{th} = 0 \quad , \quad R_{th} = 4\Omega$

۳۷ـ در شکل مقابل معادله‌ی ولتاژ دو سر سلف ۱۰ هانری کدام است؟



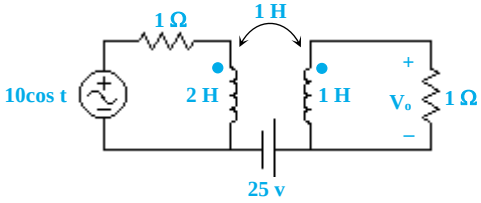

۱) $-540e^{-20t}$
۲) $-36e^{-20t}$
۳) $-180e^{-20t}$
۴) $-90e^{-20t}$

۳۸ـ در مدار شکل زیر کلید در لحظه‌ی $t = 0$ بسته می‌شود. معادله‌ی ولتاژ $V_2$ کدام است؟



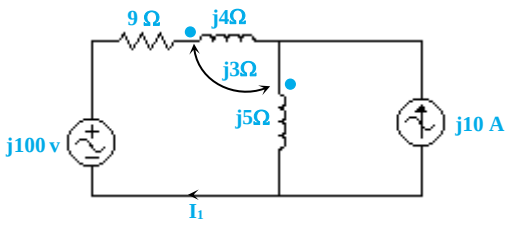

۱) $5e^{-10t}$
۲) $-5e^{-10t}$
۳) $2e^{-10t}$
۴) $-2e^{-10t}$

۳۹ـ در مدار شکل زیر معادله‌ی زمانی $V_0$ کدام است؟




۱) $2/5 \cos t$
۲) $10 \cos t$
۳) $\frac{10}{3}\cos t$
۴) $0/25 \cos t$

**۴۰ـ** در مدار داده شده اندازه‌ی جریان $I_1$ چند آمپر است؟



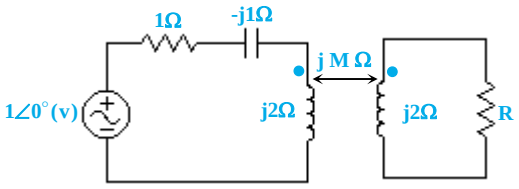

۱) ۵

۲) ۱۰

۳) ۱۲/۵

۴) ۷/۳

**۴۱ـ** در مدار شکل زیر برای اینکه ماکزیمم توان به R منتقل شود، مقادیر R و M چقدر باید باشد؟



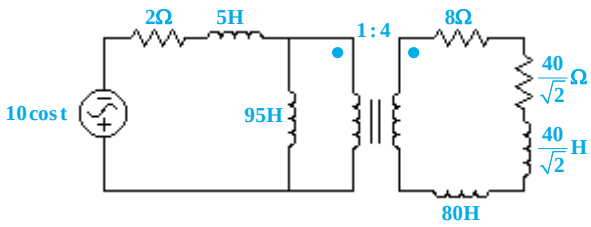

۱) $M = R = 1$

۲) $M = R = 2$

۳) $M = \frac{R}{2} = 1$

۴) $M = \frac{R}{2} = 2$

**۴۲ـ** در مدار زیر فرکانس تشدید مدار بر حسب هرتز کدام است؟




۱) فرکانس تشدید ندارد.

۲) ۱۰

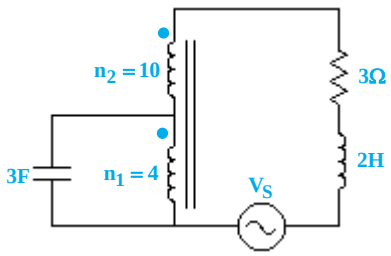
۳) ۳۰

۴) ۲۰

**۴۳ـ** در مدار تست قبل نسبت توان راکتیو به توان اکتیو به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

۱) ۴ ۲) ۱ ۳) ۳ ۴) ۲

**۴۴ـ** فرکانس رزونانس مدار زیر بر حسب هرتز کدام است؟



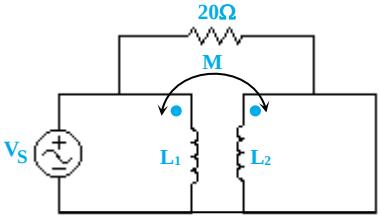

۱) ۰/۳۳

۲) ۰/۱۱

۳) ۰/۲۲

۴) ۰/۴۴

**۴۵ـ** در مدار زیر با فرض وجود ماتریس ضرایب القاء به صورت زیر، جریان منبع ولتاژ بر حسب آمپر کدام است؟




$V_S = 10\sin 2t(v)$ ، $L = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 3 \end{bmatrix}$

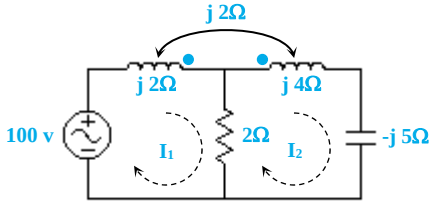
۱) $\frac{1}{2} - j3$

۲) $\frac{1}{2} + j3$

۳) $1 - j\frac{3}{2}$

۴) $1 + j\frac{3}{2}$

**۴۶ـ** دستگاه تعیین جریان‌های مدار شکل زیر کدام است؟



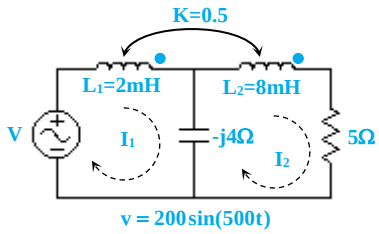

۱) $\begin{bmatrix} j2+2 & -j2+2 \\ -j2+2 & 2-j \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 \\ 0 \end{bmatrix}$

۲) $\begin{bmatrix} j2+2 & j2-2 \\ j2-2 & 2-j9 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 \\ 0 \end{bmatrix}$

۳) $\begin{bmatrix} j2+2 & -j2-2 \\ -j2-2 & 2-j \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 \\ 0 \end{bmatrix}$

۴) $\begin{bmatrix} j2+2 & j2+2 \\ j2+2 & 2-j9 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 \\ 0 \end{bmatrix}$

۴۷ـ رابطه‌ی بین جریان‌های $I_1$ و $I_2$ در شکل زیر کدام است؟



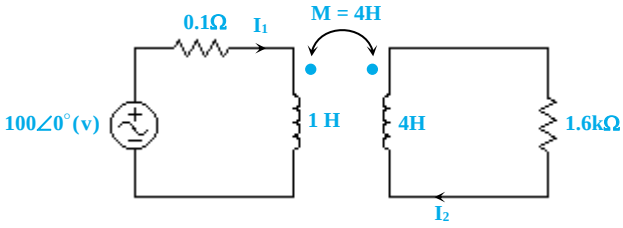

۱) $jI_2 + I_1 = 0$

۲) $j8I_2 + 5I_2 + j2I_1 = 0$

۳) $j8I_2 + 5I_2 + j5I_1 = 0$

۴) $jI_1 + I_2 = 0$

۴۸ـ در مدار شکل مقابل، جریان $I_2$ تقریباً چند آمپر است؟ $(\omega = 100(\frac{Rad}{sec}))$



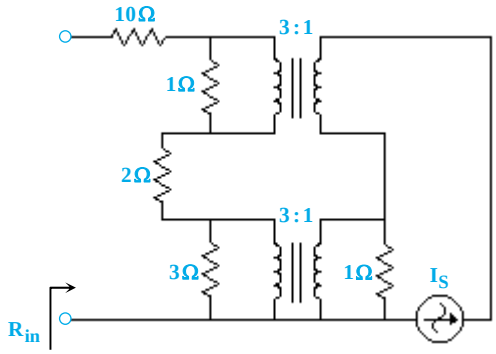

۱) صفر

۲) $0/2\angle 37^\circ$

۳) $1\angle 90^\circ$

۴) $0/2\angle 217^\circ$

۴۹ـ در مدار زیر امپدانس ورودی بر حسب اهم کدام گزینه است؟



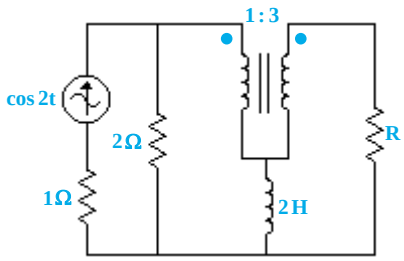

۱) ۱۰/۲۵

۲) ۱۵/۲۵

۳) ۱۲/۲۵

۴) ۲۰/۲۵

۵۰ـ در مدار زیر مقدار R بر حسب اهم کدام باشد تا توان R حداکثر شود؟




۱) ۱۲

۲) ۲۴

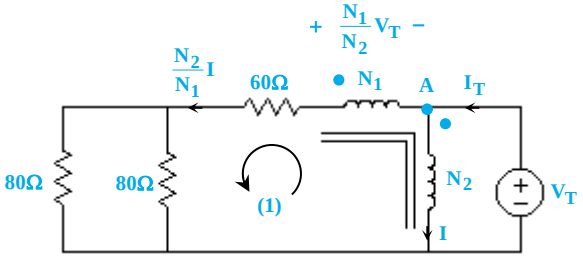
۳) ۳۰

۴) ۱۶

برای دانلود پاسخ کلیدی و همچنین دریافت پاسخ تشریحی سؤالات آزمون به سایت www. h-nami.ir مراجعه نمایید.
در ضمن در این وب‌سایت، رفع اشکال درسی آنلاین و پشتیبانی از کتاب انجام می‌شود.

## پاسخنامه فصل پنجم

**۱ـ گزینه «۱»** زمانی حداکثر توان به مقاومت $R_L$ انتقال پیدا می‌کند که مقاومت بار برابر مقاومت تونن دیده شده از دو سرش باشد. بنابراین با اعمال منبع ولتاژ $V_T$ با جریان تزریقی $I_T$ در دو سر بار مقاومت تونن را به‌دست می‌آوریم:




با اعمال KVL در حلقه‌ی (۱) و KCL در گره A داریم:

$$KCL\ A: I_T = I + \frac{N_2}{N_1} I = (\frac{N_1+N_2}{N_1})I \qquad (1)$$

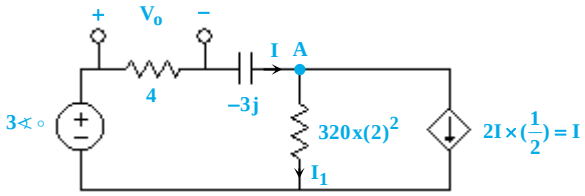
$$KVL\ (1): -V_T - \frac{N_1}{N_2}V_T + (60+80 \,||\, 80)\frac{N_2}{N_1} I \ \Rightarrow\ -V_T(\frac{N_1+N_2}{N_2}) + 100\frac{N_2}{N_1} I = 0 \qquad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)}\ V_T(\frac{N_1+N_2}{N_2}) = 100\frac{N_2}{N_1}\times\frac{N_1}{N_1+N_2} I_T \ \Rightarrow\ V_T = 100(\frac{N_2}{N_1+N_2})^2 I_T$$

بنابراین:

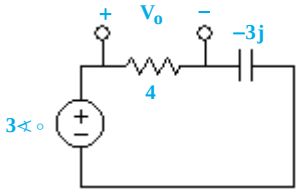
$$R_{th} = 100(\frac{N_2}{N_1+N_2})^2 = 16 \ \Rightarrow\ \frac{N_2}{N_1+N_2} = 0/4 \ \Rightarrow\ \frac{N_2}{N_1} = 0/66$$

**۲ـ گزینه «۲»** ابتدا المان‌های موجود در سمت راست ترانس را به سمت چپ انتقال داده و سپس مقدار $V_o$ را تعیین می‌کنیم:



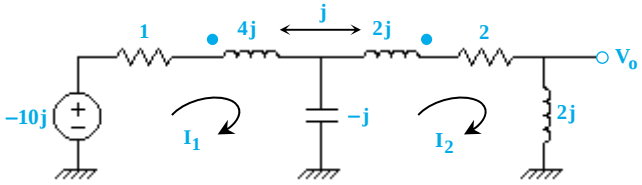

$$KCL\ \ A: I = I + I_1 \Rightarrow I_1 = 0$$

بنابراین مدار به صورت زیر به دست می‌آید:




$$\Rightarrow\ V_o = \frac{4}{4-3j}\times 3\angle 0^\circ = 2/4\angle 36^\circ\ v$$

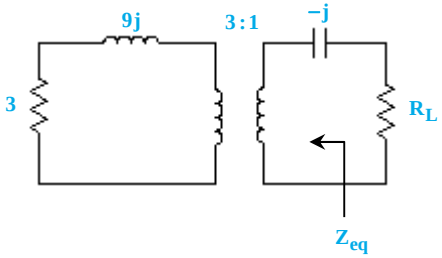
**۳ـ گزینه «۴»** ابتدا با اعمال KVL در حلقه‌های ۱ و ۲ جریان حلقه‌ها را به دست آورده و سپس ولتاژ خروجی را با استفاده از جریان $I_2$ محاسبه می‌کنیم:




$$KVL\ (1): -10j + (1+4j)I_1 - jI_2 - j(I_1 - I_2) = 0 \ \Rightarrow\ (1+3j)I_1 = 10j \ \Rightarrow\ I_1 = 3+j$$

$$KVL\ (2): -j(I_2 - I_1) + 2jI_2 - jI_1 + (2+2j)I_2 = 0 \ \Rightarrow\ (2+3j)I_2 = 0 \ \Rightarrow\ I_2 = 0 \ \Rightarrow\ V_o = 0$$

**۴ـ گزینه «۴»** ابتدا مدار را به حوزه‌ی دائمی سینوسی می‌بریم. سپس با به دست آوردن امپدانس تونن دیده شده از دو سر مقاومت $R_L$، مقدار آن را برای جذب توان ماکزیمم به دست می‌آوریم:

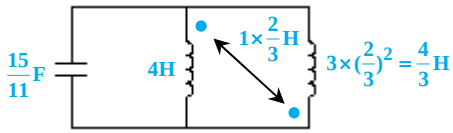



$$\Rightarrow\ Z_{eq} = -j + (3+9j)\times(\frac{1}{3})^2 = \frac{1}{3}$$

برای جذب توان ماکزیمم:

$$R_L = |Z_{eq}| = \frac{1}{3}\Omega$$

**۵ـ گزینه «۱»** ابتدا المان سمت ثانویه ترانس را به اولیه انتقال می‌دهیم:




اندوکتانس معادل دو سلف موازی با تزویج متقابل که دارای سر نقطه‌دار یکسان نیستند، به صورت روبه‌رو می‌باشد:

$$L_{eq}=\frac{L_1L_2-M^2}{L_1+L_2+2M}$$

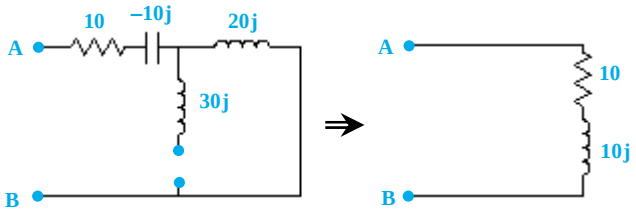
بنابراین داریم:

$$\omega_r=\frac{1}{\sqrt{LC}}=1\frac{rad}{sec}$$

$$L_{eq}=\frac{4\times\frac{4}{3}-(\frac{2}{3})^2}{4+\frac{4}{3}+\frac{4}{3}}=\frac{11}{15}H$$

---

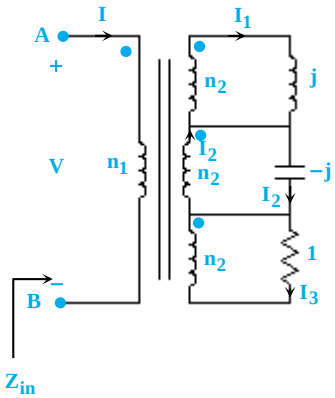
**۶ـ گزینه «۳»** ابتدا مدار را ساده می‌کنیم:




$$\Rightarrow PF=\cos\varphi=\frac{R}{\sqrt{R^2+(L\omega)^2}}=\frac{10}{10\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}}{2}\Rightarrow PF=0/707$$

---

**۷ـ گزینه «۳»** ابتدا جریان عبوری از سیم‌پیچی‌ها را به‌دست می‌آوریم:




$$I_1=\frac{\frac{n_2}{n_1}V}{j}=-0/5jV$$

$$I_2=\frac{\frac{n_2}{n_1}V}{-j}=0/5jV$$

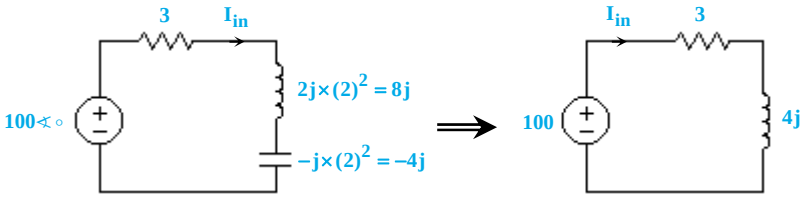
$$I_3=\frac{n_2}{n_1}V=0/5V$$

از طرفی با نوشتن قانون آمپر داریم:

$$n_1I=n_2I_1+n_2I_2+n_2I_3=n_2(I_1+I_2+I_3)\Rightarrow 4I=2\times(0/5j-0/5j+0/5)V\Rightarrow V=4I\Rightarrow Z_{in}=4\Omega$$

---

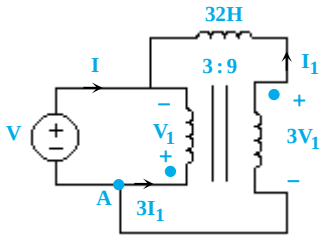
**۸ـ گزینه «۴»** ابتدا امپدانس‌های موجود در ثانویه‌ی دو ترانس را به سمت اولیه انتقال می‌دهیم:




$$\Rightarrow I_{in}=\frac{100}{3+4j}=12-16jA$$

---

**۹ـ گزینه «۱»** ابتدا اندوکتانس‌های معادل دیده شده از دو سر خازن را به دست می‌آوریم:




$$KCL\ A: I+3I_1+I_1=0\Rightarrow I_1=-\frac{I}{4}$$

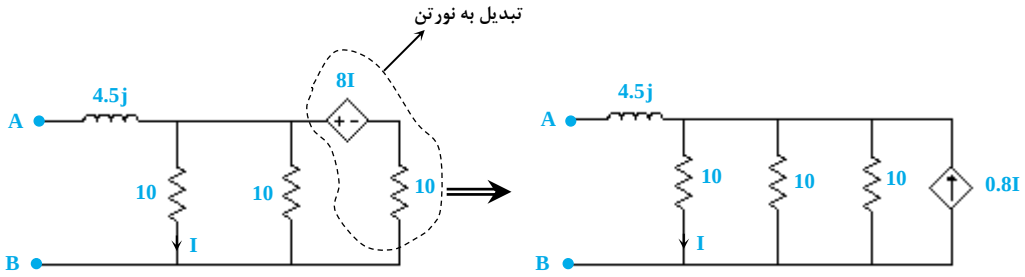
KVL (حلقه‌ی خارجی): $-V-۳۲\frac{dI_۱}{dt}+۳V_۱=۰ \xrightarrow[I_۱=-\frac{I}{۴}]{V_۱=-V} -۴V-۳۲\frac{d}{dt}(-\frac{I}{۴})=۰ \Rightarrow ۴V=\frac{۸dt}{dt} \Rightarrow V=\frac{۲dt}{dt} \Rightarrow L_{eq}=۲H$

بنابراین فرکانس رزونانس به صورت روبه‌رو می‌باشد:

$$f_r=\frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}}=\frac{۱}{۴\pi}Hz$$

---

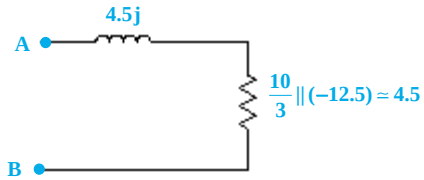
**۱۰ـ گزینه «۴»** ابتدا تمام المان‌ها را به سمت اولیه‌ی ترانس انتقال می‌دهیم:




حال مقاومت معادل منبع جریان وابسته را به دست می‌آوریم:

$$R_{\text{منبع وابسته}}=\frac{۱۰I}{-۰/۸I}=-۱۲/۵\Omega$$

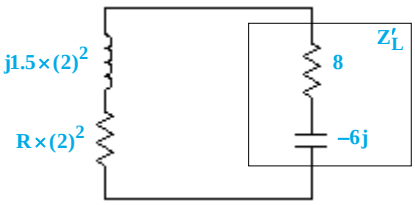
بنابراین داریم:




$$\Rightarrow PF=\frac{R}{\sqrt{R^۲+(L\omega)^۲}}=\frac{۴/۵}{۴/۵\sqrt{۲}}=\frac{\sqrt{۲}}{۲}=۰/۷۰۷$$

---

**۱۱ـ گزینه «۱»** ابتدا منبع ولتاژ را بی‌اثر کرده و سپس با نسبت تبدیل $(\frac{۱۰۰+۱۰۰}{۱۰۰})^۲$ امپدانس‌های سمت اولیه‌ی اتوترانسفورمر را به سمت ثانویه‌ی آن انتقال می‌دهیم.

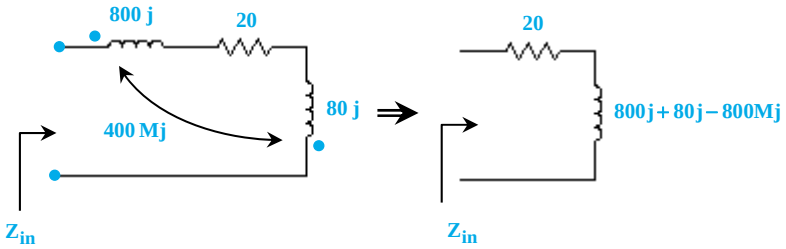



برای انتقال توان ماکزیمم به بار $Z_L$ داریم:

$$Z'_L=Z^*_{th} \Rightarrow ۸-۶j=(۴R+۶j)^* \Rightarrow R=۲\Omega$$

---

**۱۲ـ گزینه «۳»** از آنجا که هر دو سلف $L_۱$ و $L_۲$ روی یک هسته پیچیده شده‌اند، بنابراین حتماً دارای تزویج متقابل می‌باشند. از طرفی شار تولیدی دو سیم‌پیچی در خلاف جهت هم می‌باشد. بنابراین مدار معادل شکل داده شده به صورت روبه‌رو می‌باشد.




بنابراین:

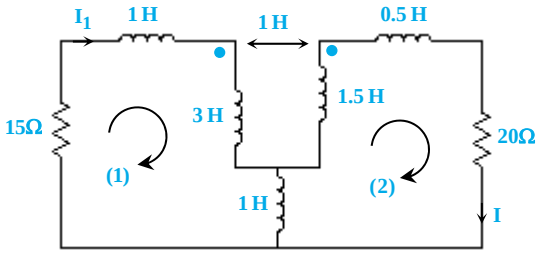
$$Z_{in}=۲۰+(۸۸۰-۸۰۰M)j \Rightarrow$$ پس گزینه‌ی (۳) پاسخ صحیح است.

حال با توجه به اینکه قسمت موهومی در گزینه‌ی ۳ برابر ۷۰۰ می‌باشد، می‌توانیم مقدار M را نیز محاسبه کنیم:

$$۸۸۰-۸۰۰M=۷۰۰ \Rightarrow M=۰/۲۲۵H$$

---

**۱۳ـ گزینه «۴»** با اعمال KVL در دو حلقه‌ی مدار داریم:




$$KVL(۱): ۱۵I_۱+\frac{dI_۱}{dt}+\frac{۳dI_۱}{dt}-\frac{dI}{dt}+\frac{d}{dt}(I_۱-I)=۰ \Rightarrow ۱۵I_۱+۵\frac{dI_۱}{dt}=\frac{۲dI}{dt}$$

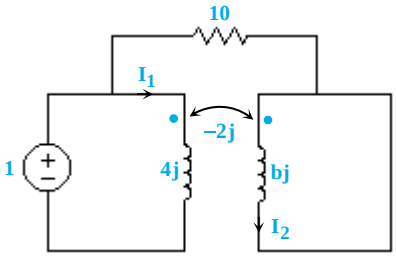
$$\Rightarrow I_۱=\frac{۲DI}{۵D+۱۵} \quad (۱)$$

$$KVL\,(۲):\circ/۵\frac{dI}{dt}+۲\circ I+\frac{d}{dt}(I-I_۱)+۱/۵\frac{dI}{dt}-\frac{dI_۱}{dt}=\circ \Rightarrow ۲\circ I+۳\frac{dI}{dt}=\frac{۲dI_۱}{dt} \Rightarrow (۲\circ+۳D)I=۲DI_۱ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} I=\frac{۲D}{۲\circ+۳D}\times\frac{۲DI}{۵D+۱۵}$$

$$(۱۵D^۲+۱۴۵D+۳\circ\circ)I=۴D^۲I \Rightarrow ۱۱\frac{d^۲I}{dt^۲}+۱۴۵\frac{dI}{dt}+۳\circ\circ I=\circ$$

**۱۴ـ گزینه «۲»** ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم (شکل روبه‌رو). با دقت در حلقه‌ی سمت راست مشاهده می‌شود که هیچ جریانی از مقاومت ۱۰ اهمی عبور نمی‌کند. پس در حلقه‌ی سمت چپ جریان $I_۱$ از منبع نیز عبور می‌کند:

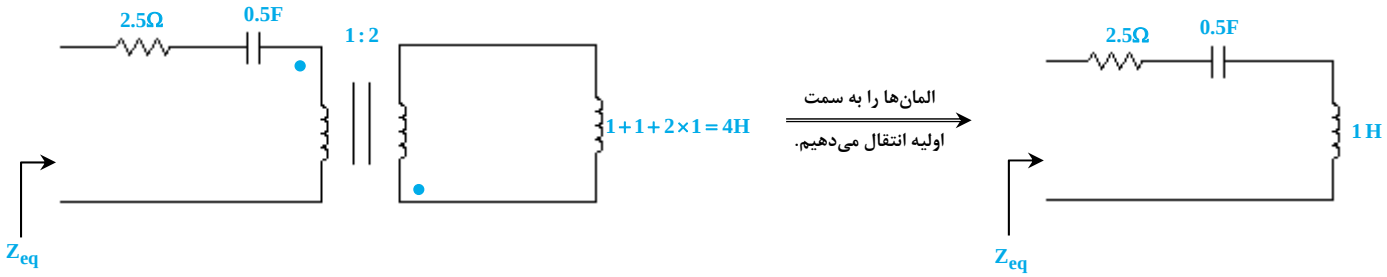



KVL در (حلقه‌ی چپ): $-۱+۴jI_۱-۲jI_۲=\circ \quad (۱)$

KVL در (حلقه‌ی راست): $۶jI_۲-۲jI_۱=\circ \quad (۲)$

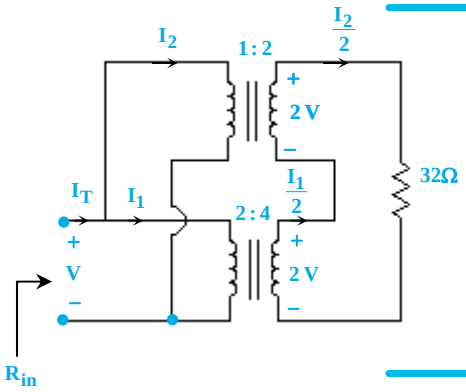
$$\xrightarrow{(۱),(۲)} -۱+۴jI_۱-۲j(\frac{I_۱}{۳})=\circ \Rightarrow \frac{۱\circ}{۳}jI_۱=۱ \Rightarrow I_۱=-\circ/۳jA$$

**۱۵ـ گزینه «۳»** برای حداکثر شدن توان جذب شده توسط شبکه‌ی N، $Z_N$ باید برابر مزدوج امپدانس دیده شده از دو سرش باشد. بنابراین:




$$Z_{eq}=۲/۵-\frac{۲}{\omega}j+\omega j \xrightarrow{\omega=۱} Z_{eq}=۲/۵-j\Omega \Rightarrow Z_N=Z_{eq}^*=۲/۵+j\Omega$$

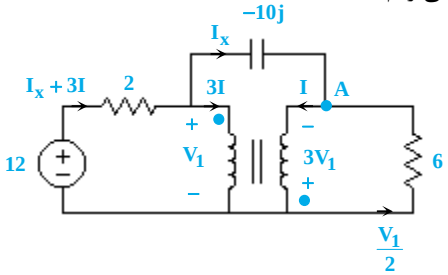
**۱۶ـ گزینه «۲»** با توجه به شکل مدار مشاهده می‌شود که اولیه‌ی ترانس‌ها با هم موازی و ثانویه ترانس با هم سری شده‌اند. بنابراین داریم:




$$\frac{I_۱}{۲}=\frac{I_۲}{۲} \Rightarrow I_۱=I_۲ \Rightarrow I_T=۲I_۱$$

$$KVL\,(\text{حلقه‌ی خروجی}):۴V=\frac{I_۱}{۲}\times۳۲=۱۶I_۱ \Rightarrow V=۴I_۱=۲I_T \Rightarrow R_{in}=۲\Omega$$

**۱۷ـ گزینه «۱»** ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم:




با اعمال KCL در گره A و همچنین اعمال KVL در حلقه‌ی ورودی و حلقه‌ی بیرونی داریم:

$$KCL(A):I_x+\frac{V_۱}{۲}=I \quad (۱)$$

$$KVL\,(\text{حلقه‌ی ورودی}):V_۱=۱۲-۲\times(I_x+۳I) \Rightarrow ۲I_x+۶I+V_۱=۱۲ \quad (۲)$$

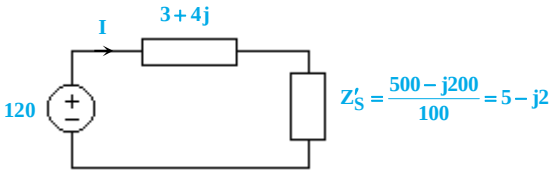
$$KVL\,(\text{حلقه‌ی بیرونی}):-۱۲+۲\times(I_x+۳I)-۱\circ jI_x-۳V_۱=\circ \Rightarrow I_x(۲-۱\circ j)+۶I-۳V_۱=۱۲ \quad (۳)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \begin{cases} I = ۱/۵ \\ V_۱ = ۳ - ۲I_x \end{cases} \Rightarrow I_x(۲ - ۱۰j) + ۹ - ۹ + ۶I_x = ۱۲$$

$$I_x = \frac{۱۲}{۸ - ۱۰j} \Rightarrow I_x = ۰/۹۳\angle ۵۱/۳^\circ A \Rightarrow I_x(t) = ۰/۹۳\cos(۲t + ۵۱/۳^\circ)A$$

---

**۱۸ـ گزینه «۴»** با توجه به اینکه محاسبه‌ی توان در دو سمت ترانس با هم یکسان است، بنابراین $Z_S$ را به سمت اولیه انتقال می‌دهیم:



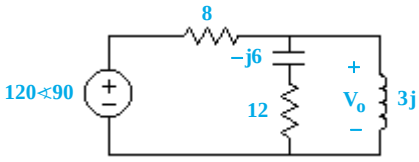

$$I_{rms} = \frac{۱۲۰}{۸ + ۲j} \Rightarrow |I_{rms}| = ۱۴/۵۵A$$

از طرفی می‌دانیم توان متوسط $Z_S$ همان توان تلف شده توسط مقاومت می‌باشد، بنابراین داریم:

$$P_{avg} = R'_S I^۲_{rms} = ۵ \times (۱۴/۵۵)^۲ \simeq ۱۰۵۹w$$

---

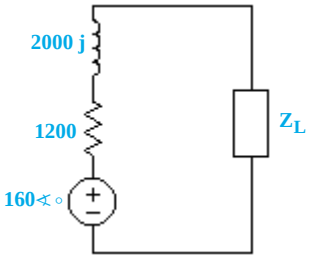
**۱۹ـ گزینه «۳»** ابتدا المان‌های موجود در سمت اولیه‌ی ترانسفورمر را به سمت ثانویه انتقال می‌دهیم، حال با اعمال تقسیم ولتاژ، مقدار مؤثر $V_o$ را محاسبه می‌کنیم:




$$V_o = \frac{۳j \,||\, (۱۲ - ۶j)}{۳j \,||\, (۱۲ - ۶j) + ۸} \times ۱۲۰\angle ۹۰^\circ \Rightarrow |V_o(rms)| = ۴۲/۱۲v$$

---

**۲۰ـ گزینه «۱»** ابتدا تمام المان‌ها را به سمت ثانویه‌ی اتوترانسفورمر انتقال می‌دهیم:




$$(a = \frac{N_۱ + N_۲}{N_۲} = \frac{۸۰۰}{۲۰۰} = ۴)$$

برای انتقال توان ماکزیمم داریم:

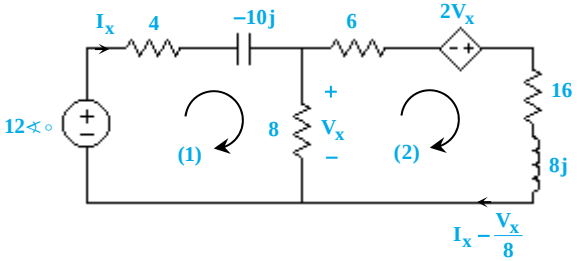
$$Z_L = Z^*_{th} = ۱۲۰۰ - ۲۰۰۰j = (۱/۲ - ۲j)k\Omega$$

بنابراین توان ماکزیمم برابر است با:

$$P_{L\,max} = \frac{V^۲_{rms}}{۴Re[Z_L]} = \frac{(۱۶۰)^۲}{۴ \times ۱۲۰۰} = ۵/۳w$$

---

**۲۱ـ گزینه «۴»** با انتقال المان‌های مدار به بخش میانی داریم:




با اعمال KVL در حلقه‌های مدار داریم:

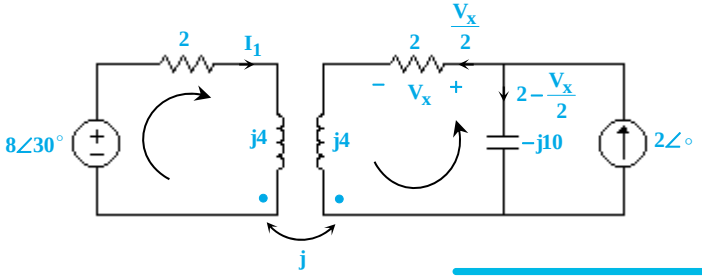
$$KVL(۱): -۱۲ + (۴ - ۱۰j)I_x + V_x = ۰ \Rightarrow V_x + (۴ - ۱۰j)I_x = ۱۲ \quad (۱)$$

$$KVL(۲): -V_x + (۲۲ + ۸j)(I_x - \frac{V_x}{۸}) - ۲V_x = ۰ \Rightarrow (۵/۷۵ + j)V_x = (۲۲ + ۸j)I_x \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{(۲۲ + ۸j)}{(۵/۷۵ + j)}I_x + (۴ - ۱۰j)I_x = ۱۲ \Rightarrow |I_x| = ۰/۹۸ \simeq ۱A$$

---

**۲۲ـ گزینه «۱»** در مدار شکل زیر با نوشتن جریان شاخه‌ها و دو KVL در شاخه‌های سمت چپ و میانی داریم:

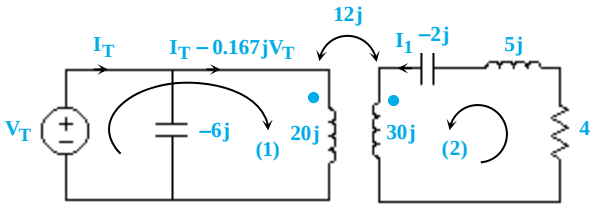



$$KVL(\text{حلقه‌ی سمت چپ}): -۸\angle ۳۰^\circ + ۲I_۱ + ۴jI_۱ + j(\frac{V_x}{۲}) = ۰ \quad (۱)$$

$$KVL(\text{حلقه‌ی میانی}): V_x + ۴j(\frac{V_x}{۲}) + jI_۱ + ۱۰j(۲ - \frac{V_x}{۲}) = ۰ \quad (۲)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} (۲ + ۴j)I_۱ + ۰/۵jV_x = ۸\angle ۳۰^\circ \\ jI_۱ + (۱ - ۳j)V_x = -۲۰j \end{cases} \Rightarrow V_x = ۶/۵۷\angle -۲۱^\circ v$$

**۲۳ـ گزینه «۱»** با اعمال منبع ولتاژ $V_T$ با جریان تزریقی $I_T$ مقدار $Z_{ab}$ را محاسبه می‌کنیم:




با اعمال KVL در حلقه‌های (۱) و (۲) داریم:

$$KVL(۱): -V_T + ۲۰j(I_T - ۰/۱۶۷jV_T) + ۱۲jI_۱ = ۰ \Rightarrow ۲/۳۴V_T + ۲۰jI_T + ۱۲jI_۱ = ۰ \quad (۱)$$

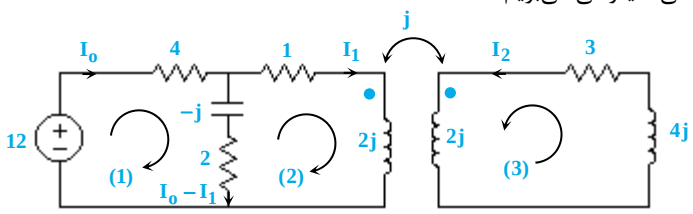
$$KVL(۲): (۴+۳j)I_۱ + ۳۰jI_۱ + ۱۲j(I_T - ۰/۱۶۷jV_T) = ۰ \Rightarrow (۴+۳۳j)I_۱ = ۱۲j(۰/۱۶۷V_T - I_T)$$

$$\Rightarrow I_۱ = (۰/۳۶ + ۰/۰۴j)(۰/۱۶۷jV_T - I_T) \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} ۲/۳۴V_T + ۲۰jI_T + ۱۲j(۰/۳۶+۰/۰۴j)(۰/۱۶۷jV_T - I_T) = ۰ \Rightarrow V_T = \frac{-۰/۴۸ - ۱۵/۶۸j}{۱/۶۲ - ۰/۰۸j} I_T \Rightarrow Z_{ab} \simeq ۰/۲ - ۹/۷jΩ$$

---

**۲۴ـ گزینه «۲»** ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم:




حال با اعمال KVL در حلقه‌های مشخص شده مقدار جریان $I_o$ را محاسبه می‌کنیم:

$$KVL(۱): -۱۲ + ۴I_o + (۲-j)(I_o - I_۱) = ۰ \Rightarrow (۶-j)I_o - (۲-j)I_۱ = ۱۲ \quad (۱)$$

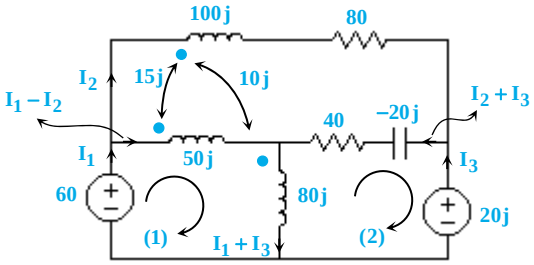
$$KVL(۲): (۲-j)(I_۱ - I_o) + (۱+۲j)I_۱ + jI_۲ = ۰ \Rightarrow (۳+j)I_۱ - (۲-j)I_o + jI_۲ = ۰ \quad (۲)$$

$$KVL(۳): (۳+۶j)I_۲ + jI_۱ = ۰ \quad (۳)$$

$$\xrightarrow{(۲),(۳)} I_۱ = (۰/۵۲ - ۰/۴۷j)I_o \xrightarrow{(۱)} I_o = ۲/۱۹۴ - ۰/۱۸۶j \Rightarrow |I_o| = ۲/۲A$$

---

**۲۵ـ گزینه «۳»** ابتدا جریان شاخه‌های مدار را بر حسب جریان‌های مشخص شده تعیین می‌کنیم و سپس با اعمال KVL در سه حلقه موجود، مقدار $I_۱ + I_۲$ را به دست می‌آوریم:




$$KVL(۱): -۶۰ + ۵۰j(I_۱ - I_۲) + ۱۵jI_۲ + ۸۰j(I_۱ + I_۳) + ۱۰jI_۲ = ۰ \Rightarrow ۱۳۰jI_۱ - ۲۵jI_۲ + ۸۰jI_۳ = ۶۰ \quad (۱)$$

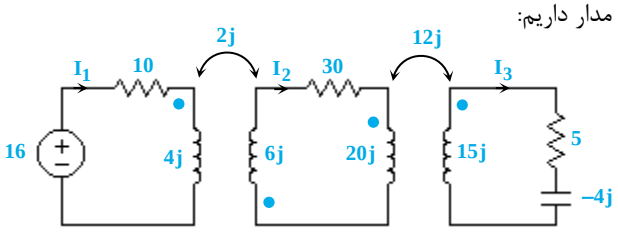
$$KVL(۲): -(۴۰ - ۲۰j)(I_۲ + I_۳) + ۲۰j - ۸۰j(I_۱ + I_۳) - ۱۰jI_۲ = ۰ \Rightarrow ۸۰jI_۱ + (۴۰ - ۱۰j)I_۲ + (۴۰ + ۶۰j)I_۳ = ۲۰j \quad (۲)$$

$$KVL\ (\text{حلقه‌بیرونی}): -۶۰ + ۱۰۰jI_۲ + ۱۵j(I_۱ - I_۲) + ۱۰j(I_۱ + I_۲) + ۸۰I_۲ + ۲۰j = ۰ \Rightarrow ۲۵jI_۱ + (۸۰ + ۸۵j)I_۲ + ۱۰jI_۳ = ۶۰ - ۲۰j \quad (۳)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲),(۳)} \begin{cases} I_۱ = ۰/۴۸۹ - ۱/۲۱۰۷j \\ I_۲ = ۰/۰۸۵۶ - ۰/۳۹۷۸j \\ I_۳ = -۰/۷۶۸ + ۱/۰۹۳j \end{cases} \Rightarrow |I_۱ + I_۲| = ۱/۷A$$

---

**۲۶ـ گزینه «۱»** با اعمال KVL در حلقه‌های مدار داریم:




$$KVL(۱): -۱۶+۱۰I_۱+۴jI_۱+۲jI_۲=۰ \Rightarrow (۱۰+۴j)I_۱+۲jI_۲=۱۶ \quad (۱)$$

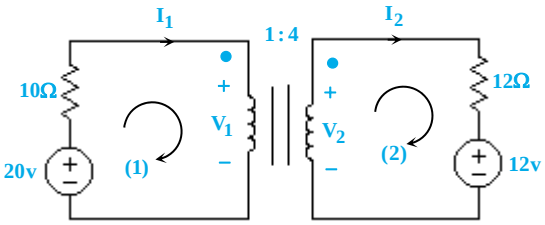
$$KVL(۲): ۶jI_۲+۲jI_۱+۳۰I_۲+۲۰jI_۲-۱۲jI_۳=۰ \Rightarrow ۲jI_۱+(۳۰+۲۶j)I_۲-۱۲jI_۳=۰ \quad (۲)$$

$$KVL(۳): (۵-۴j)I_۳+۱۵jI_۳-۱۲jI_۲=۰ \Rightarrow (۵+۱۱j)I_۳-۱۲jI_۲=۰ \quad (۳)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲),(۳)} \begin{cases} I_۱=۱/۳۸-۰/۵۴j \\ I_۲=-۰/۰۵-۰/۰۵j \\ I_۳=-۰/۰۲۶۸-۰/۰۷۲۱j \end{cases} \Rightarrow |I_۳|=۷۷mA$$

---

**۲۷ـ گزینه «۴»** ابتدا با تبدیل نورتن به تونن، مدار به صورت زیر ساده می‌شود:




با توجه به نسبت تبدیل ترانس داریم:

$$\begin{cases} I_۱=۴I_۲ \\ V_۲=۴V_۱ \end{cases}$$

حال با اعمال KVL داریم:

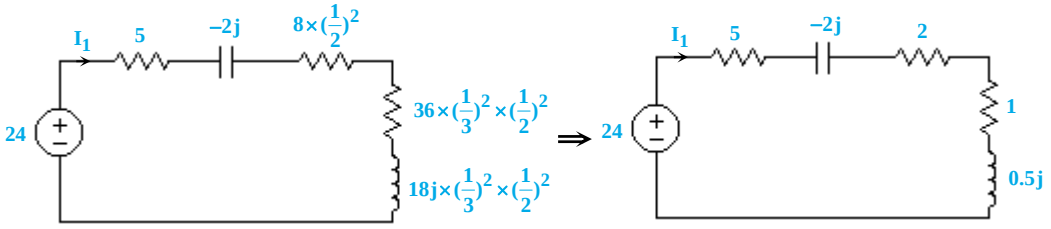
$$KVL(۱): -۲۰+۱۰I_۱+V_۱=۰ \Rightarrow ۱۰I_۱+V_۱=۲۰$$

$$KVL(۲): -V_۲+۱۲I_۲+۱۲=۰ \Rightarrow V_۲-۱۲I_۲=۱۲$$

$$\Rightarrow \begin{cases} ۴۰I_۲+\dfrac{V_۲}{۴}=۲۰ \\ -۱۲I_۲+V_۲=۱۲ \end{cases} \Rightarrow V_۲=۱۶/۷v$$

---

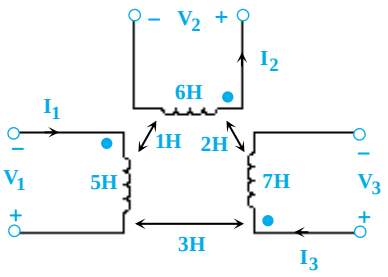
**۲۸ـ گزینه «۱»** ابتدا تمام امپدانس‌ها را به یک سمت ترانسفورمر انتقال می‌دهیم.




$$\Rightarrow I_۱=\frac{۲۴}{۸-۱/۵j} \Rightarrow |I_۱|=۲/۹۵A$$

---

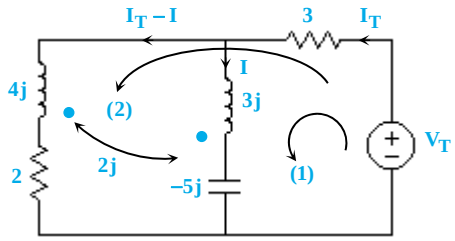
**۲۹ـ گزینه «۲»** با اعمال KVL در حلقه‌ی متناظر با $V_۳$ داریم:




$$V_۳=۷\frac{dI_۳}{dt}+۳\frac{dI_۱}{dt}-۲\frac{dI_۲}{dt}$$

بنابراین گزینه‌ی (۲) صحیح است.

**۳۰ـ گزینه «۴»** برای محاسبه‌ی $Z_{th}$ ابتدا منبع ولتاژ را بی‌اثر کرده و سپس با اعمال منبع ولتاژ $V_T$ با جریان تزریقی $I_T$ در دو سر a و b، امپدانس تونن $Z_{th}$ را به دست می‌آوریم:



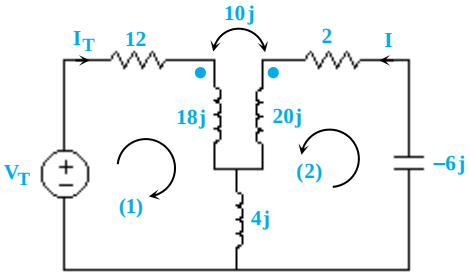

$$KVL(۱): -V_T + ۳I_T + ۳jI + ۲j(I_T - I) - ۵jI = ۰ \Rightarrow -V_T + (۳+۲j)I_T - ۴jI = ۰ \quad (۱)$$

$$KVL(۲): -V_T + ۳I_T + ۴j(I_T - I) + ۲jI + ۲(I_T - I) = ۰ \Rightarrow -V_T + (۵+۴j)I_T - (۲+۲j)I = ۰ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} -V_T + (۵+۴j)I_T - (۲+۲j)\left(\frac{-V_T + (۳+۲j)I_T}{۴j}\right) = ۰ \Rightarrow V_T = \left(\frac{۲/۵ + ۴/۵j}{۰/۵ + ۰/۵j}\right)I_T = (۷+۲j)I_T \Rightarrow Z_{th} = ۷ + ۲j\Omega$$

---

**۳۱ـ گزینه «۴»** با اعمال منبع ولتاژ $V_T$ با جریان تزریقی $I_T$ در دو سر مربوطه و اعمال KVL در دو حلقه‌ی موجود، امپدانس معادل را محاسبه می‌کنیم:



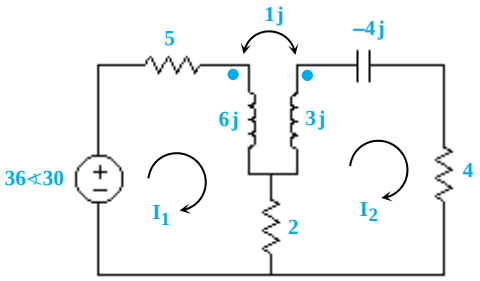

$$KVL(۱): -V_T + ۱۲I_T + ۱۸jI_T + ۱۰jI + ۴j(I_T + I) = ۰ \Rightarrow -V_T + I_T(۱۲ + ۲۲j) + ۱۴jI = ۰ \quad (۱)$$

$$KVL(۲): (۲-۶j)I + ۲۰jI + ۱۰jI_T + ۴j(I + I_T) = ۰ \Rightarrow (۲+۱۸j)I + ۱۴jI_T = ۰ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} V_T = (۱۳/۲ + ۱۱/۲j)I_T$$

---

**۳۲ـ گزینه «۳»** با اعمال KVL در حلقه‌های مدار، جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی را به دست آورده و در نتیجه توان مصرفی آن را محاسبه می‌کنیم:



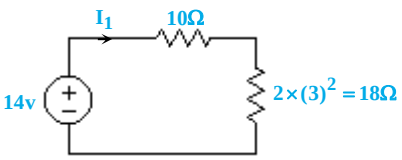

$$KVL(۱): -۳۶\angle ۳۰ + ۵I_۱ + ۶jI_۱ - jI_۲ + ۲(I_۱ - I_۲) = ۰ \Rightarrow (۷+۶j)I_۱ - (۲+j)I_۲ = ۳۶\angle ۳۰ \quad (۱)$$

$$KVL(۲): (۴-۴j)I_۲ + ۲(I_۲ - I_۱) + ۳jI_۲ - jI_۱ = ۰ \Rightarrow (۶-j)I_۲ - (۲+j)I_۱ = ۰ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{(۷+۶j)(۶-j)}{۲+j}I_۲ - (۲+j)I_۲ = ۳۶\angle ۳۰ \Rightarrow |I_۲| = ۱/۵A \Rightarrow P_{۴\Omega} = \frac{۱}{۲}RI^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۴ \times ۱/۵^۲ = ۴/۵w$$

---

**۳۳ـ گزینه «۴»** ابتدا تمامی عناصر را از سمت ثانویه‌ی ترانسفورمر به سمت اولیه‌ی آن انتقال می‌دهیم.

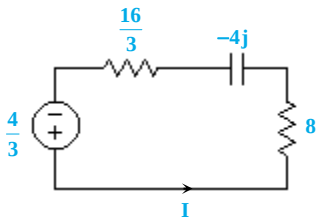



$$\Rightarrow I_۱ = \frac{۱۴}{۲۸} = ۰/۵A$$

از طرفی با استفاده از نسبت تبدیل ترانسفورمر داریم:

$$\frac{I_۲}{I_۱} = -\frac{۳}{۱} \Rightarrow I_۲ = -۱/۵A \Rightarrow |I_۱ + I_۲| = |-۱/۵ + ۰/۵| = ۱A$$

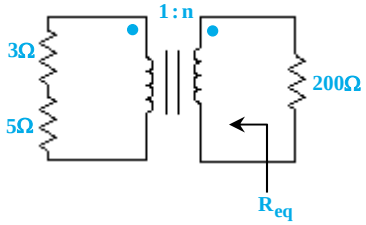
**۳۴ـ گزینه «۱»** ابتدا المان‌های سمت چپ ترانسفورمر را به سمت راست انتقال داده و سپس مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم:




$$I=\frac{\frac{۴}{۳}}{۸+\frac{۱۶}{۳}-۴j}=۰/۰۹۶\angle ۱۶/۷^\circ A$$

$$P_{۸\Omega}=\frac{۱}{۲}\times ۸\times(۰/۰۹۶)^۲=۰/۰۳۶۷w=۳۶/۷mw$$

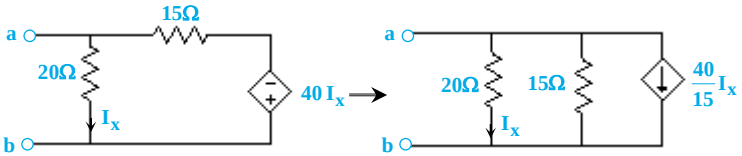
**۳۵ـ گزینه «۲»** برای جذب حداکثر توان توسط مقاومت ۲۰۰ اهمی باید مقاومت تونن دیده شده از دو سرش برابر ۲۰۰ باشد. بنابراین داریم:




$$\Rightarrow\ R_{eq}=(n)^۲\times(۳+۵)=۸n^۲$$

$$R_{eq}=۲۰۰\ \Rightarrow\ n=۵$$

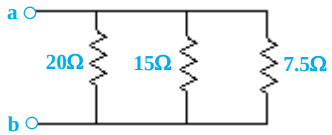
**۳۶ـ گزینه «۴»** ابتدا تمامی عناصر مدار را به سمت اولیه‌ی ترانسفورمر انتقال می‌دهیم:




حال مقاومت معادل منبع جریان وابسته را به دست می‌آوریم:

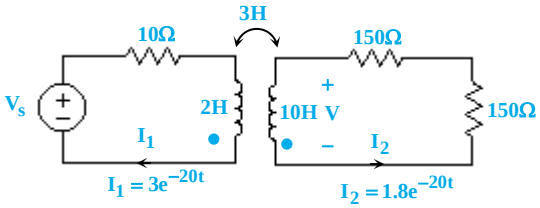
$$R_{\text{منبع جریان}}=\frac{۲۰I_x}{\frac{۴۰}{۱۵}I_x}=۷/۵\Omega$$

بنابراین داریم:




$$\Rightarrow\ \begin{cases}V_{th}=۰\\ R_{th}=۲۰\,||\,۱۵\,||\,۷/۵=۴\Omega\end{cases}$$

**۳۷ـ گزینه «۱»** با توجه به مشخص بودن جریان $I_۲$، با نوشتن KVL در حلقه‌ی سمت راست، به راحتی می‌توان ولتاژ دو سر سلف ۱۰ هانری را تعیین نمود:

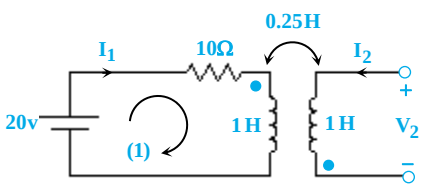



$$V=-(۱۵۰+۱۵۰)I_۲=-۵۴۰e^{-۲۰t}v$$

البته از طریق معادلات دیفرانسیلی ولتاژ سلف هم می‌توانستیم به این مقدار دست یابیم. یعنی:

$$V=۱۰\frac{dI_۲}{dt}+۳\frac{dI_۱}{dt}\ \Rightarrow\ V=-۳۶۰e^{-۲۰t}-۱۸۰e^{-۲۰t}=-۵۴۰e^{-۲۰t}v$$

**۳۸ـ گزینه «۱»** با توجه به مدار باز بودن سمت راست مدار، $I_۲=۰$ می‌باشد. حال با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت چپ داریم:

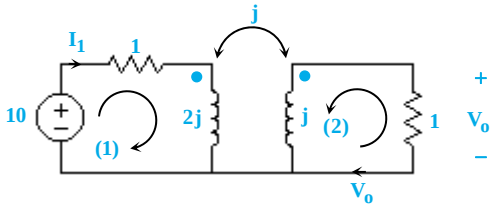



$$KVL(۱):-۲۰+۱۰I_۱+\frac{dI_۱}{dt}=۰\ \xrightarrow{I_۱(۰)=۰}\ I_۱(t)=۲e^{-۱۰t}A$$

از طرفی داریم:

$$V_۲=\frac{۱d(I_۲)}{dt}-\frac{۱}{۴}\frac{d(I_۱)}{dt}=\frac{-۱}{۴}\frac{d}{dt}(I_۱)=۵e^{-۱۰t}v$$

**۳۹ـ گزینه «۳»** با اعمال KVL در حلقه‌های مدار داریم: (دقت شود منبع ۲۵ dc ولتی تأثیری روی معادلات KVL ندارد. بنابراین آن را اتصال کوتاه کرده و مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم).

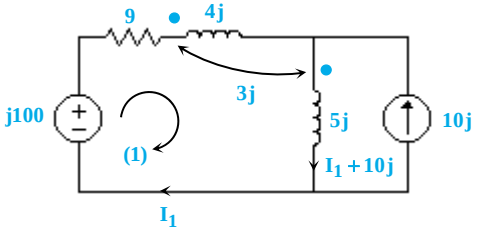



$$KVL(1): -10 + I_1 + 2jI_1 - jV_o = 0 \Rightarrow (1+2j)I_1 - jV_o = 10 \quad (1)$$

$$KVL(2): V_o + jV_o - jI_1 = 0 \Rightarrow (1+j)V_o = jI_1 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} [-j(1+2j)(1+j) - j]V_o = 10 \Rightarrow V_o = \frac{10}{3} \Rightarrow V_o(t) = \frac{10}{3}\cos t$$

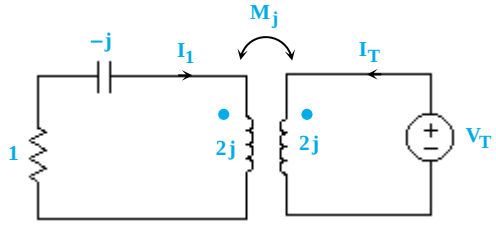
**۴۰ـ گزینه «۴»** با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت راست داریم:




$$KVL(1): -100j + 9I_1 + 4jI_1 + 3j(I_1 + 10j) + 5j(I_1 + 10j) + 3jI_1 = 0$$

$$\Rightarrow I_1(9 + 15j) = 80 + 100j \Rightarrow |I_1| = 7/3A$$

**۴۱ـ گزینه «۲»** ابتدا منبع ولتاژ مستقل را بی‌اثر کرده و سپس امپدانس تونن دیده شده از دو سر مقاومت R را محاسبه می‌کنیم:



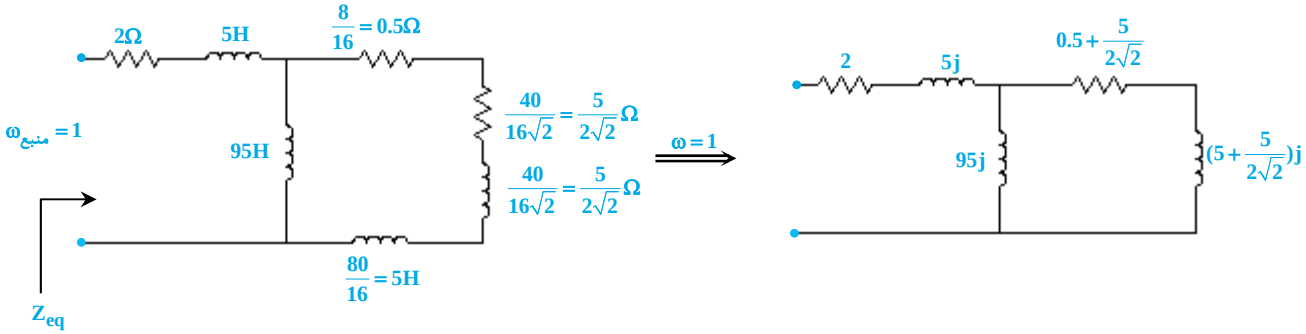

$$KVL\ (\text{حلقه‌ی چپ}): (1 - j + 2j)I_1 + MjI_T = 0 \quad (1)$$

$$KVL\ (\text{حلقه‌ی راست}): V_T = 2jI_T + MjI_1 \xrightarrow{(1)} V_T = (2j + \frac{M^2}{1+j})I_T \Rightarrow Z_{eq} = \frac{M^2 - 2 + 2j}{1+j}$$

برای انتقال توان ماکزیمم اندازه‌ی امپدانس معادل باید با مقدار R برابر باشند. با بررسی گزینه‌ها مشاهده می‌شود تنها گزینه‌ی ۲ می‌تواند گزینه‌ی صحیح باشد.

**۴۲ـ گزینه «۱»** با توجه به اینکه مدار تنها از المان‌های R و L تشکیل شده است و خبری از وجود خازن نیست، پس مدار فرکانس تشدیدی ندارد.

**۴۳ـ گزینه «۳»** برای به‌دست آوردن نسبت توان راکتیو به توان اکتیو مصرف‌شده‌ی مدار، کافی است امپدانس دیده شده از دو سر منبع را به‌دست آورده و نسبت X به R آن را حساب کنیم. برای این کار ابتدا همه‌ی المان‌های سمت راست را به سمت چپ منتقل می‌کنیم:

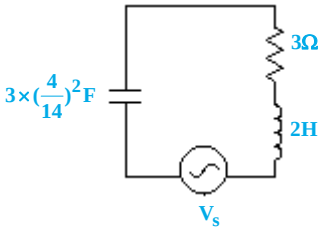



$$Z_{eq} = 2 + 5j + (95j) \,||\, [0/5 + \frac{5}{2\sqrt{2}} + j(5 + \frac{5}{2\sqrt{2}})] = 3/98 + 11/36j$$

پس داریم:

$$\frac{Q_{\text{مصرفی}}}{P_{\text{مصرفی}}} = \frac{X}{R} = \frac{11/36}{3/98} = 2/85 \simeq 3$$

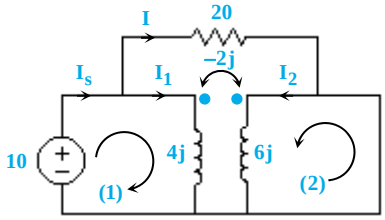
**۴۴ـ گزینه «۳»** ابتدا همه‌ی المان‌های مدار را به یک سمت اتوترانسفورمر انتقال می‌دهیم: $(a=\frac{n_1}{n+n_2}=\frac{4}{14})$




$$\Rightarrow\ f_r=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}=\frac{1}{2\pi\times\frac{2}{7}\sqrt{6}}=0/22Hz$$

---

**۴۵ـ گزینه «۱»** با اعمال KVL در حلقه‌های مدار داریم:




$$I=\frac{10}{20}=0/5A$$

$$KVL(1):10=4jI_1-2jI_2 \qquad (1)$$

$$KVL(2):6jI_2-2jI_1=0\ \Rightarrow\ I_1=3I_2 \qquad (2)$$

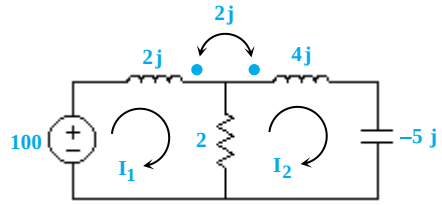
$$\xrightarrow{(1),(2)}\ 10=4jI_1-2j\frac{I_1}{3}\ \Rightarrow\ I_1=-3jA$$

بنابراین جریان منبع برابر است با:

$$I_s=I+I_1=\frac{1}{2}-3jA$$

---

**۴۶ـ گزینه «۳»** با اعمال KVL در حلقه‌های مدار داریم:



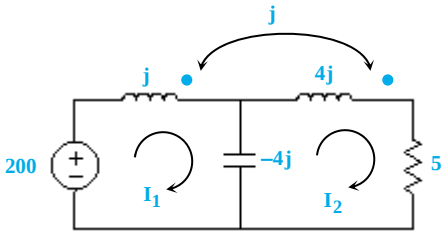

$$KVl(1):-100+2jI_1-2jI_2+2(I_1-I_2)=0\ \Rightarrow\ I_1(2+2j)-(2-2j)I_2=100 \qquad (1)$$

$$KVL(2):2(I_2-I_1)+4jI_2-2jI_1-5jI_2=0\ \Rightarrow\ -(2+2j)I_1+(2-j)I_2=0 \qquad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)}\ \begin{bmatrix}2+2j & -2-2j\\ -2-2j & 2-j\end{bmatrix}\begin{bmatrix}I_1\\ I_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}100\\ 0\end{bmatrix}$$

---

**۴۷ـ گزینه «۴»** ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم: (قبل از آن M را حساب می‌کنیم: $M=k\sqrt{L_1L_2}=2\times10^{-3}$)

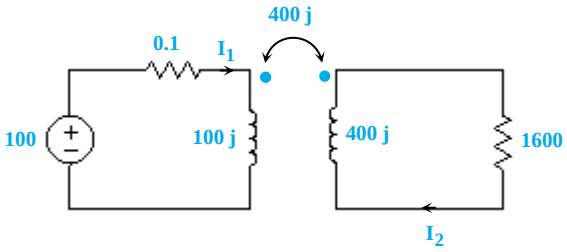



حال با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت راست مدار داریم:

$$KVL(2):4jI_2+jI_1+5I_2-4j(I_2-I_1)=0\ \Rightarrow\ 5I_2+5jI_1=0\ \Rightarrow\ I_2+jI_1=0$$

---

**۴۸ـ گزینه «۲»** با اعمال KVL در حلقه‌های چپ و راست مدار داریم:

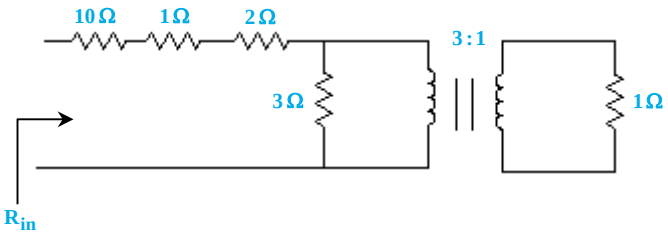



$$KVL\ (\text{حلقه‌ی راست}):1600I_2+400jI_2-400jI_1=0\ \Rightarrow\ I_1=(1-4j)I_2 \qquad (1)$$

$$KVL\ (\text{حلقه‌ی چپ}):100=(0/1+100j)I_1-400jI_2 \qquad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)}\ ((0/1+100j)(1-4j)-400j)I_2=100\ \Rightarrow\ I_2\simeq0/2\angle37^\circ A$$

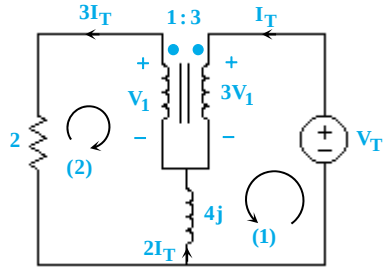
**۴۹ـ گزینه «۲»** برای به‌دست‌آوردن امپدانس ورودی مدار، کافی است منبع جریان $I_S$ را بی‌اثر کنیم. در نتیجه ترانسفورمر سری شده با آن مدار باز شده و از مدار حذف می‌شود. بنابراین داریم:




$$R_{in} = ۱۰ + ۱ + ۲ + ۳ \,||\, (۱ \times ۳^۲) = ۱۵/۲۵\Omega$$

---

**۵۰ـ گزینه «۲»** برای محاسبه‌ی R متناظر با حداکثر شدن توان مقاومت R کافی است مقاومت معادل تونن دیده شده از سرش را به دست آوریم. برای این‌کار منبع جریان مستقل را بی‌اثر کرده و با اعمال KVL در دو حلقه‌ی سمت چپ و راست مدار، امپدانس تونن دیده شده را محاسبه می‌کنیم:




$$KVL\,(۱): V_T = ۳V_۱ - ۸jI_T \qquad (۱)$$

$$KVL\,(۲): -۶I_T + V_۱ - ۸jI_T = ۰ \Rightarrow V_۱ = (۶ + ۸j)I_T \qquad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} V_T = (۱۸ + ۲۴j - ۸j)I_T = (۱۸ + ۱۶j)I_T$$

بنابراین برای جذب توان حداکثر توسط مقاومت R داریم:

$$R = |Z_{th}| = \sqrt{۱۸^۲ + ۱۶^۲} \simeq ۲۴\Omega$$