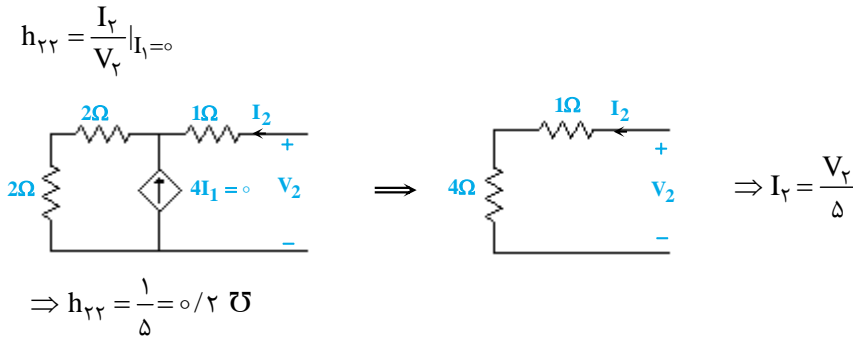




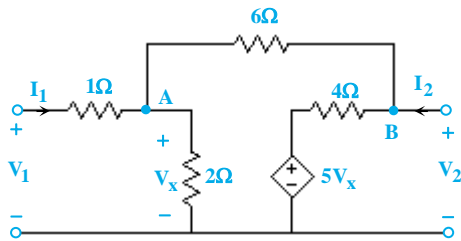
پاسخنامه تشریحی آزمون فصل یازدهم

۱- گزینه «۳» با توجه به تعریف پارامتر h_{22} داریم:

بنابراین با مدار باز کردن سمت چپ مدار داریم:



۲- گزینه «۱» با اعمال KCL, KVL در مدار داریم:



$$\text{KCL(A)}: I_1 = \frac{V_x}{2} + \frac{V_x - V_2}{6}$$

$$6I_1 = 3V_x + V_x - V_2 \Rightarrow 4V_x - V_2 = 6I_1 \quad (1)$$

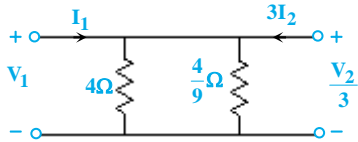
$$\text{KCL(B)}: I_2 = \frac{V_2 - 5V_x}{4} + \frac{V_2 - V_x}{6} \Rightarrow 12I_2 = 3V_2 - 15V_x + 2V_2 - 2V_x$$

$$\Rightarrow 5V_2 - 17V_x = 12I_2 \quad (2)$$

$$\text{KVL (حلقه‌ی چپ)}: V_1 = I_1 + V_x \Rightarrow V_x = V_1 - I_1 \quad (3) \xrightarrow{(1),(2)} \begin{cases} 4V_1 - 4I_1 = V_2 + 6I_1 \Rightarrow 4V_1 = V_2 + 10I_1 \\ 5V_2 - 17(V_1 - I_1) = 12I_2 \Rightarrow 17V_1 - 5V_2 = 17I_1 - 12I_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} V_1 = 0.32V_2 - 1/17I_2 \\ I_1 = 0.02V_2 - 0.4V_1 \end{cases} \rightarrow T = \begin{bmatrix} 0.32 & 1/17 \\ 0.02 & 0.47 \end{bmatrix}$$

۳- گزینه «۲» با انتقال تمامی المان‌ها به سمت اولیه‌ی ترانسفورمر داریم:



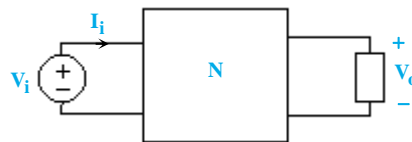
$$V_1 = \frac{V_2}{3} = (4 \parallel \frac{4}{9})(I_1 + 3I_2) = 0.4I_1 + 1/2I_2$$

$$\Rightarrow \begin{cases} V_1 = 0.4I_1 + 1/2I_2 \\ V_2 = 1/2I_1 + 3/6I_2 \end{cases} \rightarrow Z = \begin{bmatrix} 0.4 & 1/2 \\ 1/2 & 3/6 \end{bmatrix}$$

۴- گزینه «۳» ابتدا ماتریس انتقال شبکه‌های Na, Nb را محاسبه می‌کنیم:

$$Z_a = \begin{bmatrix} 8 & 6 \\ 4 & 5 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = 8I_1 + 6I_2 \\ V_2 = 4I_1 + 5I_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_1 = 2V_2 - 4I_2 \\ I_1 = 0.25V_2 - 1/25I_2 \end{cases} \rightarrow T_a = \begin{bmatrix} 2 & 4 \\ 0.25 & 1/25 \end{bmatrix}$$

$$y_b = \begin{bmatrix} 8 & -4 \\ 2 & 10 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = 8V_1 - 4V_2 \\ I_2 = 2V_1 + 10V_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_1 = -5V_2 + 0.5I_2 \\ I_1 = -44V_2 + 4I_2 \end{cases} \rightarrow T_b = \begin{bmatrix} -5 & 0.5 \\ -44 & -4 \end{bmatrix}$$



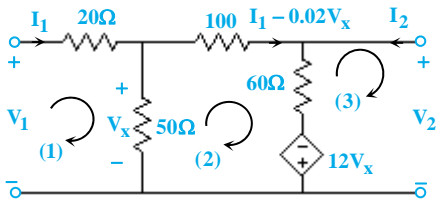
$$T_N = T_a \times T_b = \begin{bmatrix} -186 & -17 \\ -56/25 & -5/125 \end{bmatrix}$$

حال داریم:

$$\Rightarrow \begin{cases} V_i = -186V_o - 17I_o \\ I_i = -56/25V_o - 5/125I_o \end{cases} \xrightarrow{\substack{Z_L=2 \\ V_o=2I_o}} \begin{cases} V_i = -194/5 V_o \\ I_i = -58/1125 V_o \end{cases}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{-1}{194/5} = -0.005$$

۵- گزینه «۱» با اعمال KVL در حلقه‌های موجود داریم:



$$\text{KVL (1)}: V_1 = 20 I_1 + V_x \quad (1)$$

$$\text{KVL (2)}: -V_x + 100 \times (I_1 - 0.02 V_x) + 60 \times (I_1 + I_2 - 0.02 V_x) - 12 V_x = 0$$

$$160 I_1 + 60 I_2 = 16/2 V_x \quad (2)$$

$$\text{KVL (3)}: V_2 = 60(I_1 + I_2 - 0.02 V_x) - 12 V_x \Rightarrow V_2 = 60 I_1 + 60 I_2 - 13/2 V_x \quad (3)$$

$$(1), (2) \rightarrow 160 I_1 + 60 I_2 = 16/2 \times (V_1 - 20 I_1) \Rightarrow V_1 = 29/9 I_1 + 3/7 I_2 \quad (4)$$

$$(1), (3) \rightarrow V_2 = 60 I_1 + 60 I_2 - 13/2 \times (V_1 - 20 I_1) \Rightarrow V_2 = -70/7 I_1 + 11/1 I_2 \quad (4)$$

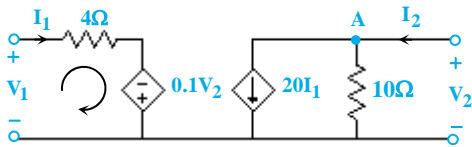
$$\rightarrow Z \approx \begin{bmatrix} 29 & 3/7 \\ -70 & 11 \end{bmatrix}$$

۶- گزینه «۴» با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت چپ و همچنین اعمال KCL در گره A داریم:

$$\text{KVL}: V_1 = 4 I_1 - 0.1 V_2 \rightarrow I_1 = 0.25 V_1 + 0.025 V_2$$

$$\text{KCL (A)}: I_2 = \frac{V_2}{10} + 20 I_1 \rightarrow I_2 = 5 V_1 + 0.6 V_2$$

$$\rightarrow Y = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.025 \\ 5 & 0.6 \end{bmatrix}$$



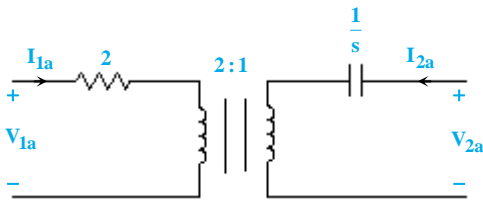
۷- گزینه «۳» با توجه به شکل مدار، مشخص است که مدار یک دوقطبی متقارن است؛ بنابراین دترمینان ماتریس T برابر یک می‌باشد:

$$\det(T) = 1$$

۸- گزینه «۱» با توجه به شکل، مشاهده می‌شود که مدار از دو بخش که با هم موازی شده‌اند تشکیل شده است. بنابراین داریم:

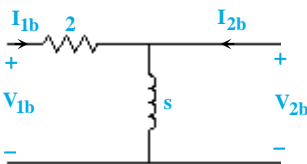
$$Y_{22} = Y_{22a} + Y_{22b}$$

بخش اول:



$$Y_{22a} = \frac{I_{2a}}{V_{2a}} \Big|_{V_{1a}=0} = \frac{1}{\frac{1}{s} + 2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{2s}{s+2}$$

بخش دوم:



$$Y_{22b} = \frac{I_{2b}}{V_{2b}} \Big|_{V_{1b}=0} = \frac{s+2}{2s}$$

بنابراین داریم:

$$Y_{22} = Y_{22a} + Y_{22b} = \frac{2s}{s+2} + \frac{s+2}{2s} = \frac{5s^2 + 4s + 4}{2s(s+2)}$$



۹- گزینه «۱» از آنجا که شبکه‌ی N هم متقارن و هم متقابل است، بنابراین در ماتریس امپدانس هم $Z_{۱۲} = Z_{۲۱}$ و هم $Z_{۱۱} = Z_{۲۲}$ و در ماتریس انتقال $A = D$ و $\det[T] = 1$ است.

با استفاده از رابطه‌ی امپدانس ورودی دوقطبی از روی ماتریس امپدانس داریم:
 $Z_{in} = Z_{۱۱} - \frac{Z_{۱۲}Z_{۲۱}}{Z_{۲۲} + Z_L} \xrightarrow{Z_{۱۲}=Z_{۲۱}} Z_{in} = Z_{۱۱} - \frac{Z_{۱۲}^2}{Z_{۱۱} + Z_L}$
 حال با توجه به داده‌های صورت سؤال یک بار Z_L را به سمت بی‌نهایت و بار دیگر Z_L را به سمت صفر میل می‌دهیم و معادله‌ی به دست آمده را سعی می‌کنیم حل کنیم:

$$Z_L \rightarrow 0 \Rightarrow Z_{in} = \frac{\lambda}{3} = Z_{۱۱} - \frac{Z_{۱۲}^2}{Z_{۱۱} + 0} \quad (۱) \quad , \quad Z_L \rightarrow \infty \Rightarrow Z_{in} = Z_{۱۱} = 3\Omega \quad (۲)$$

$$\frac{\lambda}{3} = 3 - \frac{Z_{۱۲}^2}{3} \Rightarrow \lambda = 9 - Z_{۱۲}^2 \Rightarrow Z_{۱۲} = 1\Omega$$

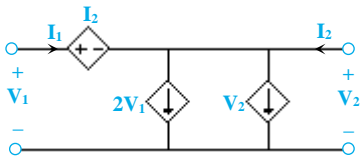
$$Z = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 3 \end{bmatrix}$$

بنابراین ماتریس Z به صورت مقابل است:

با نوشتن روابط ولتاژ و جریان، ابتدا برحسب ولتاژ و جریان ثانویه‌ی شبکه به ماتریس T می‌رسیم. با توجه به ماتریس Z، برای V_1 و V_2 داریم:

$$\begin{cases} V_1 = 3I_1 + I_2 \Rightarrow V_1 = 3(V_2 - 2I_2) + I_2 \Rightarrow V_1 = 3V_2 - 5I_2 \\ V_2 = I_1 + 3I_2 \Rightarrow I_1 = V_2 - 3I_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 3 & 8 \\ 1 & 3 \end{bmatrix}}_T \begin{bmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{bmatrix}$$

۱۰- گزینه «۱» با اعمال KVL و KCL در مدار فوق داریم:

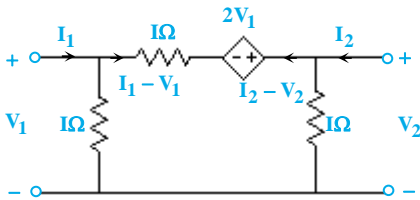


$$\text{KVL (حلقه‌ی بیرونی)}: V_1 - V_2 = I_2 \quad (۱)$$

$$\text{KCL(A)}: I_2 + I_1 = 2V_1 + V_2 \quad (۲)$$

$$(۱), (۲) \rightarrow \begin{cases} V_1 = I_2 - 2V_2 \\ I_2 = I_1 - 3V_2 \end{cases} \rightarrow H = \begin{bmatrix} 1 & -2 \\ 1 & -3 \end{bmatrix}$$

۱۱- گزینه «۲» با اعمال KVL در حلقه‌ی میانی و KCL در گره مرکب (شامل شاخه بالایی) داریم:



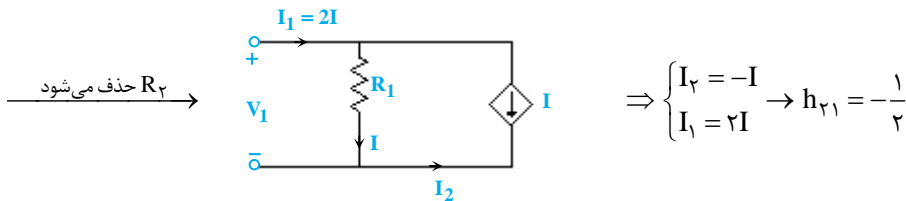
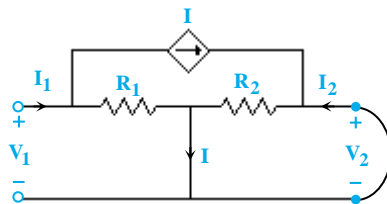
$$\text{KVL}: -V_1 + (I_1 - V_1) - 2V_1 + V_2 = 0 \Rightarrow I_1 = 4V_1 - V_2$$

$$\text{KCL}: I_1 - V_1 + I_2 - V_2 = 0 \Rightarrow I_2 = -3V_1 + 2V_2$$

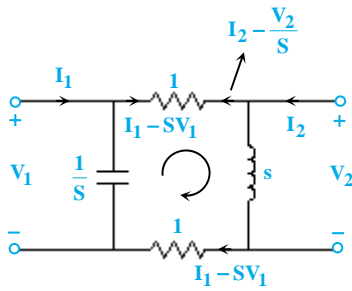
$$\Rightarrow Y = \begin{bmatrix} 4 & -1 \\ -3 & 2 \end{bmatrix}$$

۱۲- گزینه «۱» با توجه به تعریف پارامتر $h_{۲۱}$ داریم:

$$h_{۲۱} = \frac{I_2}{I_1} \Big|_{V_2=0} \xrightarrow{V_2 \text{ را اتصال کوتاه می‌کنیم}}$$



۱۳- گزینه «۴» ابتدا مدار را به حوزه‌ی لاپلاس می‌بریم. سپس با اعمال KCL در گره مکعب (شامل شاخه‌ی بالایی) و KVL در حلقه میانی داریم:



$$\text{KCL: } I_1 - sV_1 + I_2 - \frac{V_2}{s} = 0 \rightarrow I_1 + I_2 = sV_1 + \frac{V_2}{s} \quad (1)$$

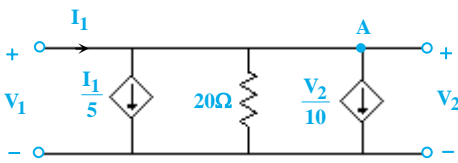
$$\text{KVL: } -V_1 + (I_1 - sV_1) + V_2 + (I_1 - sV_1) = 0$$

$$\Rightarrow 2I_1 = (2s + 1)V_1 - V_2 \rightarrow I_1 = \left(s + \frac{1}{2}\right)V_1 - \frac{1}{2}V_2 \quad (2)$$

$$(1), (2) \rightarrow I_2 = -\frac{1}{2}V_1 + \frac{s+2}{2s}V_2$$

$$Y = \begin{bmatrix} s + 0.5 & -0.5 \\ -0.5 & 0.5 + \frac{1}{s} \end{bmatrix}$$

۱۴- گزینه «۲» با توجه به تعریف Z_{r1} داریم:



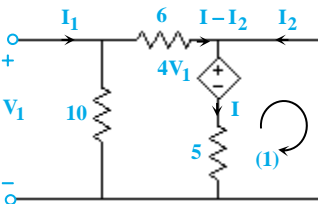
$$Z_{r1} = \frac{V_2}{I_2} \Big|_{I_1=0}$$

بنابراین سمت راست مدار را مدار باز کرده و نسبت $\frac{V_2}{I_2}$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{KCL(A): } \frac{V_2}{10} + \frac{V_2}{20} + \frac{I_1}{5} = I_2 \Rightarrow 2V_2 + V_2 + 4I_1 = 20I_2$$

$$3V_2 = 16I_2 \rightarrow \frac{V_2}{I_2} = \frac{16}{3}$$

۱۵- گزینه «۱» با توجه به تعریف t_{12} داریم:



$$t_{12} = \frac{V_1}{-I_2} \Big|_{V_2=0}$$

بنابراین V_2 را اتصال کوتاه کرده و این نسبت را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{KVL (1): } -4V_1 - 5I = 0 \rightarrow I = -\frac{4}{5}V_1$$

بنابراین داریم:

$$-V_1 + 6 \times \left(-\frac{4}{5}V_1 - I_2\right) = 0$$

$$\frac{4}{5}V_1 = 6(-I_2) \Rightarrow \frac{V_1}{-I_2} = \frac{6}{5/4} = 1.6 \approx 1$$

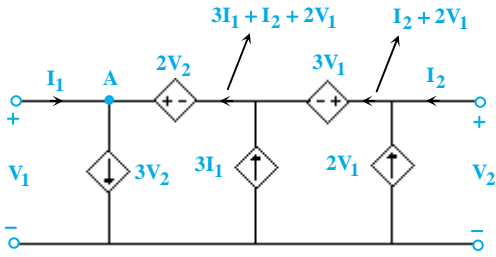
۱۶- گزینه «۴» با توجه به شکل مدار داریم:

$$Z_{r1} = 1 + 5j + 5 - 2j = 6 + 3j$$

$$Z_{r2} = j + 3 + 5 - 2j = 8 - j \rightarrow Z_{11} + Z_{r2} = 14 + 2j$$



۱۷- گزینه «۳» با توجه به شکل مدار داریم:



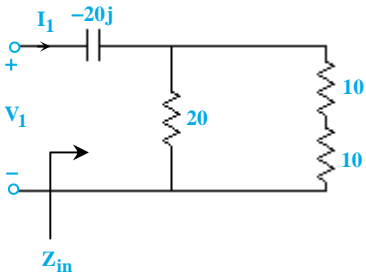
$$\begin{aligned} \text{KCL}(A): I_1 + 3I_1 + I_2 + 2V_1 &= 3V_2 \\ \Rightarrow 4I_1 + I_2 &= 3V_2 - 2V_1 \quad (1) \end{aligned}$$

$$\text{KVL (حلقه‌ی بیرونی)}: -V_1 + 2V_2 - 3V_1 + V_2 = 0 \Rightarrow 4V_1 = 3V_2 \rightarrow V_2 = \frac{4}{3}V_1 \quad (2)$$

از طرفی می‌دانیم که امپدانس دیده شده از سری‌های A, B معادل Z_{11} می‌باشد که برابر با نسبت $\frac{V_1}{I_1}$ در شرایطی که I_2 برابر صفر باشد. بنابراین داریم:

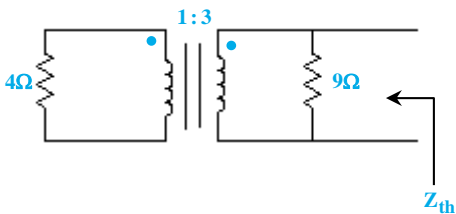
$$(1), (2) \quad 4I_1 = 3 \times \left(\frac{4}{3}\right)V_1 - 2V_1 \rightarrow \frac{V_1}{I_1} = 2 = Z_{11}$$

۱۸- گزینه «۳» برای محاسبه‌ی Z_{11} ، I_2 را برابر صفر قرار داده و امپدانس دیده شده از دو سر سمت اول را به دست می‌آوریم:



$$\Rightarrow Z_{in} = 20 \parallel 20 - j20 = 10 - j20$$

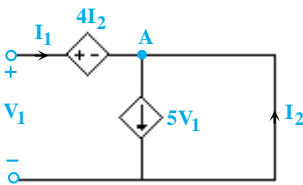
۱۹- گزینه «۳» برای محاسبه‌ی Z_{22} قطب اول را مدار باز کرده و امپدانس تونن دیده شده از دو سر قطب دوم را بدست می‌آوریم:



$$Z_{22} = Z_{th} = 9 \parallel (4 \times (3)^2) = 7/2 \Omega$$

$$h_{21} = \frac{I_2}{I_1} \Big|_{V_2=0}$$

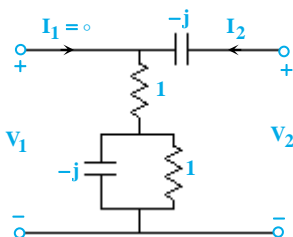
۲۰- گزینه «۱» طبق تعریف h_{21} داریم:



بنابراین قطب دوم را اتصال کوتاه کرده و بهره‌ی جریان را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} \text{KCL A}: I_1 + I_2 &= 5V_1 \\ \text{KVL}: V_1 &= 4I_2 \\ \Rightarrow I_1 + I_2 &= 20 I_2 \Rightarrow I_1 = 19I_2 \\ \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} &= \frac{1}{19} \end{aligned}$$

۲۱- گزینه «۱» طبق تعریف داریم:

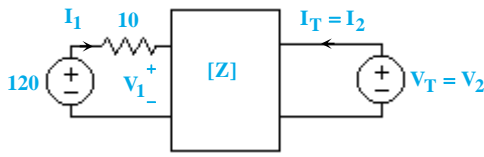


$$Z_{12} = \frac{V_1}{I_2} \Big|_{I_1=0}$$

بنابراین قطب اول را مدار باز کرده و نسبت $\frac{V_1}{I_2}$ را محاسبه می‌کنیم:

$$V_1 = [1 + 1 \parallel (-j)]I_2 = (1/5 - j0/5) I_2 \rightarrow Z_{12} = 1/5 - j0/5$$

۲۲- گزینه «۱» ابتدا مدار معادل تونن دو سر بار Z_L را محاسبه می‌کنیم. با توجه به تعریف ماتریس Z داریم:

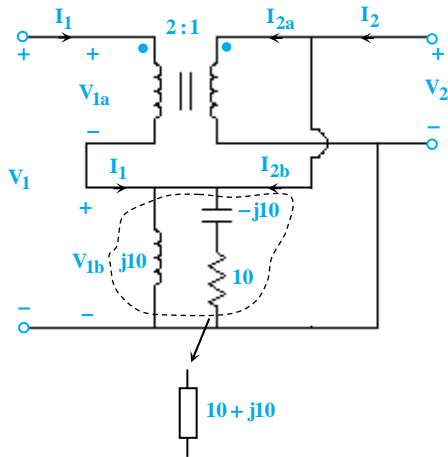


$$\begin{cases} V_1 = 40 I_1 + 60 I_T \\ V_T = 80 I_1 + 120 I_T \Rightarrow 120 = 50 I_1 + 60 I_T \rightarrow I_1 = \frac{120 - 60 I_T}{50} \\ V_1 = 120 - 10 I_1 \\ V_T = 24 I_T + 192 \end{cases}$$

$$P_{L,max} = \frac{V_{th}^2 (rms)}{4 R_{th}} = \frac{192^2}{4 \times 24} = 384 W$$

بنابراین ماکزیمم توان جذب شده برابر است با:

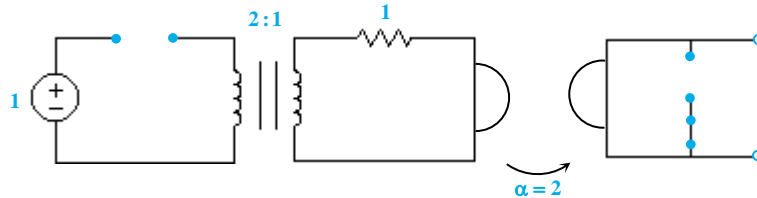
۲۳- گزینه «۴» با توجه به شکل مدار داریم:



$$\begin{cases} V_{1a} = 2V_T \rightarrow V_1 = 2V_T \\ V_{1b} = V_T \\ I_T = I_{Ta} + I_{Tb} = -2I_1 + I_{Tb} \\ I_{Tb} + I_1 = \frac{V_T}{10 + j10} \end{cases} \Rightarrow I_T = -3I_1 + \frac{V_T}{10 + j10}$$

$$\Rightarrow H = \begin{bmatrix} 0 & 3 \\ -3 & \frac{1}{10 + j10} \end{bmatrix}$$

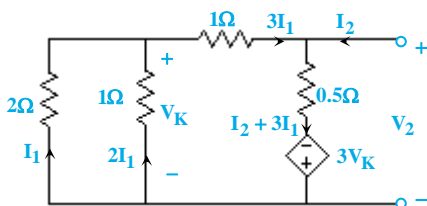
۲۴- گزینه «۴» با توجه به اینکه در زمان بی‌نهایت خازن مدار باز شده و سلف بی‌نهایت می‌شود، بنابراین در $t = \infty$ مدار به شکل زیر خواهد بود:



$$V_o = 0$$

از آنجا که در $t = \infty$ ولتاژ ورودی به خروجی منتقل نمی‌شود، بنابراین داریم:

۲۵- گزینه «۱» با توجه به تعریف پارامتر g_{12} به صورت زیر، دو سر ورودی مدار را اتصال کوتاه کرده و سپس I_p را برحسب I_1 به دست می‌آوریم:



$$g_{12} = \frac{I_1}{I_p} |_{V_1=0}$$

$$V_K = -2I_1 \quad (1)$$

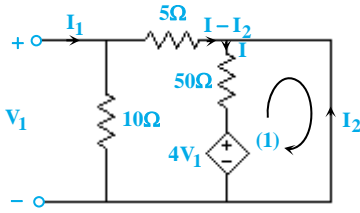
$$V_T = -2I_1 - 3I_1 = -5I_1 \quad (2)$$

$$V_T = 0 / 5 (I_T + 3I_1) - 3V_K \xrightarrow{(1)} V_T = 0 / 5 I_T + 7 / 5 I_1 \quad (3)$$

$$(2), (3) \Rightarrow -5I_1 = 0 / 5 I_T + 7 / 5 I_1 \Rightarrow -12 / 5 I_1 = 0 / 5 I_T \Rightarrow \frac{I_1}{I_T} = -\frac{1}{25}$$



۲۶- گزینه «۱» پارامتر خواسته شده همان $t_{۱۲}$ می‌باشد که برای محاسبه‌ی آن باید قطب دوم مدار اتصال کوتاه شده و نسبت $\frac{V_۲}{-I_۱}$ محاسبه شود.

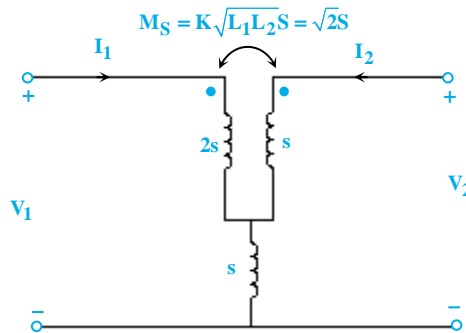


$$\text{KVL (1)}: ۵ \cdot I + ۴V_1 = 0 \Rightarrow I = -0.8 V_1$$

$$\text{KVL (حلقه بیرونی)}: V_1 = ۵(I - I_۲) = -0.4 V_1 - ۵I_۲$$

$$\Rightarrow 1/4 V_1 = -۵I_۲ \Rightarrow \frac{V_1}{-I_۲} = \frac{۲۵}{۷} \Omega$$

۲۷- گزینه «۱» با اعمال KVL در حلقه‌های چپ و راست مدار داریم:



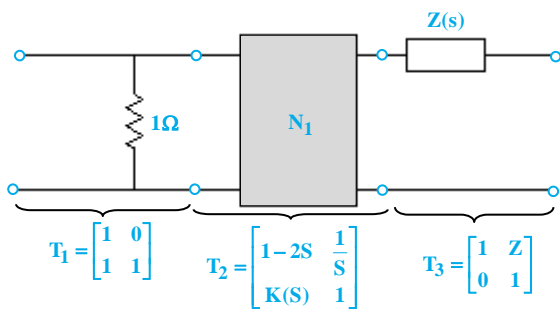
$$\text{KVL (سمت چپ)}: V_1 = ۳sI_1 + (\sqrt{۲} + 1)sI_۲ \quad (۱)$$

$$\text{KVL (سمت راست)}: V_۲ = (\sqrt{۲} + 1)sI_1 + ۲sI_۲ \quad (۲)$$

$$(۱), (۲) \Rightarrow \begin{cases} V_1 = \frac{۳}{1 + \sqrt{۲}} + (\sqrt{۲} - ۵)sI_۲ \\ I_1 = \frac{۳V_۲}{(\sqrt{۲} + 1)s} + \frac{۲I_۲}{1 + \sqrt{۲}} \end{cases} \rightarrow T = \begin{bmatrix} \frac{۳}{1 + \sqrt{۲}} & (\sqrt{۲} - ۵)s \\ \frac{۱}{(\sqrt{۲} + 1)s} & \frac{-۲}{1 + \sqrt{۲}} \end{bmatrix}$$

۲۸- گزینه «۴» برای این که یک دوقطبی متقابل و متقارن باشد، باید دو شرط مقابل برای ماتریس انتقال آن محقق شود:

$$\det(T) = ۱, \quad T_{۱۱} = T_{۲۲}$$



اکنون باید با محاسبه ماتریس T چگونگی تحقق دو شرط فوق را بررسی نماییم. می‌دانیم که در شبکه‌های متوالی، ماتریس انتقال کل برابر حاصل ضرب ماتریس انتقال تک‌تک شبکه‌هاست. در شبکه فعلی داریم:

$$T = T_1 \times T_۲ \times T_۳$$

قبل از محاسبه ماتریس انتقال کل، شرط تقابل دوقطبی N را بررسی می‌کنیم:

$$\det(T) = \det(T_1 \times T_۲ \times T_۳) = \det(T_1) \times \det(T_۲) \times \det(T_۳) = \det \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \times \det \begin{pmatrix} 1 - 2S & 1/S \\ K(S) & 1 \end{pmatrix} \times \det \begin{pmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$= 1 \times (1 - 2S - \frac{K(S)}{S}) \times 1 = 1 - 2S - \frac{K(S)}{S} \Rightarrow \det(T) = 1 \Rightarrow 1 - 2S - \frac{K(S)}{S} = 1 \Rightarrow K(S) = -2S^2$$

با معلوم شدن مقدار $K(S)$ ، حال مقدار T را محاسبه می‌کنیم:

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1-2S & \frac{1}{S} \\ -2S^2 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1-2S & \frac{1}{S} \\ 1-2S-2S^2 & \frac{1}{S}+1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1-2S & Z(1-2S)+\frac{1}{S} \\ 1-2S-2S^2 & Z(1-2S-2S^2)+1+\frac{1}{S} \end{bmatrix}$$

حال شرط تقارن را چک می‌کنیم:

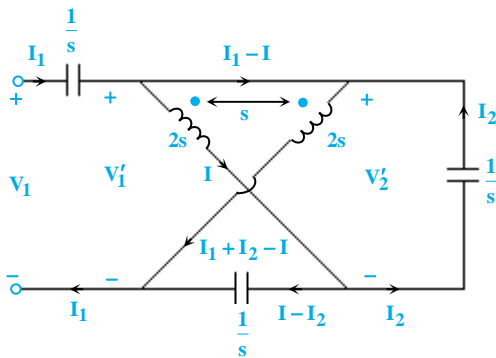
$$T_{11} = T_{22} \Rightarrow 1-2S = Z(1-2S-2S^2)+1+\frac{1}{S} \Rightarrow Z(S) = \frac{2S^2+1}{S(2S^2+2S-1)}$$

در نهایت داریم:

$$T_{12} = Z(1-2S) + \frac{1}{S} = \frac{(2S^2+1)(1-2S)}{S(2S^2+2S-1)} + \frac{1}{S} = \frac{2S^2 - 4S^3 + 1 - 2S + 2S^2 + 2S - 1}{S(2S^2+2S-1)} = \frac{4S^2 - 4S^3}{S(2S^2+2S-1)} = \frac{4S(1-S)}{2S^2+2S-1}$$

$$t_{22} = \frac{I_1}{-I_2} \Big|_{V_2=0}$$

۲۹- گزینه «۲» با توجه به تعریف t_{22} داریم:



بنابراین قطب دوم مدار را اتصال کوتاه کرده و بهره‌ی جریان مورد نظر را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{KVL: } 2s(I_1 + I_2 - I) + sI = 2sI + s(I_1 + I_2 - I) + \frac{1}{s}(I - I_2) = V_1'$$

$$\Rightarrow s(I_1 + I_2 - I) = sI + \frac{1}{s}(I - I_2) \Rightarrow sI_1 + (s + \frac{1}{s})I_2 = (2s + \frac{1}{s})I \quad (1)$$

$$\text{KVL: } V_2' = 2sI + s(I_1 + I_2 - I) = -\frac{I_2}{s} \Rightarrow sI_1 + (s + \frac{1}{s})I_2 = -sI \quad (2)$$

$$(1), (2) \rightarrow (2s + \frac{1}{s})I = -sI \Rightarrow I = 0 \Rightarrow sI_1 + \frac{s^2+1}{s}I_2 = 0 \rightarrow \frac{I_1}{-I_2} = 1 + \frac{1}{s^2}$$

۳۰- گزینه «۴» با توجه به تعریف h_{12} داریم:

$$h_{12} = \frac{V_1}{V_2} \Big|_{I_1=0}$$

بنابراین قطب اول را مدار باز کرده و بهره‌ی ولتاژ را محاسبه می‌کنیم:

$$V_2 = j\omega I_2 - j2I_1 + 2I_2 + 2(I_1 + I_2) = (4 + j\omega)I_2 + (2 - j2)I_1 \xrightarrow{I_1=0} V_2 = (4 + j\omega)I_2$$

$$V_1 = j\omega I_1 - j2I_2 + 2(I_1 + I_2) + 2I_1 \Rightarrow V_1 = (4 + j\omega)I_1 + (2 - j2)I_2 \xrightarrow{I_1=0} V_1 = (2 - j2)I_2$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{2 - j2}{4 + j\omega} = \frac{-1 - j\omega}{1 + j\omega/2}$$

۳۱- گزینه «۲» برای محاسبه‌ی Z_{11} ، قطب دوم مدار تست قبل را مدار باز کرده و امپدانس دیده شده از دو سر قطب اول را محاسبه می‌کنیم:

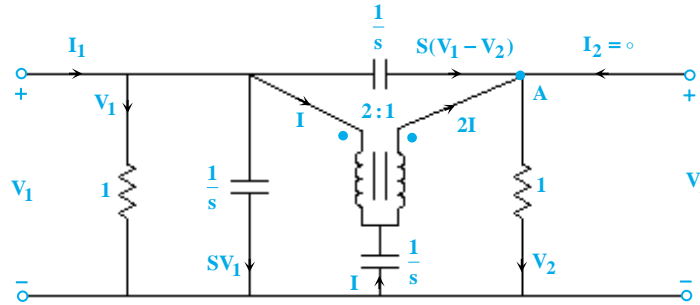
$$Z_{11} = 2 + 2 + j\omega = 4 + j\omega$$



۳۲- گزینه «۲» با توجه به تعریف t_{11} داریم:

$$t_{11} = \frac{V_1}{V_r} | I_r = 0$$

بنابراین قطب دوم مدار را باز کرده و بهره‌ی ولتاژ مورد نظر را بدست می‌آوریم:



$$\text{KCL}(A): s(V_1 - V_r) + 2I = V_r \Rightarrow sV_1 + 2I = (s+1)V_r \quad (1)$$

$$\text{نسبت تبدیل ترانس: } 2 \rightarrow (V_1 + \frac{I}{s}) = 2(V_r + \frac{I}{s}) \Rightarrow V_1 - \frac{I}{s} = 2V_r \quad (2)$$

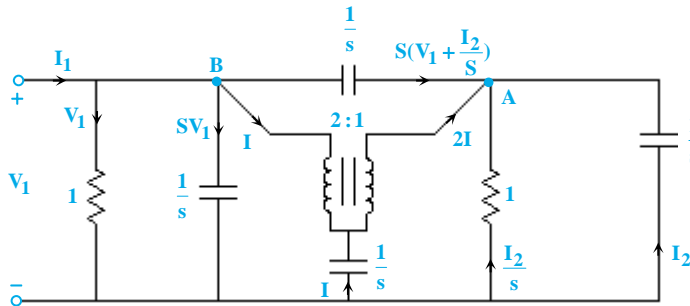
$$(1), (2) \rightarrow sV_1 + 2s \times (V_1 - 2V_r) = (s+1)V_r$$

$$\Rightarrow 3sV_1 = (\Delta s + 1)V_r \Rightarrow \frac{V_1}{V_r} = \frac{\Delta s + 1}{3s} = \frac{\Delta}{3} + \frac{1}{3s}$$

۳۳- گزینه «۱» با توجه به تعریف t_{22} داریم:

$$t_{22} = \frac{I_1}{-I_r} | V_r = 0$$

بنابراین قطب دوم مدار را اتصال کوتاه کرده و بهره‌ی جریان را محاسبه می‌کنیم:



$$\text{KCL}(A): s(V_1 + \frac{I_r}{s}) + 2I + I_r + \frac{I_r}{s} = 0 \Rightarrow sV_1 + I_r(2 + \frac{1}{s}) = -2I \quad (1)$$

$$\text{KCL}(B): I_1 = V_1 + sV_1 + I + s(V_1 + \frac{I_r}{s}) \Rightarrow I_1 = V_1(2s+1) + I_r + I \quad (2)$$

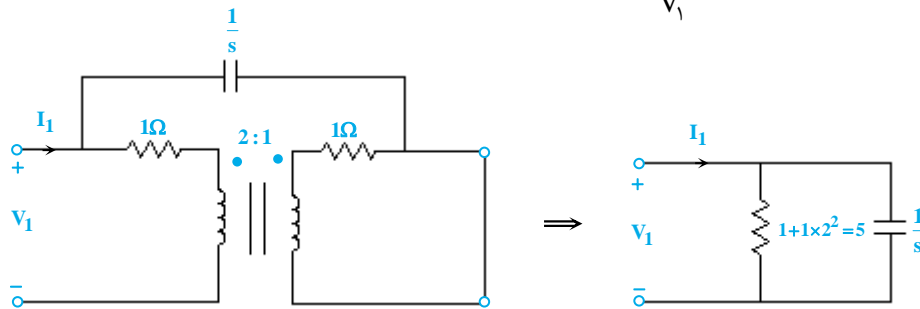
$$\text{نسبت تبدیل ترانس: } 2 \Rightarrow V_1 + \frac{I}{s} = 2 \times (\frac{I}{s} - \frac{I_r}{s}) \Rightarrow sV_1 + 2I_r = I \quad (3)$$

$$(1), (2), (3) \rightarrow I_1 = -(3 + \frac{r}{s} + \frac{1}{3s^2}) I_r \rightarrow t_{22} = 3 + \frac{r}{s} + \frac{1}{3s^2}$$

۳۴- گزینه «۳» با توجه به تعریف y_{11} داریم:

$$y_{11} = \frac{I_1}{V_1} \Big|_{V_2=0}$$

بنابراین قطب دوم مدار را اتصال کوتاه کرده و نسبت $\frac{I_1}{V_1}$ را محاسبه می‌کنیم:



$$\Rightarrow V_1 = \frac{\frac{5}{s}}{\frac{5}{s} + 1} I_1 = \frac{5}{5s + 1} I_1 \Rightarrow I_1 = s + \frac{1}{5} = s + 0.2$$

۳۵- گزینه «۱» با توجه به اینکه اگر دوقطبی فاقد منبع وابسته باشد، دوقطبی متقابل و یا هم‌پاسخ است بنابراین حتماً گزینه‌ی ۱ پاسخ سؤال می‌باشد.

۳۶- گزینه «۴» با توجه به مدار داریم:

$$\begin{cases} I_1 = 0 \\ V_2 = 2V_1 \end{cases} \Rightarrow T = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}, G = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}$$

از آنجا که نمی‌توانیم I_2 را برحسب V_1 و V_2 بنویسیم، بنابراین ماتریس Y تعریف نمی‌شود.
از آنجا که نمی‌توانیم V_1 و V_2 را برحسب I_1 و I_2 بنویسیم، بنابراین ماتریس Z تعریف نمی‌شود.
از آنجا که نمی‌توانیم I_2 را برحسب I_1 و V_2 بنویسیم، بنابراین ماتریس H تعریف نمی‌شود.

$$V_1 = 0, V_2 = 2I_1 \rightarrow Z = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}, T = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

۳۷- گزینه «۱» با توجه به مدار داریم:

از آنجا که نمی‌توان I_2 را برحسب V_1 و V_2 نوشت بنابراین ماتریس Y وجود ندارد.
از آنجا که نمی‌توان I_2 را برحسب V_1 و V_2 نوشت بنابراین ماتریس H وجود ندارد.
از آنجا که نمی‌توان I_1 را برحسب V_1 و I_2 نوشت بنابراین ماتریس G وجود ندارد.

$$I_1 = 0, I_2 = -4V_1 \rightarrow y = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -4 & 0 \end{bmatrix}, T = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

۳۸- گزینه «۲» با توجه به مدار داریم:

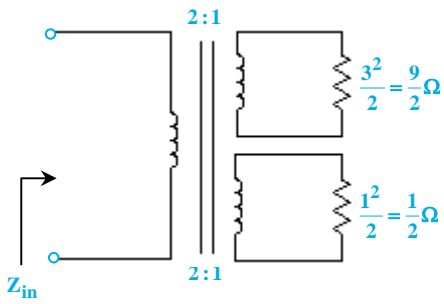
با مشاهده‌ی گزینه‌ها به راحتی می‌توان به گزینه‌ی ۲ رسید.

۳۹- گزینه «۴» با توجه به مدار داریم:

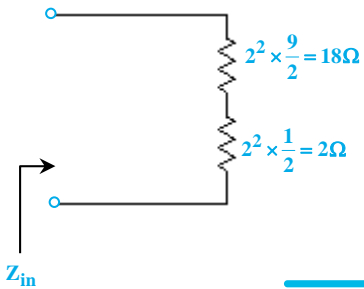
$$V_1 = 0, V_2 = 6I_1 \rightarrow Z = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 6 & 0 \end{bmatrix}, T = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$



۴۰- گزینه «۳» با توجه به اینکه در ژیراتور امپدانس ورودی برابر است با $\frac{\alpha^2}{Z_{out}}$ ، مقاومت‌های موجود در سمت راست ژیراتور را به سمت چپ انتقال می‌دهیم. بنابراین داریم:



حال مقاومت‌ها را به سمت اولیه‌ی ترانس انتقال می‌دهیم:



$$\Rightarrow Z_{in} = 2 + 18 = 20 \Omega$$