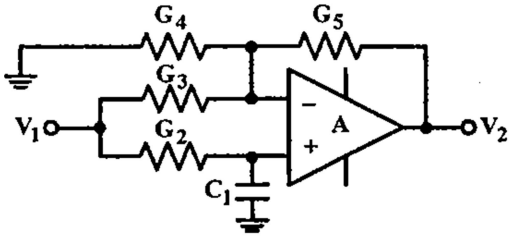
پاسخ تمرین سری پنجم فیلتر و سنتز مدار

-۱

$$F(s)=\frac{۱۰^{۵}(۱۰۰۰۰-s)(s^{۲}+۱۰^{۶})}{(s^{۲}+۵۰۰۰s+۱۰^{۸})(۱۰۰۰۰+s)^{۲}}=F_{۱}F_{۲}F_{۳}\rightarrow$$

$$F_{۱}(s)=\frac{۱۰۰۰۰-s}{۱۰۰۰۰+s}\ ,\ F_{۲}(s)=\frac{s^{۲}+۱۰^{۶}}{s^{۲}+۵۰۰۰s+۱۰^{۸}}\ ,\ F_{۳}(s)=\frac{۱۰^{۵}}{۱۰۰۰۰+s}$$

طراحی طبقه اول : $F_{۱}(s)=\frac{۱۰۰۰۰-s}{۱۰۰۰۰+s}=\frac{۱-\frac{s}{۱۰۰۰۰}}{۱+\frac{s}{۱۰۰۰۰}}\rightarrow H_{۰}=H_{\infty}=۱\ ,\ \sigma_{۰}=۱۰۰۰۰$

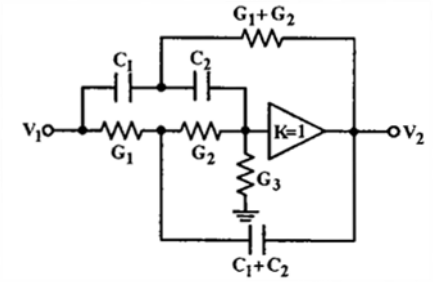


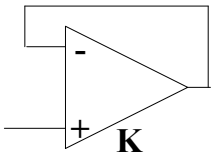
$$G_{۲}=H_{۰}+H_{\infty}=۲\ ,\ G_{۳}=H_{\infty}=۱,$$
$$G_{۴}=H_{۰}-۱=۰\ ,\ G_{۵}=۱,\ C_{۱}=H_{۰}+H_{\infty}=۲$$
$$\rightarrow\frac{C_{۱}}{\sigma_{۰}}k_{۱}=۱۰۰nF\rightarrow$$

$$k_{۱}=۰/۰۰۰۵\rightarrow G_{۲}k_{۱}=۰/۰۰۱\rightarrow R_{۲}=۱K\Omega\ ,\ G_{۳}k_{۱}=G_{۵}k_{۱}=۰/۰۰۰۵\rightarrow R_{۳}=R_{۵}=۲K\Omega$$

طراحی طبقه دوم : $F_{۲}(s)=\frac{s^{۲}+۱۰^{۶}}{s^{۲}+۵۰۰۰s+۱۰^{۸}}=\frac{\frac{s^{۲}}{۱۰^{۸}}+۰/۰۱}{\frac{s^{۲}}{۱۰^{۸}}+\frac{۵۰۰۰}{۱۰^{۸}}s+۱}=\frac{H_{۰}+H_{\infty}(\frac{s}{\omega_{۰}})^{۲}}{۱+\frac{۱}{Q}(\frac{s}{\omega_{۰}})+(\frac{s}{\omega_{۰}})^{۲}}\rightarrow\omega_{۰}=۱۰^{۴}\ ,\ \frac{۱}{Q\omega_{۰}}=\frac{۵۰۰۰}{۱۰^{۸}}$

$$\rightarrow Q=۲\ ,\ H_{\infty}=۱\ ,\ H_{۰}=۰/۰۱\Rightarrow\boxed{BS/HP}\ ,\ \alpha=\sqrt{\frac{H_{۰}}{H_{\infty}}}=۰/۱$$

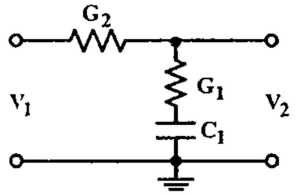




$$C^{۲}-\frac{۴\alpha^{۲}}{Q(۱-\alpha^{۲})}C+\frac{۴\alpha^{۲}}{(۱-\alpha^{۲})^{۲}}=۰$$
$$C^{۲}-\frac{۲}{۹۹}C+\frac{۴۰۰}{۹۹^{۲}}=۰\rightarrow$$
no answer

$$G^{۲}-۴Q^{۲}(۱-\alpha^{۲})G+۴Q^{۲}\alpha^{۲}=۰\rightarrow G^{۲}-۱۵/۸۴G+۰/۱۶=۰\rightarrow G_{۲}=۰/۰۱۰۱\ ,\ G_{۱}=۱۵/۸۲۹۹\ ,\ C_{۱}=C_{۲}=۴$$
$$K=H_{\infty}=۱\ ,\ C_{۱}+C_{۲}=۸\ ,\ G_{۱}+G_{۲}=۱۵/۸۴,G_{3}=۱$$
$$\frac{C_{۱}}{\omega_{۰}}k_{۲}=۱۰۰nF\rightarrow k_{۲}=۰/۰۰۰۲۵\rightarrow C_{۱}=C_{۲}=۱۰۰nF,C_{۱}+C_{۲}=۲۰۰nF,G_{۱}k_{۲}=۰/۰۰۳۹۶\rightarrow R_{۱}=۲۵۲/۵\Omega$$
$$G_{۲}k_{۲}=۰/۰۰۰۰۰۲۵\rightarrow R_{۲}=۳۹۶/۰۴K\Omega\ ,G_{۳}k_{۲}=۰/۰۰۰۲۵\rightarrow R_{۳}=۴K\Omega\ ,(G_{۱}+G_{۲})k_{۲}=۰/۰۰۳۹۶\rightarrow ۲۵۲/۵\Omega$$

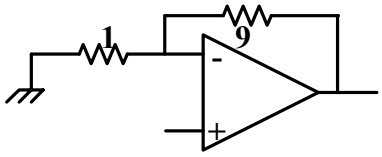
طراحی طبقه سوم : $F_۳(s)=\frac{۱۰^۵}{۱۰۰۰۰+s}=\frac{۱۰}{۱+\frac{s}{۱۰۰۰۰}}\rightarrow H_۰=۱۰, H_\infty=۰\ ,\ \sigma_۰=۱۰۰۰۰$



مدار را برای $H_۰=۱$ طراحی می کنیم. $G_۱=\frac{۱}{H_\infty}=\infty\ ,\ G_۲=\frac{۱}{۱-H_\infty}=۱\ ,\ C_۱=۱\rightarrow\frac{C_۱}{\sigma_۰}k_۳=۱۰۰nF$

$\rightarrow k_۳=۰/۰۰۱\rightarrow G_۲k_۳=۰/۰۰۱\rightarrow R_۲=۱K\Omega$

طراحی بهره ۱۰ :



$F(s)=\frac{s^۲-s+۱}{(s+۱)^۲}=\frac{A}{B}, n_D=\max(m,n)-۱=۱\rightarrow D=s+۱\rightarrow\frac{A}{sD}=\frac{s^۲-s+۱}{s(s+۱)}, \frac{B}{sD}=\frac{s+۱}{s}$ -۲

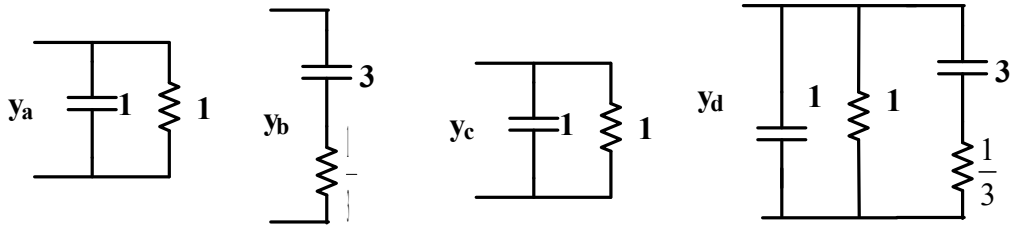
$\frac{A}{sD}=۱+\frac{a}{s}+\frac{b}{s+۱}\rightarrow a=\lim_{s\rightarrow۰}\frac{s^۲-s+۱}{(s+۱)}=۱, b=\lim_{s\rightarrow-۱}\frac{s^۲-s+۱}{s}=-۳\rightarrow\frac{A}{D}=s+۱-\frac{۳s}{s+۱}$

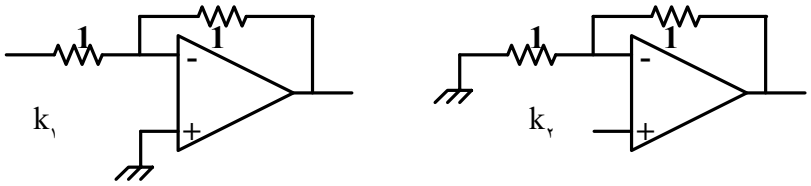
$\frac{B}{sD}=\frac{s+۱}{s}=۱+\frac{۱}{s}\rightarrow\frac{B}{D}=s+۱\rightarrow$

روش یاناگیساوا :

$\frac{A}{D}=y_a-k_۱y_b\rightarrow y_a=s+۱, k_۱=۱, y_b=\frac{۳s}{s+۱}=\frac{۱}{\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۳s}}$

$y_c=s+۱\ ,\ y_a+y_b-k_۲y_d=۰\xrightarrow{k_۲=۱}y_d=s+۱+\frac{۱}{\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۳s}}$

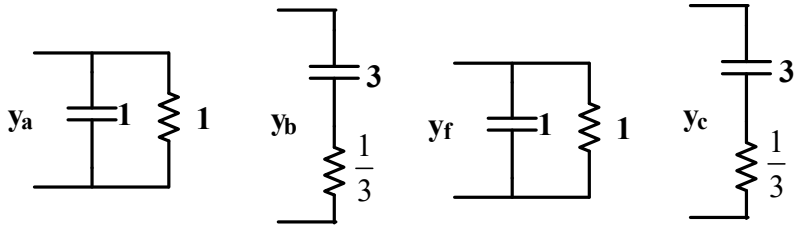




روش میترا : $\frac{B}{D}=s+۱=y_f-y_e\rightarrow y_f=s+۱, y_e=۰$, $\frac{A}{D}=s+۱-\frac{۳s}{s+۱}=y_a-y_b\rightarrow y_a=s+۱$

$y_b=\frac{۳s}{s+۱}=\frac{۱}{\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۳s}}$, $y_a+y_c+y_e=y_b+y_d+y_f\rightarrow s+۱+y_c+۰=\frac{۱}{\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۳s}}+y_d+s+۱\rightarrow$

$y_c=\frac{۱}{\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۳s}}, y_d=۰$



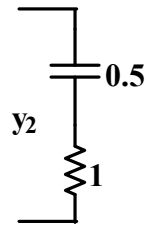
روش کوه : $F(s)=\frac{s^۲-s+۱}{(s+۱)^۲}=\frac{s^۲}{(s+۱)^۲}-\frac{s}{(s+۱)^۲}+\frac{۱}{(s+۱)^۲}=F_۱+F_۲+F_۳$, $n_D=\max(m,n)-۱=۱\rightarrow D=s+۲$

طراحی $F_۱=\frac{s^۲}{(s+۱)^۲}$:

$\frac{B}{D}=\frac{(s+۱)^۲}{s+۲}\rightarrow\frac{B}{sD}=\frac{(s+۱)^۲}{s(s+۲)}=۱+\frac{a}{s}+\frac{b}{s+۲}\rightarrow a=\lim_{s\to۰}\frac{(s+۱)^۲}{(s+۲)}=۰/۵, b=\lim_{s\to-۲}\frac{(s+۱)^۲}{s}=-۰/۵\rightarrow$

$\frac{B}{D}=s+۰/۵-\frac{۰/۵s}{s+۲}$, $\frac{A}{D}=\frac{s^۲}{s+۲}\rightarrow y_{۲۲}=s+۰/۵+\frac{۰/۵s}{s+۲}$, $y_۱-\alpha y_۲=\frac{-s}{s+۲}\rightarrow y_۱=۰, \alpha y_۲=\frac{s}{s+۲}$

$\xrightarrow{\alpha=۱} y_۲=\frac{s}{s+۲}=\frac{۱}{۱+\frac{۲}{s}}$, $y_{۲۲}=\frac{s^۲+۳s+۱}{s+۲}$



در این حالت فیلتر بالاگذر است و از روش کوئر ۲ استفاده می کنیم.از خود $y_{۲۲}$ و یا عکس آن ، فاکتور $\frac{k}{s}$ تولید نمی شود. پس اولین مقدار مقاومت است.

$y_{۲۲}=\frac{s^۲+۳s+۱}{s+۲}=k_۱+\frac{۱}{z_۱}$: $k_۱=\lim_{s\to۰}\frac{s^۲+۳s+۱}{s+۲}=۰/۵\rightarrow z_۱=\frac{s+۲}{s^۲+۲/۵s}=\frac{k_۲}{s}+\frac{۱}{y_۲}\rightarrow$

$k_۲=\lim_{s\to۰}\frac{s+۲}{s+۲/۵}=۰/۸\rightarrow y_۲=\frac{s^۲+۲/۵s}{۰/۲s}=\frac{s+۲/۵}{۰/۲}=۱۲/۵+\frac{۱}{\frac{۰/۲}{s}}$

با توجه به مدار فوق (در $s=\infty$) ضریب صورت تابع تبدیل همان یک خواهد بود.

طراحی $F_2=\frac{s}{(s+1)^2}$:

$$\frac{B}{D}=s+0/5-\frac{0/5s}{s+2}\ ,\ \frac{A}{D}=\frac{s}{s+2}\rightarrow y_{22}=s+0/5+\frac{0/5s}{s+2}\ ,\ y_1-\alpha y_2=\frac{-s}{s+2}\rightarrow y_1=0, \alpha y_2=\frac{s}{s+2}$$

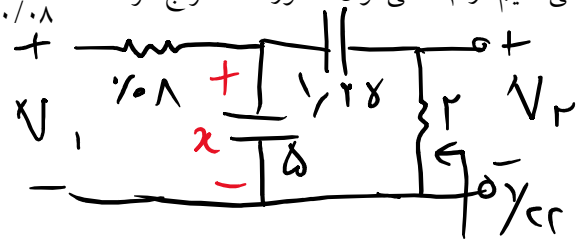
$$\xrightarrow{\alpha=1} y_2=\frac{s}{s+2}=\frac{1}{1+\frac{2}{s}}\ ,\ y_{22}=\frac{s^2+3s+1}{s+2}$$

در این حالت فیلتر میان گذر است و از ترکیب دو روش کوئر۱ و ۲ استفاده می کنیم.با توجه به تابع تبدیل ، باید یک فاکتور از هر روش تولید کرد. در اینجا ابتدا از کوئر ۲ استفاده کرده ایم. از خود y_{22} و یا عکس آن ، فاکتور $\frac{k}{s}$ تولید نمی شود. پس اولین مقدار مقاومت است.

$$y_{22}=\frac{s^2+3s+1}{s+2}=k_1+\frac{1}{z_1}\ :\ k_1=\lim_{s\to 0}\frac{s^2+3s+1}{s+2}=0/5\rightarrow z_1=\frac{s+2}{s^2+2/5s}=\frac{k_2}{s}+z_2\rightarrow$$

$$k_2=\lim_{s\to 0}\frac{s+2}{s+2/5}=0/8\rightarrow z_2=\frac{0/2}{s+2/5}$$

$$y_2=\frac{s+2/5}{0/2}=5s+\frac{1}{0/08}$$ اکنون کوئر ۱ را استفاده می کنیم. از z_2 نمی توان فاکتور s استخراج کرد.



با تحلیل مدار داریم :

$$\frac{V_2}{X}=\frac{2}{2+\frac{1}{1/25s}}=\frac{2/5s}{2/5s+1}\ ,\ \frac{X}{V_1}=\frac{(2+\frac{1}{1/25s})\,||\,\frac{1}{5s}}{0/08+(2+\frac{1}{1/25s})\,||\,\frac{1}{5s}}=\frac{2/5s+1}{s^2+3s+1}\rightarrow\frac{V_2}{V_1}=\frac{2/5s}{s^2+3s+1}$$

ضریب s در تابع تبدیل F_2 برابر ۲/۵ خواهد بود که بعدا آن را به یک می رسانیم. یعنی در جمع کننده نهایی ۰/۴ ولتاژ خروجی طبقه دوم را بکار می بریم.

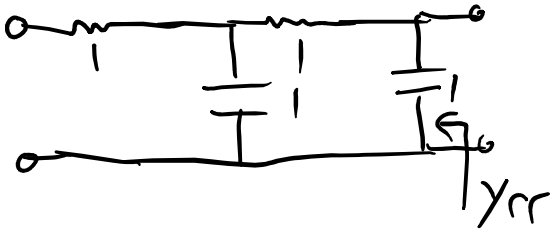
طراحی $F_3=\frac{1}{(s+1)^2}$: $\frac{B}{D}=s+0/5-\frac{0/5s}{s+2}\ ,\ \frac{A}{D}=\frac{1}{s+2}\rightarrow y_{22}=s+0/5+\frac{0/5s}{s+2}\ ,\ y_1-\alpha y_2=\frac{-s}{s+2}$

$$\rightarrow y_1 = 0, \alpha y_2 = \frac{s}{s+2} \xrightarrow{\alpha=1} y_2 = \frac{s}{s+2} = \frac{1}{1+\frac{2}{s}} \ , \ y_{22} = \frac{s^2+3s+1}{s+2}$$

در این حالت فیلتر پائین گذر است و از روش کوئر ۱ استفاده می کنیم.

$$y_{22} = \frac{s^2+3s+1}{s+2} = k_1 s + \frac{1}{z_1} \rightarrow k_1 = \lim_{s\to\infty} \frac{s^2+3s+1}{s(s+2)} = 1 \rightarrow z_1 = \frac{s+2}{s+1} = k_2 + \frac{1}{y_2} \rightarrow k_2 = \lim_{s\to\infty} \frac{s+2}{s+1} = 1 \rightarrow$$

$$y_2 = \frac{s+1}{1} = s + \frac{1}{1}$$

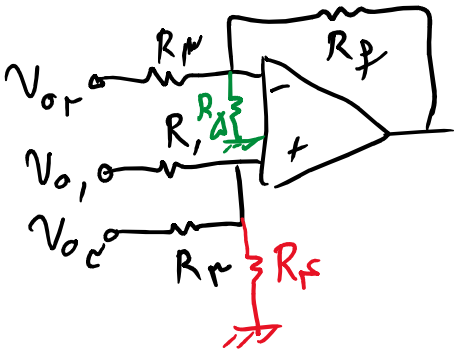


با توجه به مدار فوق (در $s=0$) ضریب صورت تابع تبدیل همان یک خواهد بود.

اکنون خروجی نهایی بصورت ذیل ترکیبی از خروجی سه طبقه خواهد بود :

$$v_o = v_{o1} - 0/4 v_{o2} + v_{o3} \rightarrow \frac{R_f}{R_2} = 0/4 \ \boxed{1} \ , \ \frac{R_3}{R_3+R_1}(1+\frac{R_f}{R_2}) = 1 \ \boxed{2}, \ \frac{R_1}{R_3+R_1}(1+\frac{R_f}{R_2}) = 1 \ \boxed{3}$$

معادلات فوق جواب ندارد. لذا مقاومت چهارم را افزوده ایم.



$$\frac{R_f}{R_2} = 0/4 \ \boxed{1} \ , \ \frac{R_3 \| R_4}{R_3 \| R_4 + R_1}(1+\frac{R_f}{R_2}) = 1 \ \boxed{2}, \ \frac{R_1 \| R_4}{R_3 + R_1 \| R_4}(1+\frac{R_f}{R_2}) = 1 \ \boxed{3} \ , \ \frac{\boxed{2}}{\boxed{3}} \rightarrow \frac{R_3}{R_1} = 1 \xrightarrow{\boxed{2}}$$

$$\frac{R_1 R_4}{2R_1 R_4 + R_1^2} = \frac{1}{1/4} \rightarrow \frac{R_4}{2R_4 + R_1} = \frac{1}{1/4} \rightarrow$$

معادلات فوق جواب ندارد. به جای مقاومت چهارم ، مقاومت پنجم را می افزاییم.

$$\frac{R_f}{R_2} = 0/4 \ \boxed{1} \ , \ \frac{R_3}{R_3+R_1}(1+\frac{R_f}{R_2 \| R_5}) = 1 \ \boxed{2}, \ \frac{R_1}{R_3+R_1}(1+\frac{R_f}{R_2 \| R_5}) = 1 \ \boxed{3} \ , \ \frac{\boxed{2}}{\boxed{3}} \rightarrow \frac{R_3}{R_1} = 1 \xrightarrow{\boxed{2}}$$

$$\frac{R_f}{R_2 \| R_5} = 1 \xrightarrow{\boxed{1}} \frac{R_5}{R_2} = \frac{2}{3}$$

با انتخاب مقاومت اول و دوم ، بقیه مقاومتها تعیین می شوند.