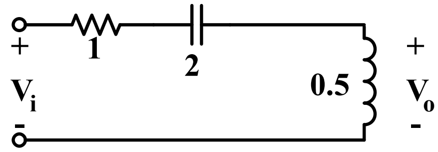
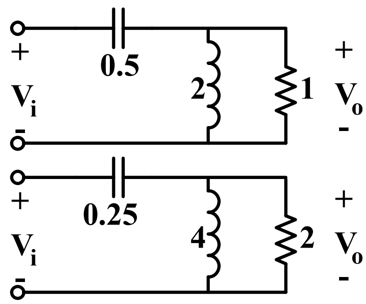
پاسخ امتحان پایان ترم فیلتر و سنتز مدار

۱- الف- روش کوئر ۲ است. $F(s) = \frac{Ks^2}{s^2+2s+1} = \frac{\frac{Ks^2}{2s}}{1+\frac{s^2+1}{2s}} \to z_{21} = 0/5Ks \quad , \quad z_{11} = \frac{s^2+1}{2s} = \frac{0/5}{s} + \frac{1}{\frac{2}{s}}$



$F(\infty) = K = 1$

ب- - روش کوئر ۲ است. $F(s) = \frac{Ks^2}{s^2+2s+1} = \frac{\frac{Ks^2}{2s}}{1+\frac{s^2+1}{2s}} \to y_{21} = -0/5Ks \quad , \quad y_{22} = \frac{s^2+1}{2s} = \frac{0/5}{s} + \frac{1}{\frac{2}{s}}$



$F(\infty) = K = 1$

پ- $F(\infty) = K = \frac{R_L}{R_i + R_L} = \frac{2}{3}$

$$\rho(s)\rho(-s) = 1 - \frac{4}{R_L}F(s)F(-s) \to \rho(s)\rho(-s) = 1 - \frac{4}{2}\frac{\frac{2}{3}s^2}{s^2+2s+1}\frac{\frac{2}{3}s^2}{s^2-2s+1} = \frac{(s^2+1)^2 - 4s^2 - \frac{8}{9}s^4}{(s^2+2s+1)(s^2-2s+1)} \to$$

$$\rho(s)\rho(-s) = \frac{\frac{1}{9}s^4 - 2s^2 + 1}{(s^2+2s+1)(s^2-2s+1)} = \frac{\frac{1}{9}(s^4 - 18s^2 + 9)}{(s^2+2s+1)(s^2-2s+1)} , s^4 - 18s^2 + 9 = (s^2+as+b)(s^2-as+b)$$

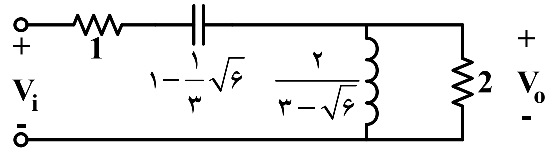
$$b = 3 \ , \ -a^2 + 2b = -18 \to a = \sqrt{24} \Rightarrow \rho(s) = \frac{k_1(s^2+\sqrt{24}s+3)}{s^2+2s+1} \ , \ \lim_{s\to\infty}|\rho|^2 = \lim_{s\to\infty}\rho(s)\rho(-s) \to k_1 = \frac{1}{3}$$

$$\rho(s) = \frac{\frac{1}{3}(s^2+\sqrt{24}s+3)}{s^2+2s+1} , Z_{in1} = \frac{1+\rho(s)}{1-\rho(s)} = \frac{\frac{4}{3}s^2 + (\frac{1}{3}\sqrt{24}+2)s + 2}{\frac{2}{3}s^2 + (-\frac{1}{3}\sqrt{24}+2)s} , Z_{in2} = \frac{1-\rho(s)}{1+\rho(s)} = \frac{\frac{2}{3}s^2 + (-\frac{1}{3}\sqrt{24}+2)s}{\frac{4}{3}s^2 + (\frac{1}{3}\sqrt{24}+2)s + 2}$$

چون $Z_{in1}(\infty) = 2 = R_L$ است، از Z_{in1} و روش کوئر ۲ (فیلتر بالاگذر است) استفاده می کنیم :

$$Z_{in1} = \frac{\frac{4}{3}s^2 + (\frac{1}{3}\sqrt{24}+2)s + 2}{\frac{2}{3}s^2 + (-\frac{1}{3}\sqrt{24}+2)s} = \frac{a}{s} + \frac{1}{Y_1} \ , \ a = \lim_{s\to 0} sZ_{in1} = \frac{2}{2 - \frac{1}{3}\sqrt{24}} \to Y_1 = \frac{\frac{2}{3}s + (-\frac{1}{3}\sqrt{24}+2)}{\frac{4}{3}s} = \frac{b}{s} + \frac{1}{Z_2}$$

$$b=\lim_{s\to 0} sY_1=\frac{2-\frac{1}{3}\sqrt{24}}{\frac{4}{3}}=\frac{6-\sqrt{24}}{4}\to Z_2=2=R_L$$



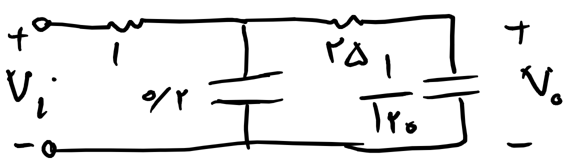
۲- می توان از طریق امپدانس ورودی و ادمیتانس خروجی عمل کرد. در اینجا از طریق امپدانس ورودی طراحی کرده ایم.

الف- $F(s)=\frac{K}{s^2+10s+24}=\frac{K}{(s+4)(s+6)}\to z_{11}=\frac{(s+4)(s+6)}{s(s+5)}$

از z_{11} و نه از عکس آن فاکتور s استخراج نمی شود. پس اولین عنصر مقاومت است.

$$z_{11}=\frac{(s+4)(s+6)}{s(s+5)}=k_1+\frac{1}{y_1}\ ,\ k_1=\lim_{s\to\infty} z_{11}=1\to y_1=\frac{s(s+5)}{5s+24}=k_2 s+\frac{1}{z_2}\ ,\ k_2=\lim_{s\to\infty}\frac{1}{s}y_1=0/2\to$$

$$z_2=\frac{5s+24}{0/2s}=k_3+\frac{1}{y_3}\ ,\ k_3=\lim_{s\to\infty} z_2=25\to y_3=\frac{0/2s}{24}=\frac{1}{120}s$$

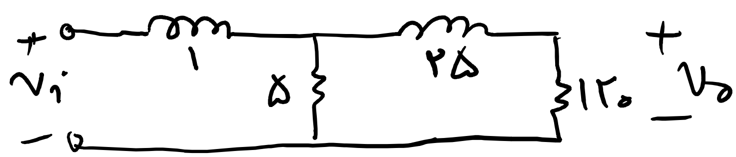


$$F(0)=\frac{K}{24}=1\to K=24$$

ب- $F(s)=\frac{Ks^2}{s^2+10s+24}=\frac{Ks^2}{(s+4)(s+6)}\to z_{11}=\frac{(s+4)(s+6)}{s+5}=k_1 s+\frac{1}{y_1}\ ,\ k_1=\lim_{s\to\infty}\frac{1}{s}z_{11}=1\to$

$$y_1=\frac{s+5}{5s+24}=k_2+\frac{1}{z_2}\ ,\ k_2=\lim_{s\to\infty} y_1=0/2\to z_2=\frac{5s+24}{0/2}=k_3 s+\frac{1}{y_3}\ ,\ k_3=\lim_{s\to\infty}\frac{1}{s}z_2=25\to$$

$$y_3=\frac{0/2}{24}=\frac{1}{120}$$



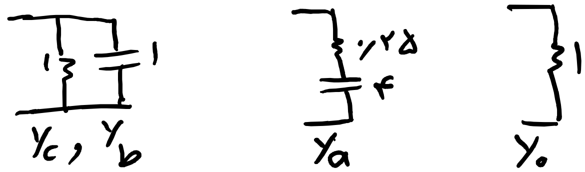
$$F(0)=\frac{K}{24}=1\to K=24$$

۳- روش Lovering : $F(s)=\frac{(s-1)^2}{(s+1)^2}=\frac{A}{B}, n_D=\max(m,n)-1=1\to D=s+1\to\frac{A}{sD}=\frac{(s-1)^2}{s(s+1)},\frac{B}{sD}=\frac{s+1}{s}$

$$\frac{A}{sD}=1+\frac{a}{s}+\frac{b}{s+1}\to a=\lim_{s\to 0}\frac{(s-1)^2}{(s+1)}=1, b=\lim_{s\to -1}\frac{(s-1)^2}{s}=-4\to\frac{A}{D}=s+1-\frac{4s}{s+1}$$

$\frac{B}{sD}=\frac{s+۱}{s}=۱+\frac{۱}{s}\to\frac{B}{D}=s+۱=y_c - y_d\to y_c=s+۱,\ y_d=۰,\ \frac{A}{D}=s+۱-\frac{۴s}{s+۱}=y_b - y_a\to y_b=s+۱,$

$y_a=\frac{۴s}{s+۱}=\frac{۱}{۰/۲۵+\frac{۱}{۴s}},\ y_۰=۱$



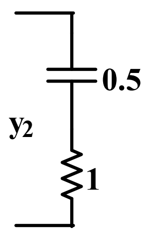
روش کوه : $F(s)=\frac{(s-۱)^۲}{(s+۱)^۲}=\frac{s^۲}{(s+۱)^۲}-\frac{۲s}{(s+۱)^۲}+\frac{۱}{(s+۱)^۲}=F_۱+F_۲+F_۳,\ n_D=\max(m,n)-۱=۱\to D=s+۲$

طراحی $: F_۱=\frac{s^۲}{(s+۱)^۲}$

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

$b=\lim_{s\to-۲}\frac{(s+۱)^۲}{s}=-۰/۵\to\frac{B}{D}=s+۰/۵-\frac{۰/۵s}{s+۲}\ ,\ \frac{A}{D}=\frac{s^۲}{s+۲}\to y_{۲۲}=s+۰/۵+\frac{۰/۵s}{s+۲}\ ,\ y_۱-\alpha y_۲=\frac{-s}{s+۲}\to$

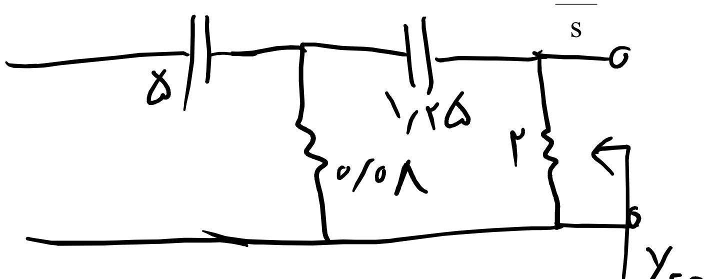
$y_۱=۰,\ \alpha y_۲=\frac{s}{s+۲}\xrightarrow{\alpha=۱}y_۲=\frac{s}{s+۲}=\frac{۱}{۱+\frac{۲}{s}}\ ,\ y_{۲۲}=\frac{s^۲+۳s+۱}{s+۲}$



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.

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

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



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

طراحی $: F_۲=\frac{۲s}{(s+۱)^۲}$

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

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

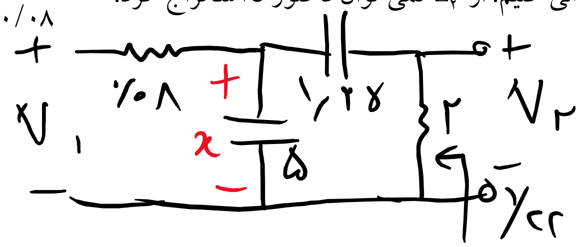
در این حالت فیلتر میان گذر است و از ترکیب دو روش کوئر ۱ و ۲ استفاده می کنیم.با توجه به تابع تبدیل ، باید یک فاکتور از هر روش تولید کرد. در اینجا ابتدا از کوئر ۲ استفاده کرده ایم. از خود y_{22} و یا عکس آن ، فاکتور $\frac{k}{s}$ تولید نمی شود. پس اولین مقدار مقاومت است.

$$y_{22}=\frac{s^2+3s+1}{s+2}=k_1+\frac{1}{z_1}\ :\ k_1=\lim_{s\to 0}\frac{s^2+3s+1}{s+2}=0.5\to z_1=\frac{s+2}{s^2+2.5s}=\frac{k_2}{s}+z_2\to$$

$$k_2=\lim_{s\to 0}\frac{s+2}{s+2.5}=0.8\to z_2=\frac{0.2}{s+2.5}$$

اکنون کوئر ۱ را استفاده می کنیم. از z_2 نمی توان فاکتور s استخراج کرد.

$$y_2=\frac{s+2.5}{0.2}=5s+\frac{1}{0.08}$$



با تحلیل مدار داریم :

$$\frac{V_2}{X}=\frac{2}{2+\frac{1}{1.25s}}=\frac{2.5s}{2.5s+1}\ ,\ \frac{X}{V_1}=\frac{(2+\frac{1}{1.25s})\,||\,\frac{1}{5s}}{0.08+(2+\frac{1}{1.25s})\,||\,\frac{1}{5s}}=\frac{2.5s+1}{s^2+3s+1}\to\frac{V_2}{V_1}=\frac{2.5s}{s^2+3s+1}$$

ضریب s در تابع تبدیل F_2 برابر ۲/۵ خواهد بود که بعدا آن را به ۲ می رسانیم. یعنی در جمع کننده نهایی ۰/۸ ولتاژ خروجی طبقه دوم را بکار می بریم.

طراحی $:F_3=\frac{1}{(s+1)^2}$

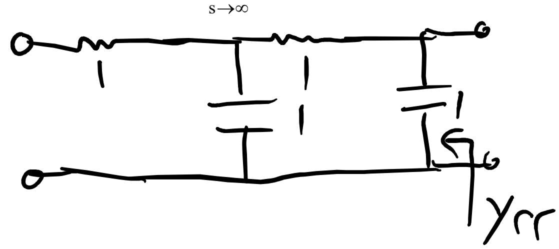
$$\frac{B}{D}=s+0.5-\frac{0.5s}{s+2}\ ,\ \frac{A}{D}=\frac{1}{s+2}\to y_{22}=s+0.5+\frac{0.5s}{s+2},\ y_1-\alpha y_2=\frac{-s}{s+2}$$

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

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

$$y_{22}=\frac{s^2+3s+1}{s+2}=k_1s+\frac{1}{z_1}\to k_1=\lim_{s\to\infty}\frac{s^2+3s+1}{s(s+2)}=1\to z_1=\frac{s+2}{s+1}=k_2+\frac{1}{y_2}\to k_2=\lim_{s\to\infty}\frac{s+2}{s+1}=1\to$$

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

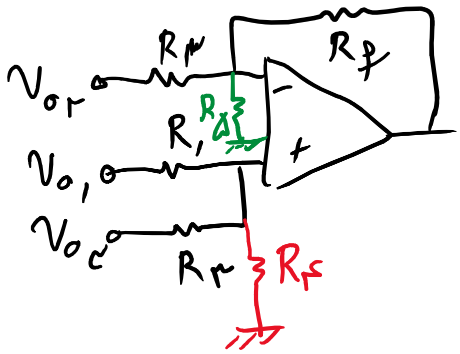


با توجه به مدار فوق (در $s=۰$) ضریب صورت تابع تبدیل همان یک خواهد بود.

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

$$v_o = v_{o۱} - ۰/۸v_{o۲} + v_{o۳} \to \frac{R_f}{R_۲} = ۰/۴ \boxed{۱} \ , \ \frac{R_۳}{R_۳+R_۱}(۱+\frac{R_f}{R_۲}) = ۱\boxed{۲}, \ \frac{R_۱}{R_۳+R_۱}(۱+\frac{R_f}{R_۲}) = ۱\boxed{۳}$$

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



$$\frac{R_f}{R_۲} = ۰/۸\boxed{۱} \ , \ \frac{R_۳ \parallel R_۴}{R_۳ \parallel R_۴ + R_۱}(۱+\frac{R_f}{R_۲}) = ۱\boxed{۲},$$

$$\frac{R_۱ \parallel R_۴}{R_۳ + R_۱ \parallel R_۴}(۱+\frac{R_f}{R_۲}) = ۱\boxed{۳} \ , \frac{\boxed{۲}}{\boxed{۳}} \to \frac{R_۳}{R_۱} = ۱$$

$$\xrightarrow{\boxed{۲}} \frac{R_۱R_۴}{۲R_۱R_۴ + R_۱^۲} = \frac{۱}{۱/۸} \to \frac{R_۴}{۲R_۴ + R_۱} = \frac{۱}{۱/۸} \to$$

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

$$\frac{R_f}{R_۲} = ۰/۸\boxed{۱} \ , \ \frac{R_۳}{R_۳+R_۱}(۱+\frac{R_f}{R_۲ \parallel R_۵}) = ۱\boxed{۲}, \ \frac{R_۱}{R_۳+R_۱}(۱+\frac{R_f}{R_۲ \parallel R_۵}) = ۱\boxed{۳} \ , \ \frac{\boxed{۲}}{\boxed{۳}} \to \frac{R_۳}{R_۱} = ۱ \xrightarrow{\boxed{۲}}$$

$$\frac{R_f}{R_۲ \parallel R_۵} = ۱ \xrightarrow{\boxed{۱}} \frac{R_۵}{R_۲} = ۴$$

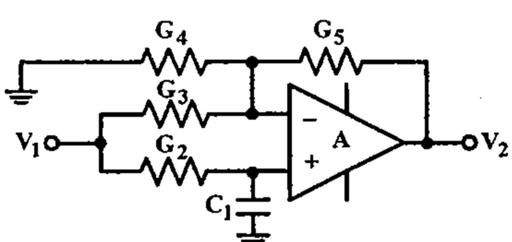
با انتخاب مقاومت اول و دوم ، بقیه مقاومتها تعیین می شوند.

۴-

$$F(s) = \frac{۵۰۰s(s-۵۰۰۰)(s^۲+۱۰^۸)}{(s^۲+۵۰s+۱۰^۶)(۵۰۰۰+s)^۲} = F_۱F_۲F_۳F_۴ \to$$

$$F_۱(s) = \frac{۵۰۰۰-s}{۵۰۰۰+s} \ , \ F_۲(s) = \frac{s^۲+۱۰^۸}{s^۲+۵۰s+۱۰^۶} \ , \ F_۳(s) = \frac{۵۰۰s}{۵۰۰۰+s} \ , \ F_۴(s) = -۱$$

طراحی طبقه اول : $F_۱(s) = \frac{۵۰۰۰-s}{۵۰۰۰+s} = \frac{۱-\frac{s}{۵۰۰۰}}{۱+\frac{s}{۵۰۰۰}} \to H_۰ = H_\infty = ۱ \ , \ \sigma_۰ = ۵۰۰۰$



$$G_۲ = H_۰ + H_\infty = ۲ \ , \ G_۳ = H_\infty = ۱,$$

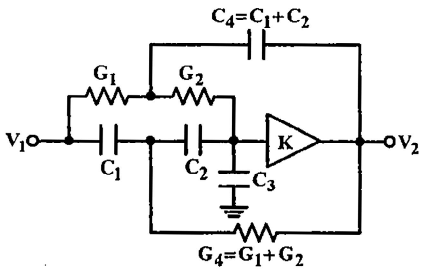
$$G_۴ = H_۰ - ۱ = ۰ \ , \ G_۵ = ۱, \ C_۱ = H_۰ + H_\infty = ۲$$

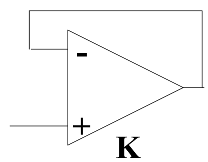
$$\to \frac{C_۱}{\sigma_۰}k_۱ = ۲۲۰nF \to$$

$$k_۱ = ۰/۰۰۰۵۵ \to G_۲k_۱ = ۰/۰۰۱۱ \to R_۲ = ۹۰۹/۰۹\Omega \ , \ G_۳k_۱ = G_۵k_۱ = ۰/۰۰۰۵۵ \to R_۳ = R_۵ = ۱۸۱۸/۱۸\Omega$$

طراحی طبقه دوم : $F_2(s)=\frac{s^2+10^8}{s^2+50s+10^6}=\frac{\frac{s^2}{10^6}+100}{\frac{s^2}{10^6}+\frac{50}{10^6}s+1}=\frac{H_0+H_\infty(\frac{s}{\omega_0})^2}{1+\frac{1}{Q}(\frac{s}{\omega_0})+(\frac{s}{\omega_0})^2}\to\omega_0=10^3\ ,\ \frac{1}{Q\omega_0}=\frac{50}{10^6}$

$$\to Q=20\ ,\ H_\infty=1\ ,\ H_0=100\Rightarrow\boxed{BS/LP}\ \ ,\ \alpha=\sqrt{\frac{H_0}{H_\infty}}=10$$





$$G^2-\frac{4\alpha^2}{Q(\alpha^2-1)}G+\frac{4\alpha^2}{(\alpha^2-1)^2}=0$$

$$\to G^2-\frac{20}{99}G+\frac{400}{99^2}=0\to$$

no answer

$$C^2-4Q^2(1-\frac{1}{\alpha^2})C+\frac{4Q^2}{\alpha^2}=0\to C^2-1584C+16=0\to C_2=0/0101, C_1=1583/9899, G_1=G_2=2Q=40$$

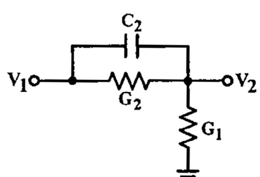
$$G_3=1\ ,\ K=H_0=1\ ,\ C_4=C_1+C_2=1584\ ,\ G_4=G_1+G_2=80, C_3=1, \frac{C_2}{\omega_0}k_2=10pF$$

$$\to k_2=9/9\times10^{-7}\ ,\ C_1k_2\to C_1=1568/3\mu F\ ,\ C_4k_2\to C_4=1568/3\mu F, G_1k_2=G_2k_2=3/96\times10^{-5}$$

$$\to R_1=R_2=25/25K\Omega, G_3k_2=9/9\times10^{-7}\to R_3=1/01M\Omega, R_4=12/625K\Omega\ ,\ C_3k_2\to C_3=990nF$$

در طراحی فوق $H_0=1$ است ولی در تابع طبقه دوم ۱۰۰ می باشد. لذا باید بهره ۱۰۰ را در طبقه ۴ ایجاد کرد.

طراحی طبقه سوم: $\sigma_0=5000\ ,\ F_3(s)=F_4(s)=\frac{500s}{5000+s}=\frac{0/1s}{1+\frac{s}{5000}}\to H_0=0, H_\infty=500$ مدار را برای $H_\infty=1$ طراحی می کنیم.



$$G_1=1-H_0=1\ ,\ G_2=H_0=0\ ,\ C_2=1\to\frac{C_2}{\sigma_0}k_3=220nF\to$$

$$k_3=0/0011\to G_1k_3=0/0011\to R_2=909/09\Omega$$

در طراحی فوق $H_\infty=1$ است ولی در تابع طبقه سوم ۵۰۰ می باشد. لذا باید بهره ۰/۱ را در طبقه ۴ ایجاد کرد. لذا با توجه به نکته طبقه دوم، بهره طبقه ۴ نهایتا ۵۰۰۰۰- خواهد بود.

طراحی بهره ۵۰۰۰۰- :