5-3 [30 分]

（1） $2e^{-5t}\cosh 3t\varepsilon(t)$

解： $f(t)=2e^{-5t}\cosh 3t\varepsilon(t)$

$=2e^{-5t}\frac{1}{2}(e^{3t}+e^{-3t})\varepsilon(t)$

$=(e^{-2t}+e^{-8t})\varepsilon(t)$

$\therefore F(s)=\frac{1}{s+2}+\frac{1}{s+8}$

收敛区为$\sigma>-2$

（2） $\frac{1}{\alpha}(1-e^{-\alpha t})\varepsilon(t)$

解： $f(t)=\frac{1}{\alpha}(1-e^{-\alpha t})\varepsilon(t)$

$=\frac{1}{\alpha}(\varepsilon(t)-e^{-\alpha t}\varepsilon(t))$

$\therefore F(s)=\frac{1}{\alpha}(\frac{1}{s}-\frac{1}{s+\alpha})$

收敛区为$\sigma>\max[0,-\alpha]$

（3） $(t^3-2t^2+1)\varepsilon(t)$

解： $f(t)=(t^3-2t^2+1)\varepsilon(t)$

法一：通过查表得：

$$F(s)=\frac{3!}{s^4}-\frac{2\cdot 2!}{s^3}+\frac{1}{s}=\frac{s^3-4s+6}{s^4}$$

收敛区为$\sigma>\max[0,-\alpha]$

法二：利用$tf(t)\leftrightarrow\frac{-dF(s)}{ds}$进行推导

则$f(t)=\varepsilon(t)$时， $t\varepsilon(t)\leftrightarrow\frac{-d\frac{1}{s}}{ds}=\frac{1}{s^2}$

$f(t)=t\varepsilon(t)$时，$t^2\varepsilon(t)\leftrightarrow \dfrac{-d\dfrac{1}{s^2}}{ds}=\dfrac{2}{s^3}$

$f(t)=t^2\varepsilon(t)$时，$t^3\varepsilon(t)\leftrightarrow \dfrac{-d\dfrac{2}{s^3}}{ds}=\dfrac{3!}{s^4}$

得到 $F(s)=\dfrac{3!}{s^4}-\dfrac{2\cdot 2!}{s^3}+\dfrac{1}{s}=\dfrac{s^3-4s+6}{s^4}$

收敛区为 $\sigma>\max[0,-\alpha]$

（4） $\delta(t)-e^{-2t}\varepsilon(t)$

解： $f(t)=\delta(t)-e^{-2t}\varepsilon(t)$

$\therefore F(s)=1-\dfrac{1}{s+2}=\dfrac{s+1}{s+2}$

收敛区为 $\sigma>-2$

5-17　[40 分]

解：列出回路方程为：

$$\begin{cases} E(s)=[I(s)-I_2(s)]R_1+sL_1I(s)-L_1i(0^-) \\ [I(s)-I_2(s)]R_1=I_2(s)R_2+sL_2I_2(s)-L_2i_2(0^-) \end{cases}$$

提示：例如对于电感有

$U_Lt=L\dfrac{dI}{dt}\rightarrow U_{Ls}=LsI_s\rightarrow R_{Ls}=sL$

以此类推，建立 s 域元器件模型

s 域回路方程也可以通过时域回路方程进行拉氏变换得到，本质是一样的

区别在于前者对式中各部分进行拉式变换得到模块化表示再组合，后者对整体直接拉式变换

为了巩固和提高同学们对 s 域的理解，建议利用 s 域元器件模型构建方程。

代入图中参数得到：

$$\begin{cases} E(s)=(s+2)I(s)-2I_2(s) \\ 2I(s)-(s+5)I_2(s)=0 \end{cases}$$

（1）冲激响应

当$e(t)=\delta(t)$时，$E(s)=1$

$$I(s)=\frac{s+5}{(s+6)(s+1)}=\frac{1}{5}\cdot\frac{1}{s+6}+\frac{4}{5}\cdot\frac{1}{s+1}$$

$$\therefore f(t)=(\frac{1}{5}e^{-6t}+\frac{4}{5}e^{-t})\varepsilon(t)$$

（2）阶跃响应

当$e(t)=\varepsilon(t)$时，$E(s)=\frac{1}{s}$

$$I(s)=\frac{s+5}{s(s+6)(s+1)}=\frac{k_1}{s}+\frac{k_2}{s+6}+\frac{k_3}{s+1}$$

$$k_1=\left.\frac{s+5}{(s+6)(s+1)}\right|_{s=0}=\frac{5}{6}$$

$$k_2=\left.\frac{s+5}{s(s+1)}\right|_{s=-6}=-\frac{1}{30}$$

$$k_3=\left.\frac{s+5}{s(s+6)}\right|_{s=-1}=-\frac{4}{5}$$

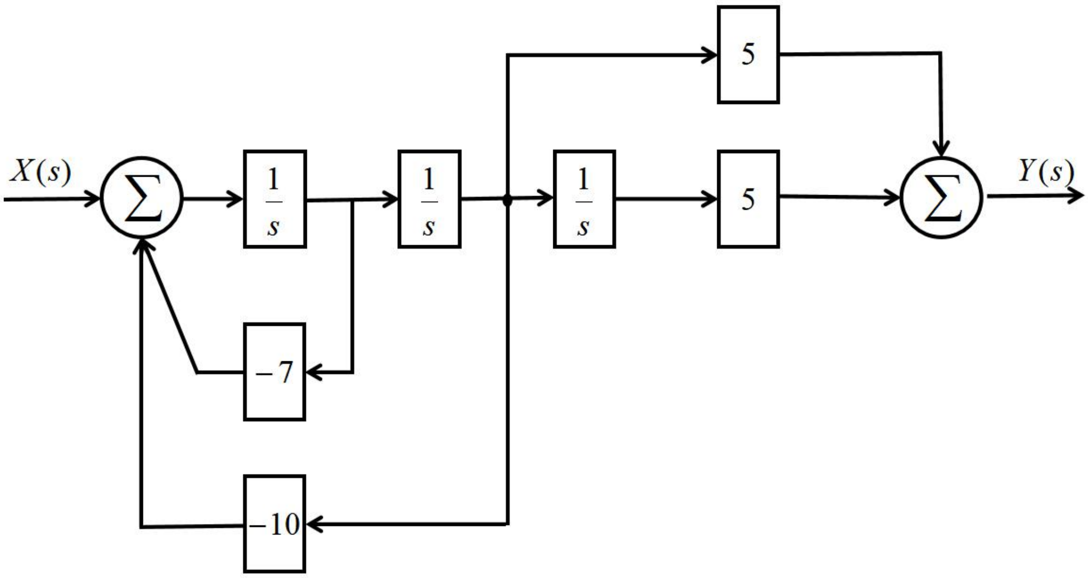
$$\therefore f(t)=(\frac{5}{6}-\frac{1}{30}e^{-6t}-\frac{4}{5}e^{-t})\varepsilon(t)$$

5-32 [10 分]

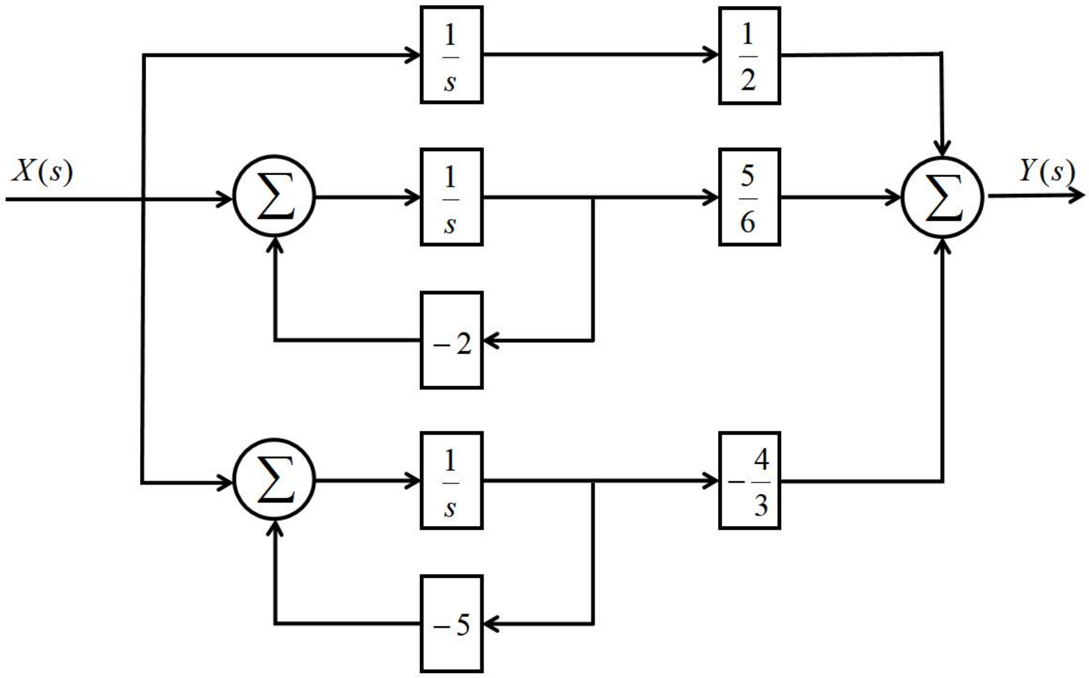
$$H(s)=\frac{5(s+1)}{s(s+2)(s+5)}$$

解：

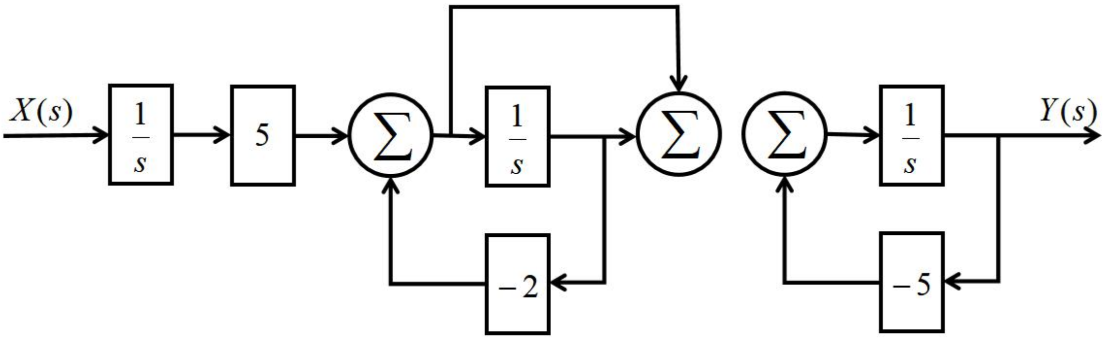
(1) $H(s)=\dfrac{5s+5}{s^3+7s^2+10s}$



(2) $H(s)=\dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{1}{s}+\dfrac{5}{6}\cdot\dfrac{1}{s+2}-\dfrac{4}{3}\cdot\dfrac{1}{s+5}$



(3) $H(s)=\dfrac{5}{s}\cdot\dfrac{s+1}{s+2}\cdot\dfrac{1}{s+5}$



6-6　[20 分]

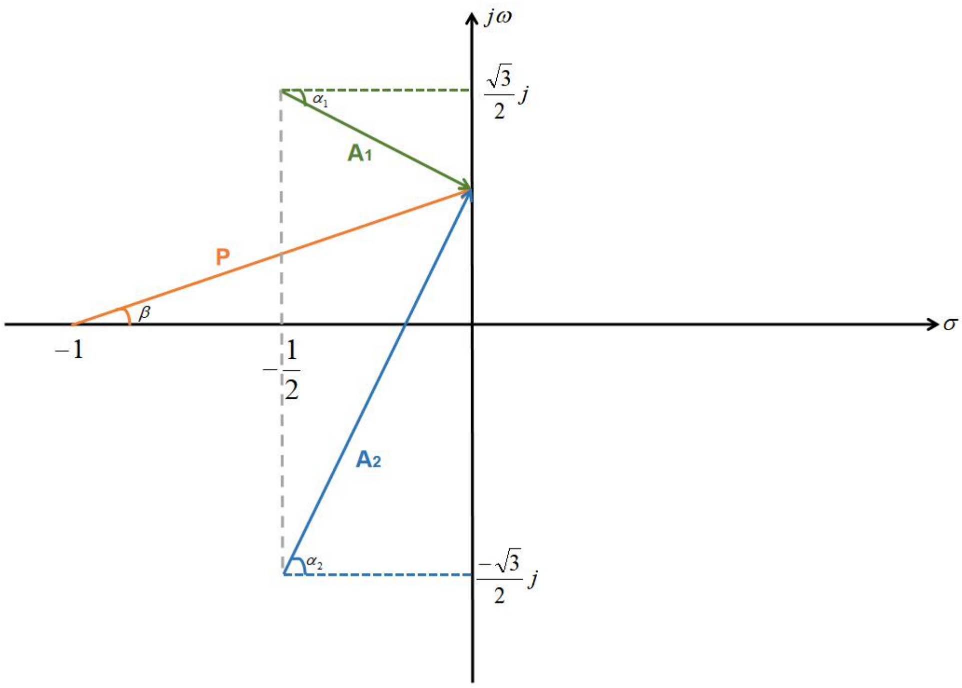
解:

(1) $H(s)=\dfrac{I(s)}{E_s(s)}=\dfrac{1}{sL+\dfrac{1}{sC+\dfrac{1}{R}}}=\dfrac{1}{s+\dfrac{1}{s+1}}=\dfrac{s+1}{s^2+s+1}$

令 $s^2+s+1=0$，解得 $s=-\dfrac{1}{2}\pm j\dfrac{\sqrt{3}}{2}$

$\therefore H(s)=\dfrac{s+1}{(s+\dfrac{1+j\sqrt{3}}{2})(s+\dfrac{1-j\sqrt{3}}{2})}$

绘制出矢量图:



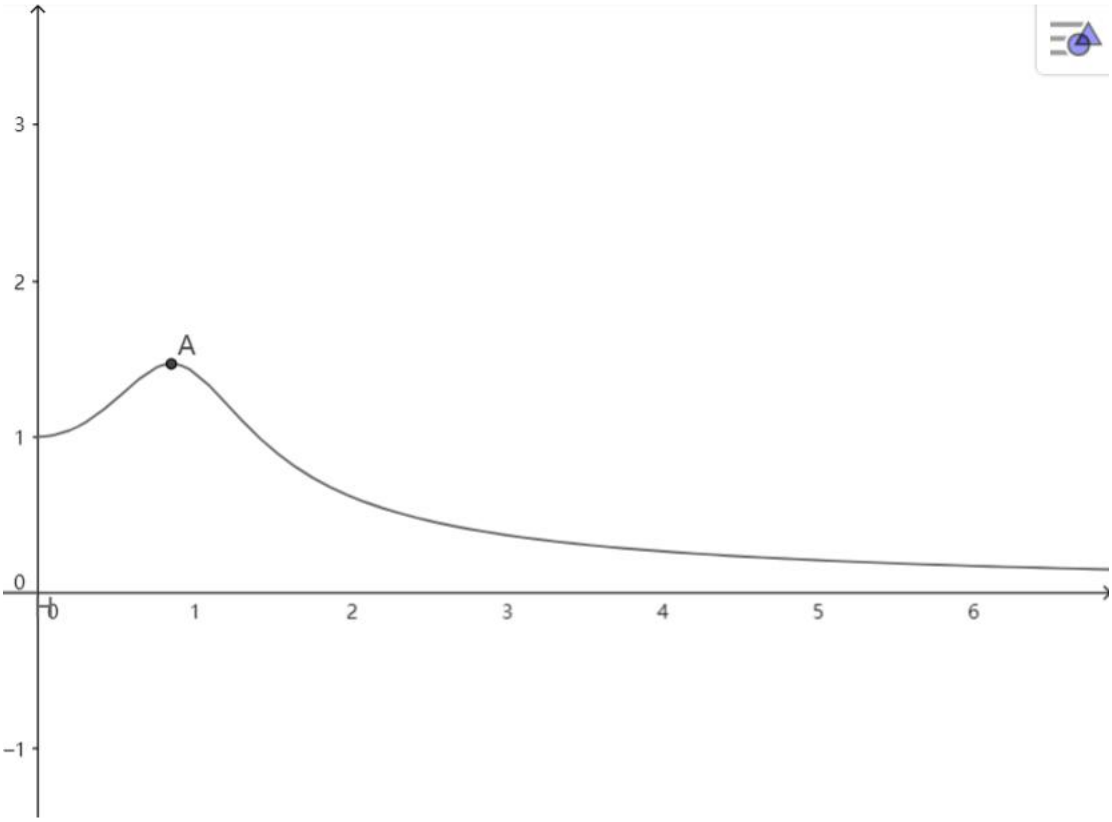
$$|H(j\omega)|=\frac{P}{A_1\cdot A_2}=1\cdot\frac{|j\omega-1|}{|j\omega+\frac{1+j\sqrt{3}}{2}|\cdot|j\omega+\frac{1-j\sqrt{3}}{2}|}=\sqrt{\frac{\omega^2+1}{(\omega^2+1)^2-3\omega^2}}$$

设 $\omega^2+1=\alpha$ 则 $|H(j\omega)|=\sqrt{\frac{\alpha}{\alpha^2-3(\alpha-1)}}=\sqrt{\frac{1}{\alpha+\frac{3}{\alpha}-3}}$

在 $\alpha=\sqrt{3}$ 时取极值点，此时 $\omega=\sqrt{\sqrt{3}-1}\approx 0.86$

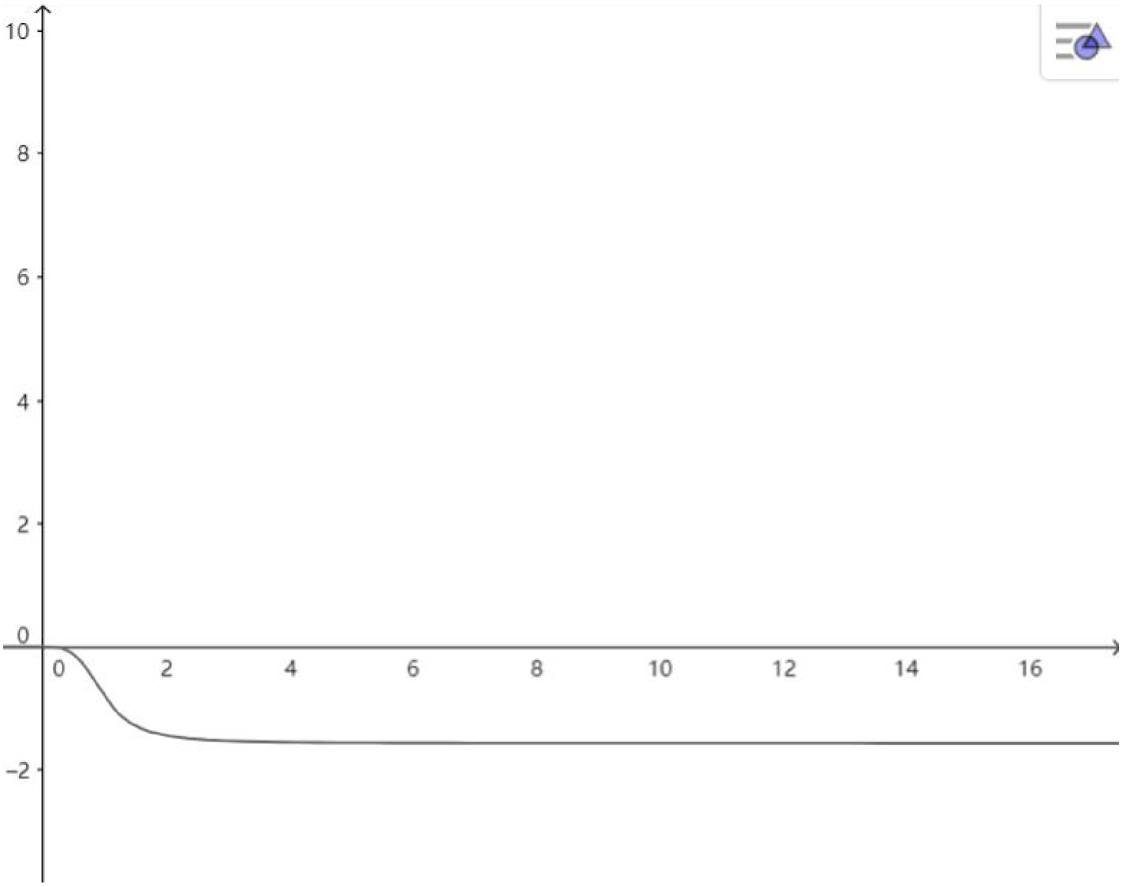
$$|H(j\omega)|_{MAX}=\sqrt{\frac{1}{2\sqrt{3}-3}}\approx 1.47$$

幅频响应曲线如下图所示:



$$\varphi(\omega)=\sum\beta-\sum\alpha=\arctan\frac{\omega}{1}-(-\arctan\frac{\frac{\sqrt{3}}{2}-\omega}{\frac{1}{2}}+\arctan\frac{\frac{\sqrt{3}}{2}+\omega}{\frac{1}{2}})$$

相频响应曲线如下图所示:

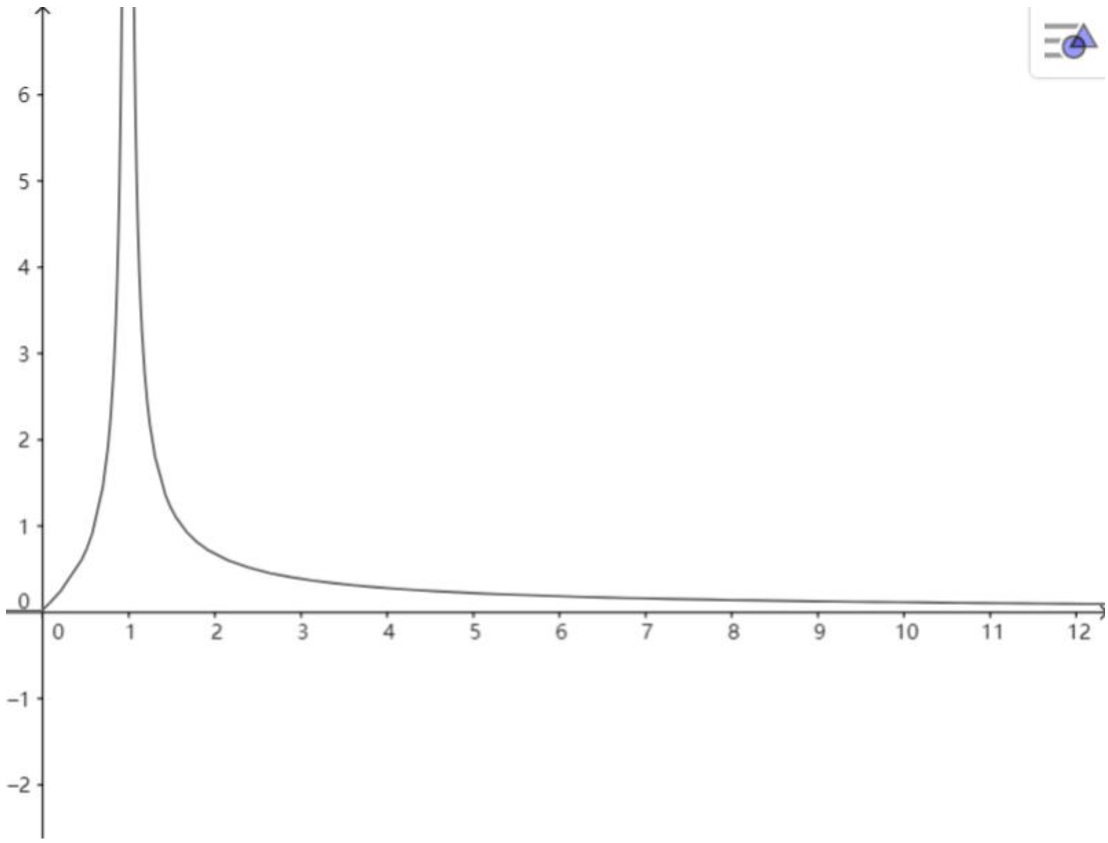


（2）当 $R \to \infty$ 时 $H(s) = \dfrac{s}{s^2+1} = \dfrac{s}{(s+j)(s-j)}$

$$|H(j\omega)| = \frac{|j\omega|}{|j\omega - j||j\omega + j|} = \frac{\omega}{(\omega-1)(\omega+1)}$$

$$\varphi(\omega) = \begin{cases} 90^o, 0 < \omega < 1 \\ -90^o, \omega > 1 \end{cases}$$

幅频响应曲线如下图所示：



相频响应曲线如下图所示：