夏学期第六周作业参考答案

6-11 假设单位反馈系统的开环传递函数的对数幅频特性曲线如图 6-72 所示。(a)确定系统的开环传递函数（假设只有一阶环节） (b) 计算|G(jω)|=1 时的频率及相位

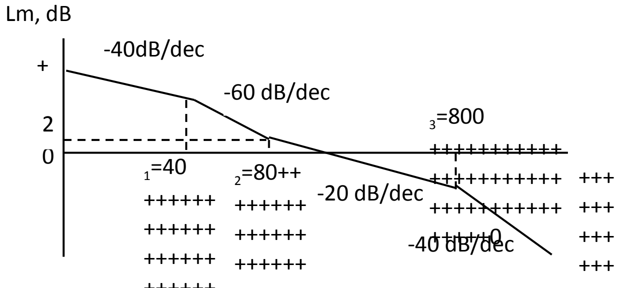


图 6-72 题 6-11 图

解： (a) 开环传递函数为

$G(s)=16114$¿¿

(b) $-20(lg80-lg\omega)=2-0\Rightarrow\omega\approx100.71$当 |G(jω)| =1

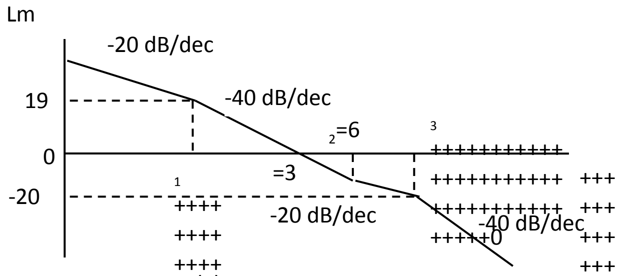
相位约为 152°

6-12 开环系统的对数幅频特性渐近曲线分别如图 6-73 所示

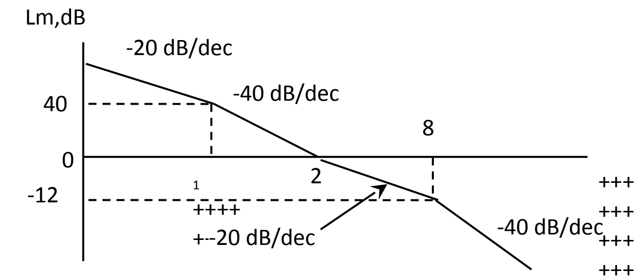
(a) 确定系统的开环传递函数

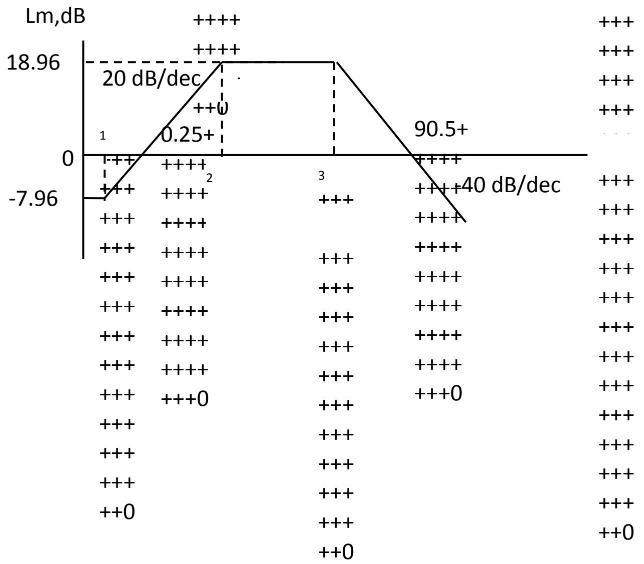
(b) 计算ω=4 点渐近特性曲线与真实值的偏差

(c) 计算系统的稳态误差系数（假设只有一阶环节）



(a)





（b）

（c）

图 6-73 题 6-12 图

图 a：

（1）

由图可见这是一个 I 型系统，基本环节包括：

$$\frac{K_1}{s}\cdot¿¿\ \frac{1}{T_2 s+1}\cdot¿¿\ T_3 s+1\cdot¿¿\ \frac{1}{T_4 s+1}\cdot¿¿$$

其中 $\frac{1}{T_3}=\omega_2=6$ 且 $\omega=3$ 在 Lm|G|=0dB 已知

令$\omega_1=\omega_a$, $3=\omega_b$, 根据波特图斜率方程, 第一个转折点频率 ω_1 为：

$$k(\lg\omega_a-\lg\omega_b)=Lm(\omega_a)-Lm(\omega_b)$$

$$\Rightarrow -40(\lg\omega_1-\lg 3)=19-0\Rightarrow\omega_1=1\Rightarrow\frac{1}{T_2}=1\Rightarrow T_2=1$$

令 $\omega_3=\omega_a$, $6=\omega_b$, 转折频率 ω_3 可以算出

$$-20(\lg\omega_3-\lg 6)=Lm(\omega_3)-Lm(6)$$

其中 $Lm(6)$ 可以通过另一条直线斜率方程算出

$$-40(\lg 6-\lg 3)=Lm(6)-0\Rightarrow Lm(6)=-12.04\,dB$$

随后 $-20(\lg\omega_3-0.778)=-20+12\Rightarrow\omega_3=15\Rightarrow T_4=\frac{1}{15}$

根据 Lm (K_1/jw) 延长线和 0-dB 轴在ω_x= K_1 的交点可得出

之后, 令 $\omega_1=\omega_a=1$, $\omega_b=\omega_x$, 根据直线方程:

$$-20(0-\lg\omega_x)=19-0\Rightarrow\omega_z=8.9125=K_1$$

因此

$$G(s)=\frac{8.9125(\frac{1}{6}s+1)}{s(s+1)(\frac{1}{15}s+1)}$$

(2)

ω=4 时，幅值为

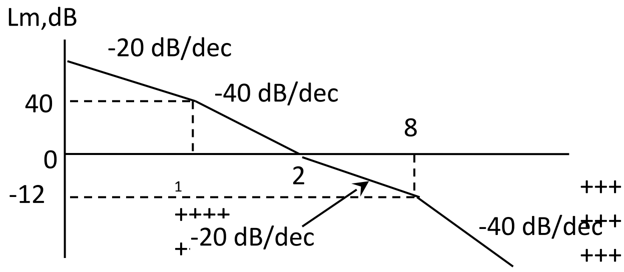
$$20\lg(|G(j4)|)=20\lg\left(\frac{8.9125*\sqrt{(\frac{2}{3})^2+1}}{4*\sqrt{(4)^2+1}*\sqrt{(\frac{4}{15})^2+1}}\right)=20\lg(0.627)=-4.047$$

波特图上 $-40(\lg4-\lg3)=Lm(4)-0\Rightarrow Lm(4)=-4.997$

因此偏差为＝0.95 db

（3）

K_1=8.9125



Case II

图 b：（1）

由图可见基本环节包括：$\frac{K_1}{s}$, $\frac{1}{T_2s+1}$, T_3s+1, $\frac{1}{T_4s+1}$

令 $\omega_1=\omega_a$, $2=\omega_b$, 根据波特图斜率方程，第一个转折点频率 ω_1 为：

$$k(\lg\omega_a-\lg\omega_b)=Lm(\omega_a)-Lm(\omega_b)$$

$$\Rightarrow-40(\lg\omega_1-\lg2)=40-0\Rightarrow\omega_1=0.2 \quad \Rightarrow\frac{1}{T_2}=0.2, T_2=5$$

由图可知其余转折频率为: $\frac{1}{T_3}=2$; $\frac{1}{T_4}=8$

因此: $T_3=0.5$; $T_4=0.125$

根据 Lm (K_1/jw) 延长线和 0-dB 轴在ω_x= K_1 的交点可得出

之后 令 $\omega_1=\omega_a=0.2$, $\omega_b=\omega_x$, 根据直线方程:

$$-20(\lg 0.2-\lg \omega_x)=40-0 \Rightarrow \omega_z=20=K_1$$

因此传递函数为:

$$G(s)=\frac{20(0.5s+1)}{s(5s+1)(0.125s+1)}$$

（2）

对于 ω=4, 幅值为

$$20\lg(|G(j4)|)=20\lg(\frac{20*\sqrt{2^2+1}}{4*\sqrt{(20)^2+1}*\sqrt{(0.5)^2+1}})=20\lg(0.499)=-6.03$$ dB

根据波特图,

$$-20(\lg 4-\lg 2)=Lm(4)-0 \Rightarrow Lm(4)=-6.02$$

因此偏差为－0.01 dB

（3）

假设系统为单位反馈系统,又由其为 I 型系统

$$K_1=\lim_{s\to 0} s\cdot\frac{20(0.5s+1)}{s(5s+1)(0.125s+1)}=20$$

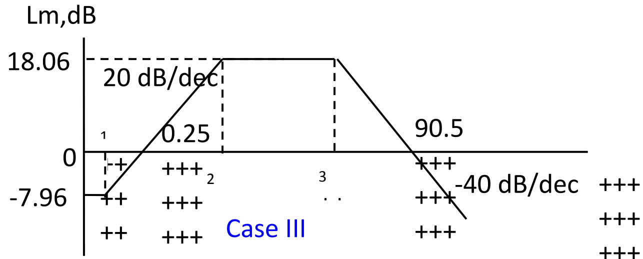


图 c（1）

由图可知，基本环节为 K_0 , $T_1 s+1$, $\frac{1}{T_2 s+1}$, $\frac{1}{1+2\xi T_3 s+T_3 s^2)}$

因为其为 0 型系统， 解方程-7.96=20lgK_0, K_0=0.4

根据直线方程，第一个转折频率可以算出

$$20(\lg\omega_1-\lg 0.25)=-7.96 \Rightarrow \omega_1=0.1 \Rightarrow \frac{1}{T_1}=0.1, T_1=10$$

$$20(\lg\omega_2-\lg 0.25)=18.06 \Rightarrow \omega_2=2 \Rightarrow \frac{1}{T_2}=2, T_2=0.5$$

$$-40(\lg\omega_3-\lg 90.5)=18.06 \Rightarrow \omega_3=32 \Rightarrow \frac{1}{T_3}=32, T_2=0.03125$$

因此传递函数为

$$G(s)=\frac{0.4(10s+1)}{(0.5s+1)[(0.03125s)^2+2\cdot 0.03125s+1]}$$

(2)在 w=4 时偏差为 0

(3) K_0=0.4

6-15 已知最小相位系统（不包含 $e^{-\tau s}$ 、Ts-1 和 1/(Ts-1)等环节）的近似对数幅频特性如图 6-76 所示，试求该系统的传递函数。

	ω	$\lvert G \rvert$
A	0.1	1.25
B	0.2	5
C	0.5	5
D	2.5	1
E	25	10

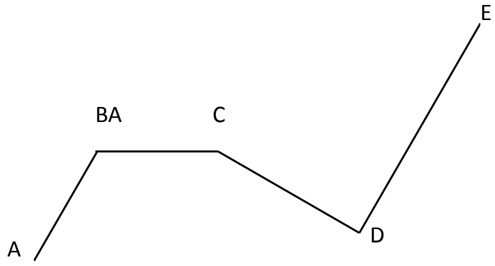


图 6-76 题 6-15 图

答案：传递函数为 $G(s)=\dfrac{125s^2(0.4s+1)^2}{(5s+1)^2(2s+1)}$

6-16 已知最小相位系统的对数幅频渐进特性曲线如图 6-77 所示，试确定系统的开环传递函数。

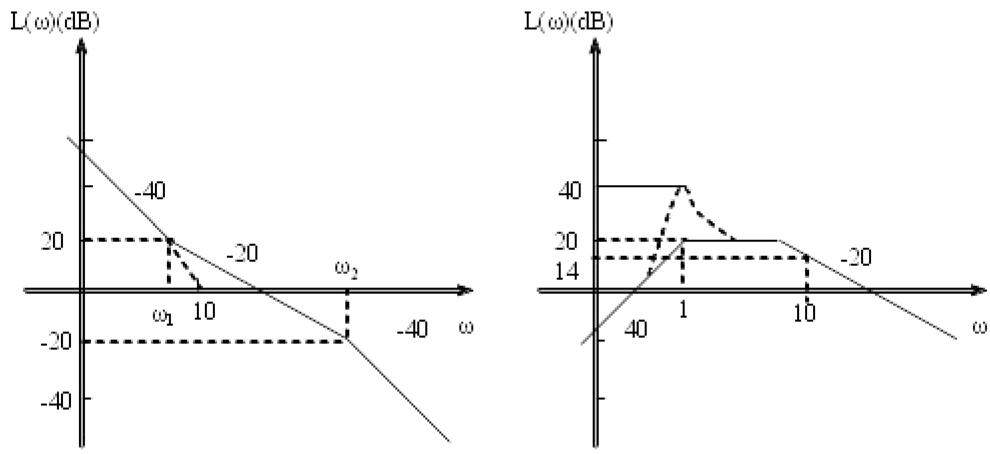


图 6-77 题 6-16 图

解：

(b)　低频段斜率 k=-40dB/dec，所以 $\upsilon=2$ ，在 ω_1 处斜率增加 20dB/dec，说明有一个一阶微

分环节，在 ω_2 处斜率减小 20dB/dec，说明有一个一阶惯性环节，所以开环传递函数的形式为：

$$G(s)=\frac{K(1+\frac{s}{\omega_1})}{s^2(1+\frac{s}{\omega_2})}$$

由给定条件确定开环传递函数参数：

低频渐近线方程：$L_a(\omega)=20\lg K-20\upsilon\lg\omega$，给定点（10，0）和 $\upsilon=2$，得 K＝100

由直线方程：$L_a(\omega_a)-L_a(\omega_b)=k(\lg\omega_a-\lg\omega_b)$

$(\omega_a,L_a(\omega_a))=(10,0)$，$(\omega_1,L_a(\omega_1))=(\omega_1,20)$，$k=-40$ 得 $\omega_1=10^{0.5}=3.16$

$(\omega_1,L_a(\omega_1))=(10^{0.5},20)$，$(\omega_2,L_a(\omega_2))=(\omega_2,-20)$，$k=-20$ 得 $\omega_2=10^{\frac{5}{2}}=316.23$

所以开环传递函数为：

$$G(s)=\frac{100(1+\frac{s}{3.16})}{s^2(1+\frac{s}{316.23})}$$

(c) 低频段斜率 k=40dB/dec，所以 $\upsilon=-2$，在 $\omega=1$ 处斜率减小 40dB/dec，说明有一个二阶振荡环节，在 ω_1 处斜率减小 20dB/dec，说明有一个一阶惯性环节，所以开环传递函数的形式为：

$$G(s)=\frac{Ks^2}{(1+\frac{s}{\omega_1})(s^2+2\xi s+1)}$$

由给定条件确定开环传递函数参数：

低频渐近线方程：$L_a(\omega)=20\lg K-20\upsilon\lg\omega$，给定点（1，20）和 $\upsilon=-2$，得 K＝10

由直线方程：$L_a(\omega_a)-L_a(\omega_b)=k(\lg\omega_a-\lg\omega_b)$

$(\omega_a,L_a(\omega_a))=(10,14)$，$(\omega_1,L_a(\omega_1))=(\omega_1,20)$，$k=-20$ 得 $\omega_1=10^{\frac{14}{20}}=5$

谐振峰值 $20\lg M_r=20\lg\frac{1}{2\zeta\sqrt{1-\zeta^2}}=40-20=20$　　$\zeta=0.05$

所以开环传递函数为：

$$G(s)=\frac{10s^2}{(1+\frac{s}{5})(s^2+0.1s+1)}$$