期末复习题

概念题

一、 填空题

1、把输出量直接或间接地反馈到输入端，形成闭环参与控制的系统，称作 ___闭环控制系统___ 。

2、传递函数反映系统本身的瞬态特性，与本身$\boxed{参数}$和$\boxed{结构}$ ___有关___，与输入和初始条件 ___无关___ 。

$\sigma\%=e^{-\xi\omega_n T_p}$

3、最大超调量只决定于阻尼比 ξ，ξ越小，最大超调量越 ___大___ 。

$\xi\downarrow \Rightarrow \sigma\%\uparrow$

4、已知系统频率特性为 $\frac{1}{5j\omega+1}$，当输入为 $x(t)=\sin 2t$ 时，系统的稳态输出为 $\frac{1}{\sqrt{101}}\sin(2t-tg^{-1}10)$。

$\omega=2$时 $G(j\omega)=\frac{1}{1+j10}$

$|G(j\omega)|=\frac{1}{\sqrt{101}}$，$\angle G(j\omega)=-atan10$

5、校正装置的传递函数为 $G_c(s)=\frac{1+aTs}{1+Ts}$，系数 a 大于 1，则该校正装置为 ___超前___ 校正装置。

6、如果 ω_{max} 为 $f(t)$ 函数有效频谱的最高频率，那么采样频率 ω_s 满足条件 $\omega_s \geq 2\omega_{max}$ 时，采样函数 $f^*(t)$ 能无失真地恢复到原来的连续函数 $f(t)$ 。

香农采样定理

二、 单选题

1、闭环控制系统的控制方式为 ___D___ 。

A. 按输入信号控制　　B. 按扰动信号控制

C. 按反馈信号控制　　D. 按偏差信号控制　偏差=输入-反馈

e(t)

2、某一系统在单位速度输入时稳态误差为零，则该系统的开环传递函数可能是 ___D___ 。

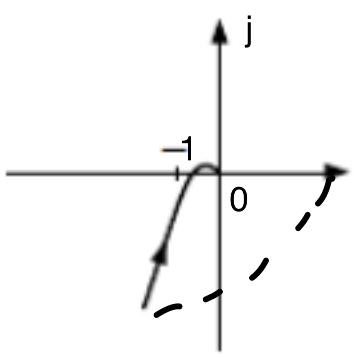
r(t)=t，　II型系统

A. $\frac{K}{Ts+1}$　B. $\frac{s+d}{s(s+a)(s+b)}$　C. $\frac{K}{s(s+a)}$　D. $\frac{K}{s^2(s+a)}$

3、已知单位反馈系统的开环奈氏图如图所示，其开环右半 S 平面极点数 P=0，系统型号 $v=1$，则系统 ___A___ 。

$N^+=N^-=0$

$Z=P-2N=0$



A. 稳定　　B. 不稳定　　C. 临界稳定　　D. 稳定性不能确定

4、串联滞后校正是利用 ___B_____，使得系统截止频率下降，从而获得足够的相角裕度。

A． 校正装置本身的超前相角　　　　B．校正装置本身的高频幅值衰减特性

C．校正装置本身的超前相角和高频幅值衰减　　　　D．校正装置富裕的稳态性能

5、设离散系统闭环极点为 $z_i = \sigma_i + j\omega_i$，则___C____。

A． 当 $\omega_i = 0$ 时，其对应的阶跃响应是单调的；

正实轴上

B． 当 $\sigma_i < 0$ 时，其对应的阶跃响应是收敛的；

C．当 $\sqrt{\sigma_i^2 + \omega_i^2} < 1$ 时，其对应的阶跃响应是收敛的；

$|z_i|$

D．当 $\omega_i = 0$ 时，其对应的阶跃响应是等幅振荡。

在单位圆周上
且不在正实轴上

三、 是非题

1、 对于线性定常负反馈控制系统，

(1) 它的传递函数随输入信号变化而变化 (×)

(2) 它的稳定性随输入信号变化而变化 (×)

(3) 它的稳态误差随输入信号变化而变化 (√)

(4) 它的频率特性随输入信号变化而变化 (×)

(5) 它的特征方程是唯一的 (√)

(6) 劳斯判据是根据系统闭环特征方程系数判别闭环系统稳定性的一种准则 (√)

(7) 奈氏判据是根据系统闭环频率特性判别闭环系统稳定性的一种准则 (×)

频域稳定判据都是开环看闭环

2. 减小或消除系统给定稳态误差的措施包括

(1) 减小系统开环增益 (×)

(2) 在系统的前向通路或主反馈通路设置串联积分环节 (√)

3. 利用相位超前校正，可以增加系统的频宽，提高系统的快速性和稳定裕量 (√)

4. 已知离散系统差分方程为 $c(k+2) = 3c(k+1) - 2c(k) + 3r(k+1) - r(k)$

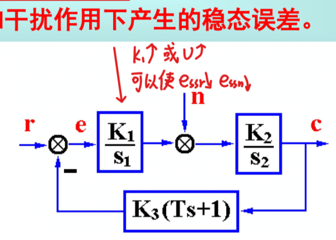
则脉冲传递函数为 $\dfrac{3z-1}{z^2-3z+2}$ (√)

零状态：$z^2C(z) = 3zC(z) - 2C(z) + 3zR(z) - R(z)$

$(z^2-3z+2)C(z) = (3z-1)R(z)$

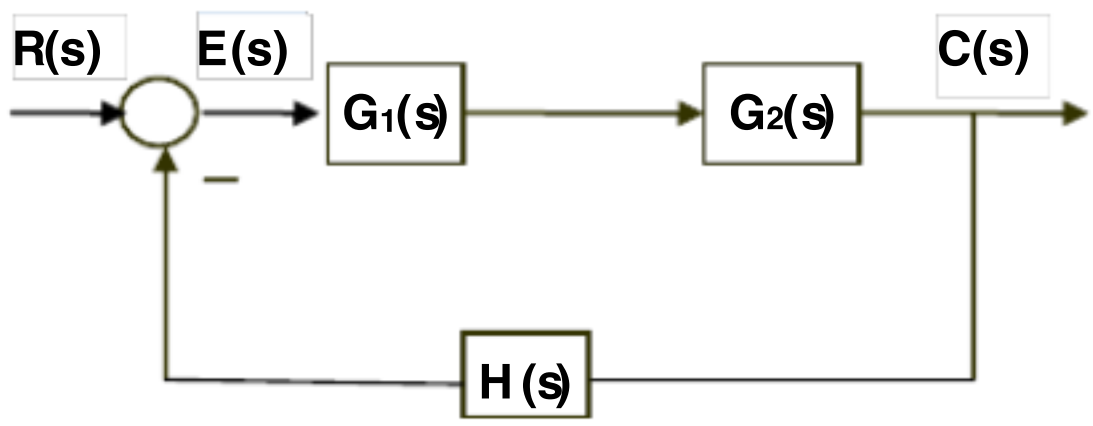
$G(z) = \dfrac{C(z)}{R(z)} = \dfrac{3z-1}{z^2-3z+2}$

在主反馈口到干扰作用点之间的前向通道中提高增益、设置积分环节，可以同时减小或消除控制输入和干扰作用下产生的稳态误差。



计算题

一、 某闭环控制系统如图所示，其中 $G_1(s)=\dfrac{s+1}{s}$，$G_2(s)=\dfrac{10}{s(s+10)}$，$H(s)=2$



1、试求该系统的开环传递函数和闭环传递函数。

2、试用劳斯判据判断该系统的稳定性。

解答：

1、系统开环传递函数为

$$G(s)H(s)=G_1(s)G_2(s)H(s)=\frac{20(s+1)}{s^2(s+10)}$$

系统开环传递函数为 $\Phi(s)=\dfrac{G_1(s)G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}=\dfrac{10(s+1)}{s^3+10s^2+20s+20}$

2、则其特征方程为 $1+G(s)H(s)=0$

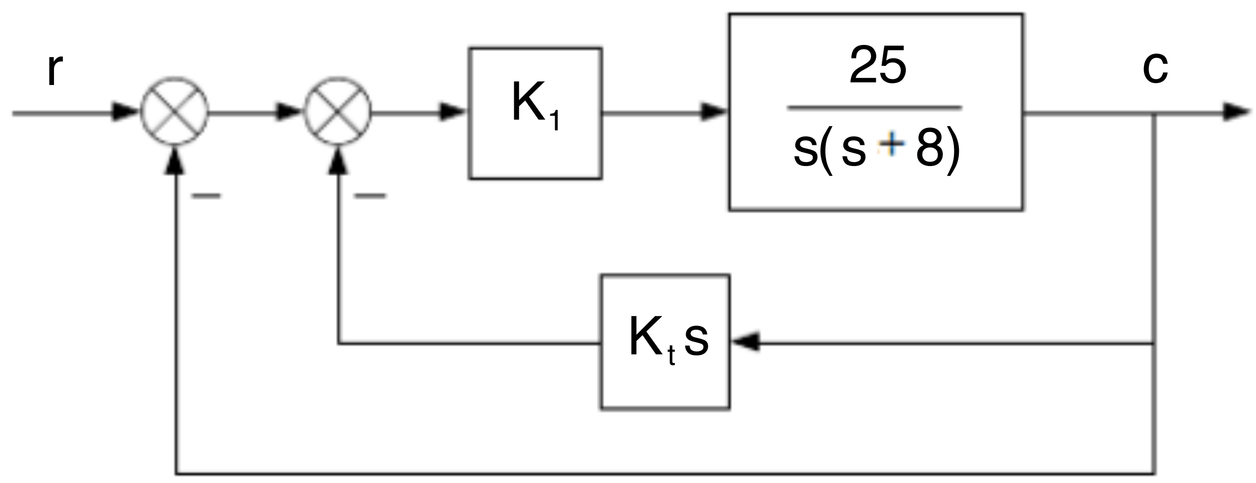
即 $s^3+10s^2+20s+20=0$ 开环传函分子+分母

由劳斯判据：根据特征方程的系数，列写劳斯表为

s^3	1	20
s^2	10	20
s^1	$\dfrac{20\times10-20\times1}{20}=9$	0
s^0	20	0

劳斯表中第一列系数均大于零，所以闭环系统稳定

二、　下图是简化的飞行控制系统结构图，试选择参数 K_1 和 K_t，使系统的 $\omega_n=6$、$\xi=1$。



解答：系统的闭环传递函数为

$$\frac{C(s)}{R(s)}=\frac{K_1\dfrac{25}{s(s+8)}}{1+K_1\dfrac{25K_ts}{s(s+8)}+K_1\dfrac{25}{s(s+8)}}=\frac{25K_1}{s^2+(8+25K_1K_t)s+25K_1}$$

$$=\frac{\omega_n^2}{s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2}$$

令

$$25K_1=\omega_n^2=36$$

$$8+25K_1K_t=2\times\xi\times\omega_n=2\times1\times6$$

得 $K_1=1.44$，$K_t=0.111$。

三、已知单位反馈系统开环传函为 $G(s)=\dfrac{5}{s(0.2s+1)}$，

1、求系统的 ξ、ω_n 及性能指标 $\sigma\%$ 和 t_s（5%）；

2、分别求 $r(t)=1$，$r(t)=t$，$r(t)=t^2$ 时的稳态误差。

解答：

1、由闭环传递函数

$$\Phi(s)=\frac{G(s)}{1+G(s)}=\frac{25}{s^2+5s+25}=\frac{\omega_n^2}{s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2}$$

所以 $2\xi\omega_n=5$　$\omega_n^2=25$

从而得出 $\xi=0.5$　$\omega_n=5$

$$\sigma(\%)=e^{-(\xi/\sqrt{1-\xi^2})\pi}\times100\%=16.3\%$$

$$t_s(5\%)=\frac{3.5}{\xi\omega_n}=1.4\text{ s}$$

2、该系统为Ⅰ型系统，开环增益 $K=5$

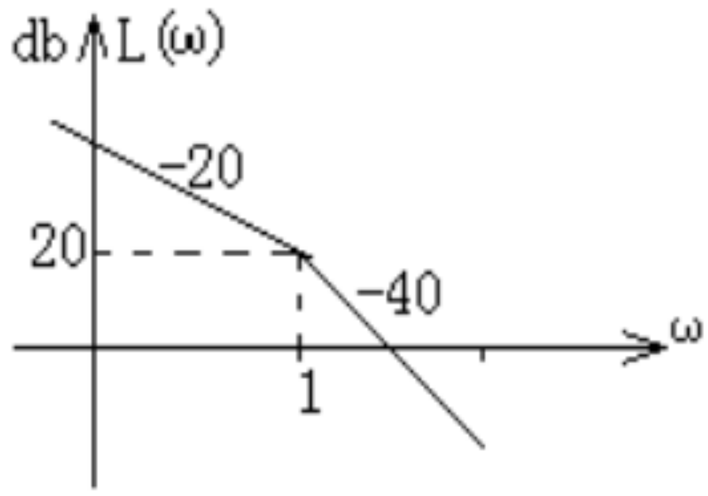
$r(t)=1$， $e_{ss}(\infty)=0$

$r(t)=t$， $e_{ss}(\infty)=\frac{1}{K}=\frac{1}{5}$

$r(t)=t^2$， $e_{ss}(\infty)=\infty$

四、已知某个单位反馈控制系统， 开环对数幅频特性分别如图所示， 写出这个系统的开环传递函数表达式并计算系统的截止频率 ω_c 。

解答：



开环传递函数为 $G(s)=\frac{10}{s(s+1)}$

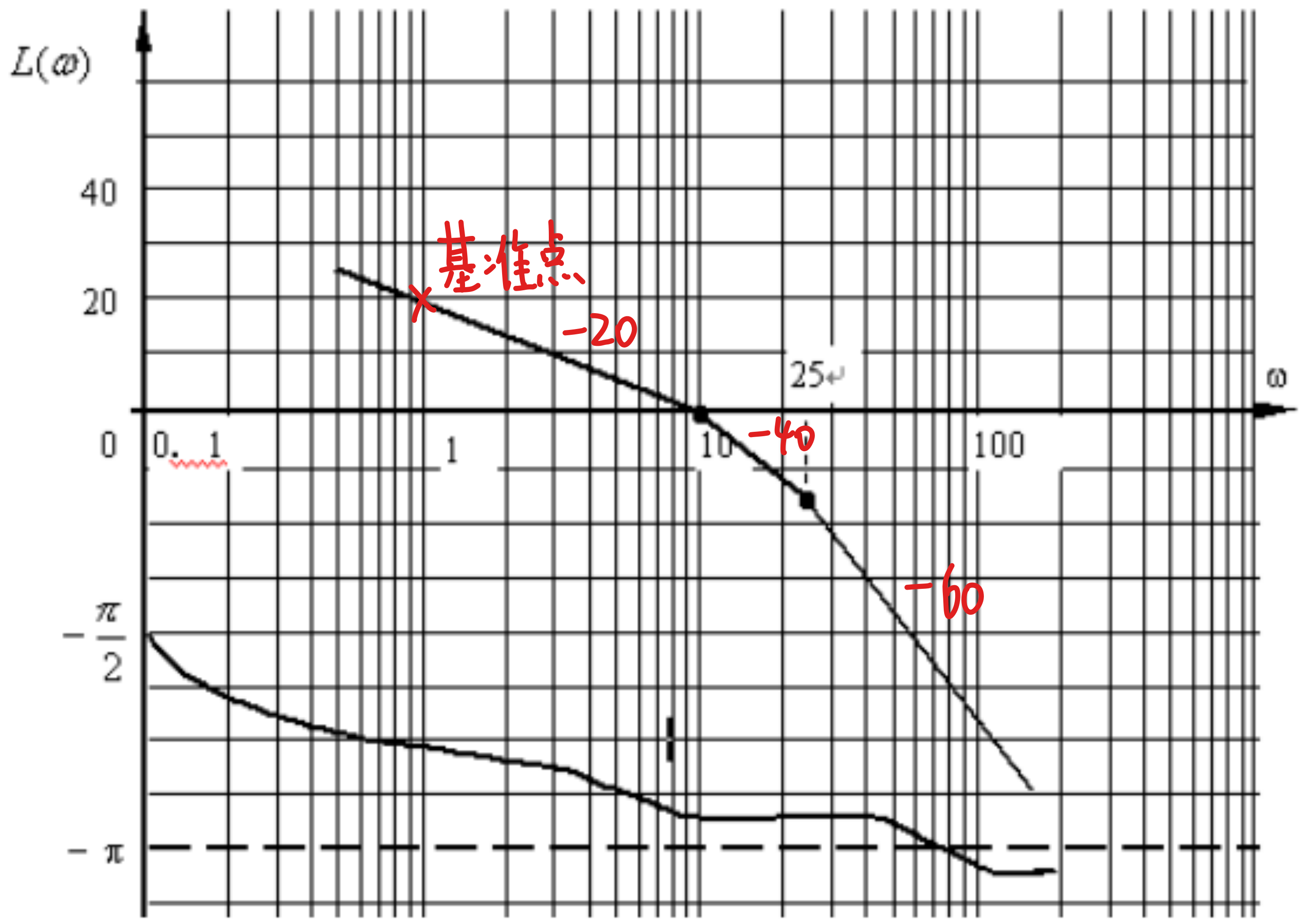
由 $L(\omega_c)=0$ 　　得出 $20\log\frac{10}{\omega_c\omega_c}=0$ 　所以 $\omega_c=\sqrt{10}=3.16$

或者由 $\frac{20-0}{\log 1-\log\omega_c}=-20$ 　　得出 $\omega_c=\sqrt{10}=3.16$

五、已知系统的开环传递函数为： $G(s)=\frac{10}{s(0.1s+1)(0.04s+1)}$

1、绘出对数渐近幅频特性曲线以及相频特性曲线；

2、确定系统的开环截止频率 ω_c 和稳定裕度 γ。



解答:

1、该系统是由积分、放大和两个惯性环节串联构成的， K=10 20lgK=20dB

$$\omega_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{0.1} = 10 \qquad \omega_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{0.04} = 25$$

低频为积分放大环节，在 $\omega = 1$，K=20 分贝处作 -20dB/dec 直线

在 $\omega = 10$ 处作 -40dB/10 dec 直线，在 $\omega = 25$ 处作 －60dB/10 dec 直线

$$\varphi(\omega) = -90^0 - tg^{-1}0.1\omega - tg^{-1}0.04\omega$$

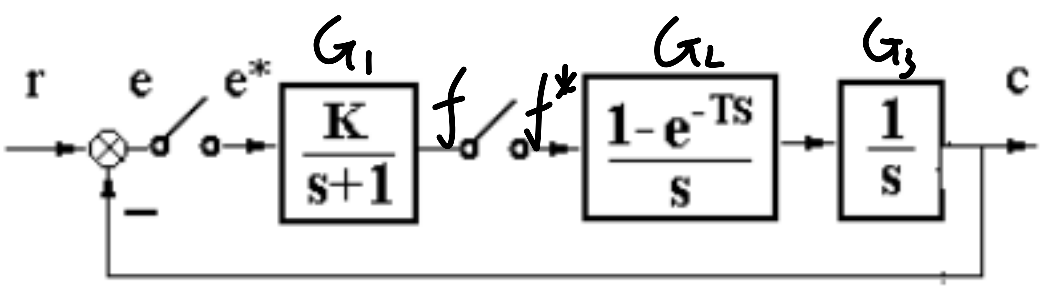
因此相角从 -90 度单调递减到 -270 度

2、 $L(\omega_c) = 20\log\dfrac{10}{\omega_c \cdot 0.1\omega_c} = 0 \Rightarrow \omega_c = \sqrt{100} = 10$

$$\varphi(\omega_c) = -90^0 - tg^{-1}1 - tg^{-1}0.4 = -156.8^0$$

$$\gamma = 180^0 + \varphi(\omega_c) = 23.2^0$$

六、离散系统结构图如下图所示，采样周期 T ＝0.5 秒。



列式 $E(z) = R(z) - G_3G_2(z)F(z)$

$F(z) = G_1(z)E(z)$

$C(z) = G_3G_2(z)G_1(z)E(z)$

$$\Rightarrow \frac{C(z)}{R(z)} = \frac{G_3G_2(z)G_1(z)}{1+G_3G_2(z)G_1(z)}$$

1、 写出系统开环脉冲传递函数 G(z)；

2、 判断 K ＝4 时系统稳定性。

即开环脉冲传函为 $G(z) = G_1(z)G_2G_3(z)$

已知T=0.5s $\quad Z\left[\frac{K}{s+1}\right]=\frac{Kz}{z-e^{-T}}$

$Z\left[\frac{1}{s^2}\right]=\frac{zT}{(z-1)^2}$

解答：1、 $G(z)=Z\left[\frac{K}{s+1}\right]Z\left[\frac{1-e^{-Ts}}{s}\cdot\frac{1}{s}\right]=Z\left[\frac{K}{s+1}\right]\cdot(1-z^{-1})Z\left[\frac{1}{s^2}\right]=\frac{KTz}{(z-1)(z-e^{-T})}$

代入 $T=0.5$，得 $G(z)=\frac{0.5Kz}{(z-1)(z-e^{-0.5})}$

3、 系统闭环特征方程为

$$D(z)=(z-1)(z-e^{-0.5})+0.5Kz=z^2-(1+e^{-0.5}-0.5K)z+e^{-0.5}=0$$

代入 $K=4$，得 $z^2-(e^{-0.5}-1)z+e^{-0.5}=0$

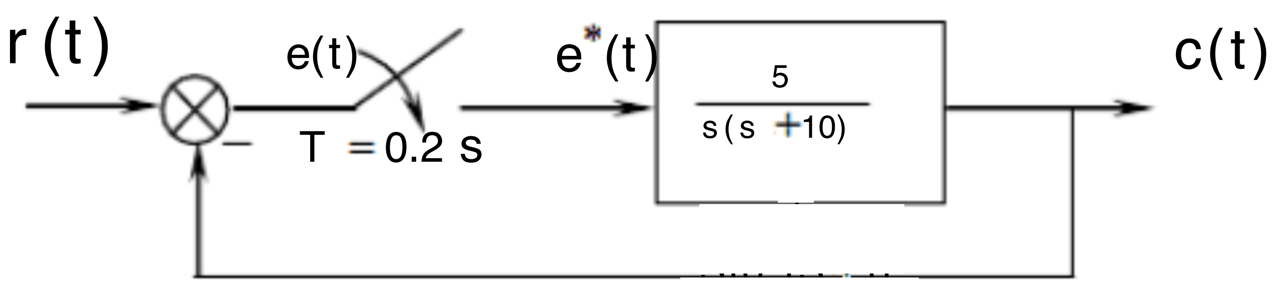
两个特征根为 $z_{1,2}=-0.2\pm0.75j$ 方程模式

由于 $|z_{1,2}|<1$ 所以闭环系统稳定。

七、某离散系统如图所示。

1、写出系统开环脉冲传递函数 $G(z)$；

2、判断该系统的稳定性。



解答：

1、设 $G(s)=\frac{5}{s(s+10)}$，则开环脉冲传递函数为

$\frac{1}{s}\xrightarrow{\mathcal{L}^{-1}}1\xrightarrow{Z}\frac{z}{z-1}$

$\frac{1}{s+10}\xrightarrow{\mathcal{L}^{-1}}e^{-10t}\xrightarrow{Z}\frac{z}{z-e^{-10T}}$

$$G(z)=Z[G(s)]=Z\left(\frac{5}{s(s+10)}\right)=0.5Z\left(\frac{1}{s}-\frac{1}{s+10}\right)$$

$$=0.5\left(\frac{z}{z-1}-\frac{z}{z-e^{-10T}}\right)=\frac{0.5z(1-e^{-10T})}{(z-1)(z-e^{-10T})}$$

$T=0.2$，所以 $G(z)=\frac{0.5z(1-e^{-2})}{(z-1)(z-e^{-2})}$

2、系统的闭环特征方程式为 $1+G(z)=0$

即 $1+\frac{0.5z(1-e^{-2})}{(z-1)(z-e^{-2})}=0$

整理得 $z^2-(1.5e^{-2}+0.5)z+e^{-2}=0$ 即G(z)的分母

两个特征根为 $z_{1,2}=-0.35\pm0.11j$，由于 $|z_{1,2}|<1$ 所以闭环系统稳定。