一、概述

1.各种系统

2.自动控制系统要求：稳定性、快速性（动态）、准确性（静态）

补充：拉普拉斯变换

1.定义，

它的拉氏变换为

2.定理1：

定理2：

定理3：

定理4：

定理5：

定理6：

定理7：

定理8：

3.拉普拉斯逆变换

对于分母极点各不相同，直接乘以该项取极限即为留数

对于n重根，第n-k次方的系数为求k阶导乘

对于复根，进行分母配方

4.用拉普拉斯解常微分方程

先两边进行拉普拉斯变换（运用微分定理），解出X(s)，再进行反变换，有时会用到微分定理：

即

（常用拉普拉斯变换：）

二、线性系统

1.传递函数：

2.典型环节：

比例：

惯性：

积分：

微分：

一阶微分：

二阶振荡：

延时：

（弹簧-阻尼-质量系统：对于无质量系统：每个元件所受力均相等，只需分析每个元件两端的位移；对于有质量系统，分析质量元两端受力，列出牛顿第二定律）

（电路：电容的阻抗为）

3.叠加原理：

4.梅森公式：

其中n是前向通路总数，是回路总增益

而是该通路总增益，是除去与该通路接触项后的余子式

三、时域分析法

1.一阶系统：

2.二阶系统：

（有时要从题目中给的开环传递函数G先确定）

3.对于单位阶跃信号的二阶系统：

（1）过阻尼：，分母函数两根均为负实根

（2）临界阻尼：，两根相等为负实根

（3）欠阻尼：，两根为负数实部的共轭复根

记，

（越大，频率越小，振荡幅度也越小）

（4）无阻尼：，两根均在虚轴上

4.欠阻尼的二阶系统性能指标（常用：）

上升时间：

峰值时间：

超调量：

调节时间（近似）：

振荡次数：

5.系统稳定性的劳斯判据：第一列改变几次符号就有几个正实部的根，第一列全为正为系统稳定的充要条件

一般情况：看书上例题

特殊情况1：第一列出现0：将0改为一充分小参数，然后继续操作

特殊情况2：某一行全为0：将这一行所代表的多项式求导构造辅助多项式，更新系数后继续向下操作

6.稳态误差：

无干扰：

有干扰：

7.系统稳态误差通式：

注：终值定理的适用条件：E(s)的所有极点都在复平面的左半边（不包括虚轴，但包括原点）

称K为静态误差系数，v表示系统阶数

对于阶跃信号：

对于斜坡信号：

对于加速度信号：

四、根轨迹法

1.开环传递函数：

（是根轨迹增益，如要求开环增益K则还要乘后面的总常数项）

相角方程：

满足相角方程是s在根轨迹上的充要条件

2.根轨迹绘图法则

（1）根轨迹分支数=max(m,n)

（2）根轨迹连续且关于实轴对称

（3）根轨迹始于开环极点，终于开环零点或无穷远处

（4）实轴上若某区域右侧实零、极点个数之和为奇数，则该区域在根轨迹上

（5）渐近线：

条数为n-m

与实轴夹角：

与实轴交点：

（6）起始角：

终止角：

（7）分离点：坐标为方程的解

（8）与虚轴交点：利用劳斯阵列，令等于零的代入求得交点

（9）根之和：当时，闭环极点之和等于开环极点之和

（增加开环零点会让根轨迹左移，系统更稳定；反之，增加开环极点会让根轨迹右移，系统更不稳定）

五、频域分析法

1.对于系统传递函数G(s)，频率特性为

幅频特性为，相频特性为

对数幅频特性为

应用：对于三角函数的输入信号，可以求闭环传递函数的频域特性来确定输出的幅值与角度变化

2.伯德图（对数频率特性曲线）

（1）先标准化，即每个因式的常数项都为1

（2）判断斜率，每经过一个一阶微分环节斜率增加20，每经过一个二阶微分环节斜率增加40，每经过一个惯性环节斜率减小20，每经过一个振荡环节斜率减小40

（3）过（1，20lgK）作斜率为-20v的渐近线

（4）调整折线；判断和横轴交点方法：只需看交点之前的转折点，满足分子连乘等于分母连乘

3.奈奎斯特图（开环幅相特性曲线）

（1）起点ω=0，

如含有v个积分环节，则A(0)=∞，φ(0)=v×(-90度)

（2）终点ω=∞

A(∞)=0，φ(∞)=-(n-m)×90度

（3）与实轴交点：令虚部为0，求出的ω代入实部

4.奈奎斯特判据

（1）辅助函数F(s)=1+G(s)H(s)在右半平面的零点数为Z

F(s)的极点数为P，幅相特性曲线绕(-1,0)逆时针所转圈数为N

有Z=P-2N，显然系统稳定等价于Z=0

（2）在奈奎斯特图（-1，0）的左侧，记曲线从上向下穿过的次数为N+，从下向上穿过的次数为N-（若起点在轴上，则记为半次），则有N=N+-N-

5.相角裕量：

幅值裕量：

6.低频段：反映系统稳态性能；中频段：反映系统平稳性和快速性；高频段：反映系统抗干扰能力

7.开环频率特性和动态性能：相角裕量越大，则超调量越小，系统平稳性越好；剪切频率越大，则系统调节时间越短，系统快速性越好

六、系统校正

1.相位超前校正：

利用超前相位角来补偿原系统相角滞后，增大相角裕度，因此要使最大相位超前角尽可能出现在校正后系统的剪切频率处

步骤：

（1）根据要求确定K

（2）求出原系统的相角裕度

（3）计算相位超前角：

（4）取，计算

（5）在原系统伯德图中找出增益为的频率即为校正后系统的剪切频率，也是最大相位超前角所对应的频率，

（6）根据算出τ

相位超前校正不能使系统的低频得到改善，同时抗高频干扰能力变差。超前校正可以增加系统相角裕度和剪切频率增大

2.相位滞后校正：

利用滞后幅频特性使系统剪切频率减小从而增大相角裕度，但要避免最大相位滞后角出现在剪切频率的附近

步骤：

（1）根据要求确定K

（2）求出原系统的相角裕度

（3）找出原系统处的频率，即为校正后系统的剪切频率，

（4）令原系统在处的增益为，来确定β

（5）取算出τ

相位滞后校正可以改善系统的稳态精度，但降低了系统的快速性，同时增加了系统的相角裕度并可以提高对高频干扰的抑制

3.PID控制器：

P（比例）控制：

I（积分）控制：

D（微分）控制：