

P32 T1~5

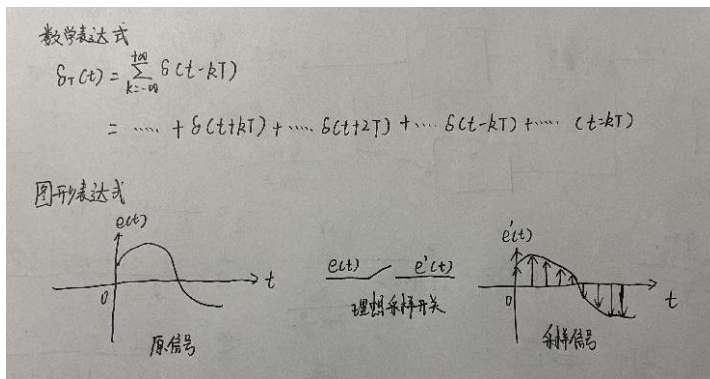
1. 计算机控制系统中一般存在哪些不同的信号形式?

连续信号,离散信号,模拟信号,采样信号

2. 什么是采样开关?常见的采样方式有哪些?

采样开关是在连续时间信号进行采样的一种瞬时导通器件。采样方式有均匀采样,非均匀采样,随机采样,单速率采样,多速率采样。

3. 写出理想采样开关的数学表达式,并给出其图形表达方式



4. 简述采样过程和采样定理

采样过程是抽取连续时间信号在离散时间瞬时值序列的过程。也成为离散化过程。采样定理是指当在一个具有有限频谱的连续信号 $f(t)$ 进行采样时,为避免频谱周期性互相重叠,应满足采样频率大于两倍的连续信号最高频率。

5. 什么是采样信号中的频率混叠现象,如何避免

当采样频率小于两倍的连续信号最高频率时就会导致频率混叠现象。应当提高采样频率大于或等于两倍的连续信号最高频率。

P38 T1 T2.(4) T4.(3)

1. 连续系统和离散系统分别使用哪些数学工具来表示?

对连续系统用到的数学工具有微分方程、拉氏变换和传递函数, 对离散系统用到的数学工具有差分方程、Z 变换和脉冲传递函数。

对连续系统, 可用微分方程、冲激响应、传递函数建立系统模型

对离散系统, 可用差分方程、脉冲响应、脉冲传递函数建立系统模型

对连续系统和离散系统, 都可用方框图来描述系统结构。

2. 对下列函数进行 Z 变换

The image shows a handwritten derivation for the Z-transform of a continuous-time function. The first line shows the inverse Laplace transform of $F(s) = \frac{1}{s(s+2.5)}$ as $f(t) = \mathcal{L}^{-1}[F(s)] = \frac{1}{s(s+2.5)} = \frac{1}{2.5} \times \frac{2.5}{s(s+2.5)} = \frac{1}{2.5} - \frac{1}{2.5} e^{-2.5t}$. The second line shows the Z-transform of $f(t)$ as $F(z) = \mathcal{Z}[f(t)] = \frac{1}{2.5} \left(\frac{1}{1-z^{-1}} - \frac{1}{1-e^{2.5T}z^{-1}} \right)$.

$$f(t) = \mathcal{L}^{-1}[F(s)] = \frac{1}{s(s+2.5)} = \frac{1}{2.5} \times \frac{2.5}{s(s+2.5)} = \frac{1}{2.5} - \frac{1}{2.5} e^{-2.5t}$$
$$F(z) = \mathcal{Z}[f(t)] = \frac{1}{2.5} \left(\frac{1}{1-z^{-1}} - \frac{1}{1-e^{2.5T}z^{-1}} \right)$$

3. 求下列函数的 Z 反变换

P60 T1 ,T2 ,T3(2) ,T7 ,T8

1. 简述数字控制器的模拟化设计步骤及特点。

设计步骤：1. 设计假想的连续控制器 $D(s)$ 。这包括确定控制器的结构，如 PID 算法并整定其控制参数。也可以使用连续控制系统设计方法，如频率特性法、根轨迹法等，来设计 $D(s)$ 的结构和参数。

2. 选择合适的采样周期 T 。采样周期的选择对系统的性能有重要影响，需要确保采样频率相对于系统的工作频率足够高，以减少采样保持器所引起的附加滞后影响。

3. 将 $D(s)$ 离散化为 $D(z)$ 。这一步是将连续控制器转化为离散形式，以适应数字控制系统的需要。设计由计算机实现的控制方法。这包括根据离散化后的 $D(z)$ 和差分方程，编制相应的控制程序。

4. 校验设计结果。确保设计的数字控制器在实际应用中能够达到预期的性能指标。

特点：1. 灵活性：数字控制器可以随时在线或离线修改控制程序，不同的通道控制规律也可以不同。这使得数字控制器能够适应不同的应用场景和变化的需求。

2. 通用性：数字控制器可以在几乎不改变硬件的情况下，通过修改软件来实现不同的控制算法或提高系统的性能。这种通用性使得数字控制器更易于实现大规模产品生产。

3. 抗干扰能力强：数字控制可以简化硬件电路，解决模拟控制元器件老化和温漂带来的问题，增强系统的抗干扰能力。

2. 模拟控制器的离散化方法有哪些？各有什么特点？

1. z 变换法（脉冲不变法）：这种方法通过直接对模拟控制器的传递函数进行 z 变换，得到其离散化的形式。其特点是直观且易于理解，但在高频部分可能产生较大的误差。

2. 零阶保持器 z 变换法（阶跃响应不变法）：这种方法在模拟控制器的基础上串联一个虚拟的零阶保持器，再进行 z 变换。零阶保持器的作用是使数字控制器的输入更逼近模拟控制器的输入，从而使离散化后的响应更真实地反映原模拟控制器的响应。其特点在于可以保持阶跃响应的不变性，但可能引入一定的相位误差。

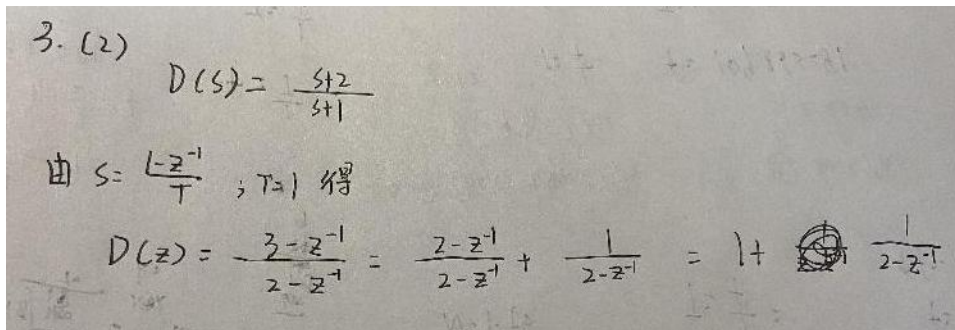
3. 数值积分法（置换法）：包括一阶后向差分法、一阶前向差分法、双线性变换等。这些方法都是基于数值积分的原理，将模拟控制器的微分方程转化为差分方程，从而得到其离散化的形式。数值积分法的特点是计算简单，但可能会引入截断误差和舍入误差。

4. 一阶后向差分法：使用过去的值来近似导数，这种方法的一个特点是如果 $D(s)$ 是稳定的，那么 $D(z)$ 通常也是稳定的。但是， $D(z)$ 可能无法保持 $D(s)$ 的脉冲响应和频率响应。

5. 一阶前向差分法：使用未来的值来近似导数，这种方法也有类似的稳定性特点，但与后向差分法相比，其映射关系可能有所不同。

6. 零极点匹配法：这种方法是通过匹配模拟控制器和离散控制器的零点和极点，来实现模拟控制器的离散化。其特点是设计灵活，可以根据需要调整零点和极点的位置，但设计过程可能相对复杂。

3. 用后向差分法求下列模拟控制器等效的数字控制器，设采样周期 $T=1s$ 。



3. (2)

$$D(s) = \frac{s}{s+1}$$

由 $s = \frac{1-z^{-1}}{T}$; $T=1$ 得

$$D(z) = \frac{z-z^{-1}}{z-z^{-1}} = \frac{z-z^{-1}}{z-z^{-1}} + \frac{1}{z-z^{-1}} = 1 + \frac{1}{z-z^{-1}}$$

4. PID 控制器中的比例，积分，微分环节对闭环系统控制性能有什么影响？

1. 比例环节 (P)：比例环节能迅速反应误差，通过调整比例系数，可以加快系统的调节速度，减少误差。但是，当比例系数过大时，会导致系统振荡次数增多，调节时间延长，甚至使系统变得不稳定。因此，在调整比例系数时，需要在保证系统稳定的前提下，尽量减小误差。

2. 积分环节 (I)：积分环节主要用于消除系统的稳态误差，提高控制精度。只要有误差存在，积分作用就会持续进行，直至误差消除。然而，积分作用过强（即积分时间常数过小）会导致系统超调量增大，引起振荡。因此，在调整积分作用时，需要在保证消除稳态误差的同时，避免积分作用过强带来的不良影响。

3. 微分环节 (D)：微分环节主要用于改善系统的动态性能，减小超调量，克服振荡，提高系统的稳定性。微分作用可以加快系统的响应速度，缩短调节时间。但是，微分系数过大也会导致系统响应过快，出现超调现象，影响系统的稳定性。因此，在调整微分系数时，需要找到一个平衡点，既能改善系统的动态性能，又能保证系统的稳定性。

5. 为什么说增量式 PID 控制比位置式 PID 控制效果要好，二者的区别

是什么？

1. 反馈信号处理方式：位置式 PID 控制器使用系统输出值作为反馈信号，并直接根据误差计算输出值。而增量式 PID 控制器关注的是反馈信号的变化量，即误差的变化率，它根据比例增量、积分增量和微分增量来计算最终的输出增量。这种对变化量的关注使得增量式 PID 控制能够更好地应对系统的非线性和不确定性。

2. 输出计算方式：位置式 PID 控制器的输出是一个绝对值，它直接反映了控制器对系统的控制作用量的绝对大小。相比之下，增量式 PID 控制器的输出是一个增量值，即控制器对系统的控制作用量的变化量。这一特点使得增量式 PID 控制更适合于那些需要逐步调整执行机构位置的应用场景。

3. 误差累积与计算精度：位置式 PID 控制的输出与整个过去的状态有关，用到了误差的累加值，因此可能产生较大的累积计算误差。而增量式 PID 控制的输出只与当前拍和前两拍的误差有关，消除了积分项，从而减少了误差累积和积分饱和的问题。在精度不足时，增量式 PID 控制的计算误差对控制量的影响较小，容易取得较好的控制效果。

4. 适用场景与切换便利性：增量式 PID 控制适用于那些执行机构具有保持历史位置功能的装置，如步进电机、电动调节阀等。此外，由于增量式 PID 控制的输出对应于执行机构位置的变化部分，因此在实现手动到自动的无扰动切换时更为便利。相比之下，位置式 PID 控制可能更适用于执行机构不带积分部件的对象。

P80 T2,T6

T2:试说明最少拍设计的含义及设计步骤

答:

含义:最少拍设计是控制系统设计中的一种方法,它关注于如何使系统在特定的输入信号(如阶跃信号、速度信号、加速度信号等)作用下,经过尽可能少的拍数(或时间)后,系统输出的稳态误差为零。

设计步骤:

1. 确定系统的性能指标:首先,需要明确系统的性能指标,包括系统稳定性、调节时间、稳态误差等。
2. 分析系统的动态特性:通过分析系统的动态特性,了解系统对于不同输入信号的响应特性。
3. 设计最少拍控制器:根据系统的性能指标和动态特性,设计最少拍控制器。控制器的设计通常包括选择合适的控制器类型(如PID控制器、状态反馈控制器等)、确定控制器的参数(如增益、积分时间等)以及优化控制器的结构等。
4. 仿真验证:使用仿真软件对设计好的最少拍控制系统进行仿真验证。通过模拟系统的输入信号和输出响应,检验系统的性能指标是否满足要求。如果不满足要求,需要调整控制器的参数或结构,并重新进行仿真验证。

5. 实际应用：将设计好的最少拍控制系统应用于实际系统中，并进行现场调试和优化。在实际应用中，可能需要根据实际情况对控制器的参数或结构进行微调，以确保系统的稳定性和性能。

T6: 分别用串行实现法和并行实现法实现下列数字控制器的表达式。