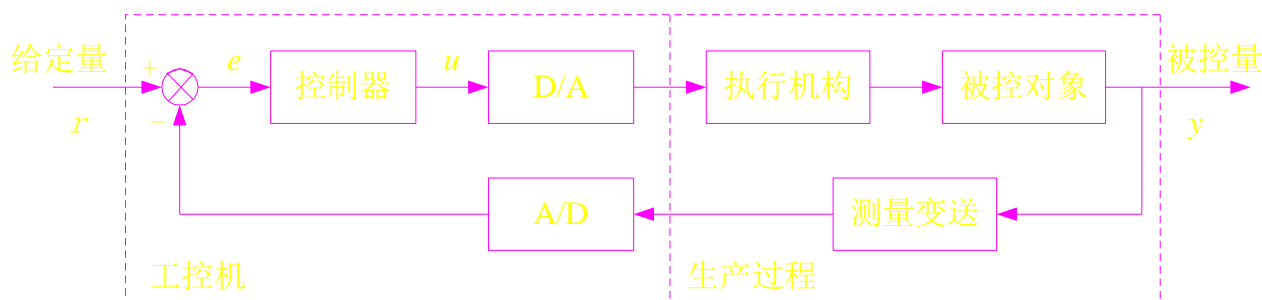


计算机控制系统答案(2014 年 1 月洪振明)(一定要用背的, 不能看一遍就过了, 不然就太对不起我了)

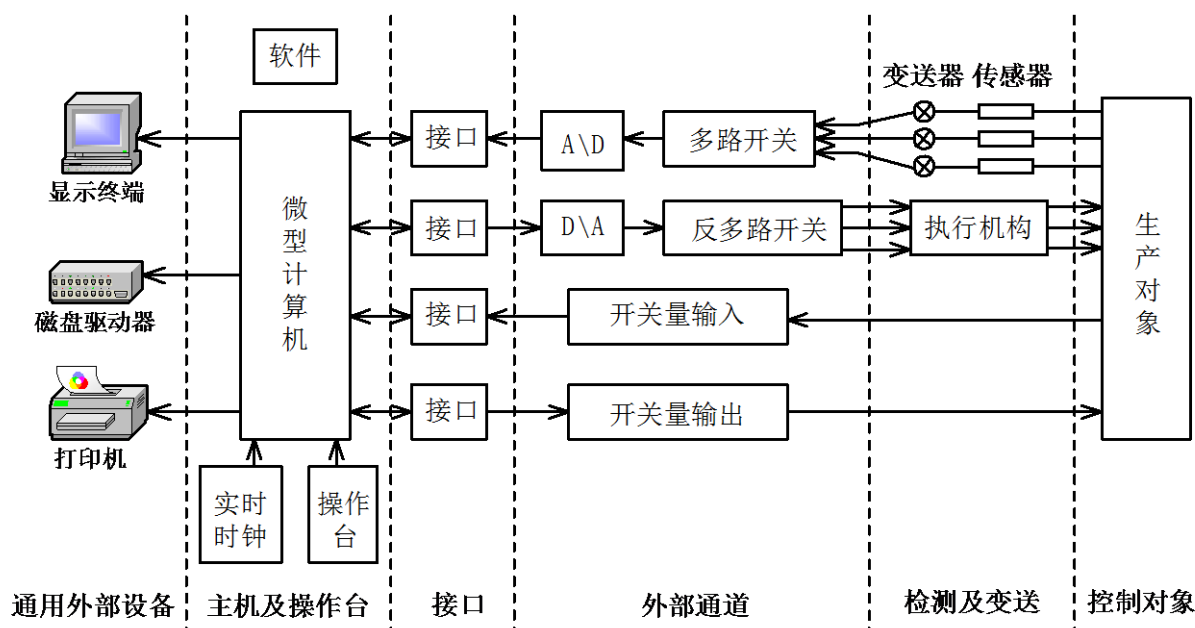
1. 计算机控制系统有哪几个常见的术语, 请简述。

在线: 计算机控制系统与生产设备直接相连; 离线: 计算机控制系统与生产设备断开; 实时: 计算机输入、输出和计算都在规定时间内完成。在线与实时的关系: 1. 个在线系统不一定是实时系统; 2. 个实时系统必定是在线系统。

2. 请画出按偏差进行控制的计算机控制系统结构图。



3. 简述计算机控制系统的硬件组成。



(1) 主机: 这是微型计算机控制系统的核心, 通过接口它可以向系统的各个部分发出各种命令, 同时对被控对象的被控参数进行实时检测及处理。(2) 输入输出通道: 这是微机和生产对象之间进行信息交换的桥梁和纽带。过程输入输出通道包括模拟量输入输出通道和数字量输入输出通道。

(3) 外部设备: 这是实现微机和外界进行信息交换的设备, 简称外设, 包括人机联系设备(操作台)、输入输出设备(磁盘驱动器、键盘、打印机、显示终端等)和外存贮器(磁盘)。(4) 检测与执行机构

a. 测量变送单元：在微机控制系统中，为了收集和测量各种参数，采用了各种检测元件及变送器，其主要功能是将检测参数的非电量转换成电量，这些信号经变送器转换成统一的计算机标准电平信号（0~5V 或 4~20mA）后，再送入微机。

b. 执行机构：要控制生产过程，必须有执行机构，它是微机控制系统中的重要部件，其功能是根据微机输出的控制信号，改变输出的角位移或直线位移，并通过调节机构改变被调介质的流量或能量，使生产过程符合预定的要求。

4. 计算机控制系统过程通道的组成，简述其功能。

1. 数字量输入通道：把从控制对象检测得到的数字码、开关量、脉冲量或中断请求信号经过输入缓冲器在接口的控制下送给计算机(检测通道)；

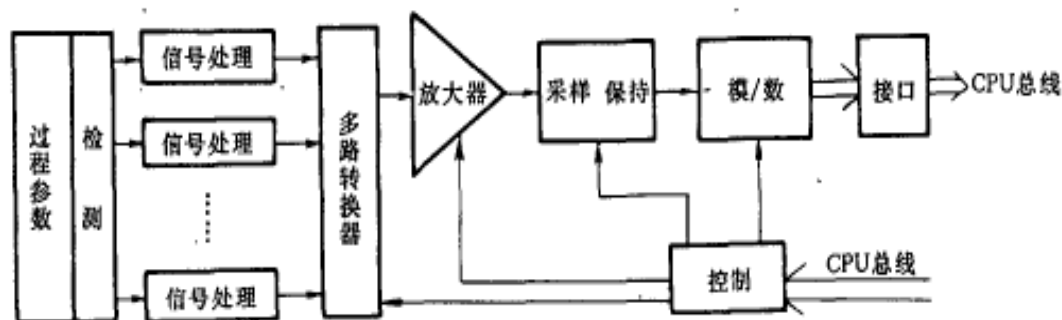
2. 数字量输出通道：把从计算机输出的数字信号通过接口输出数字信号、脉冲信号或开关信号(控制通道,电磁阀)；

3. 模拟量输入（AI）通道：把从控制对象检测得到的时间连续模拟信号（如温度,压力,流量,液位等）(1-10V,4-20mA)变换成二进制的数字信号，然后经接口送入到计算机(检测通道)；

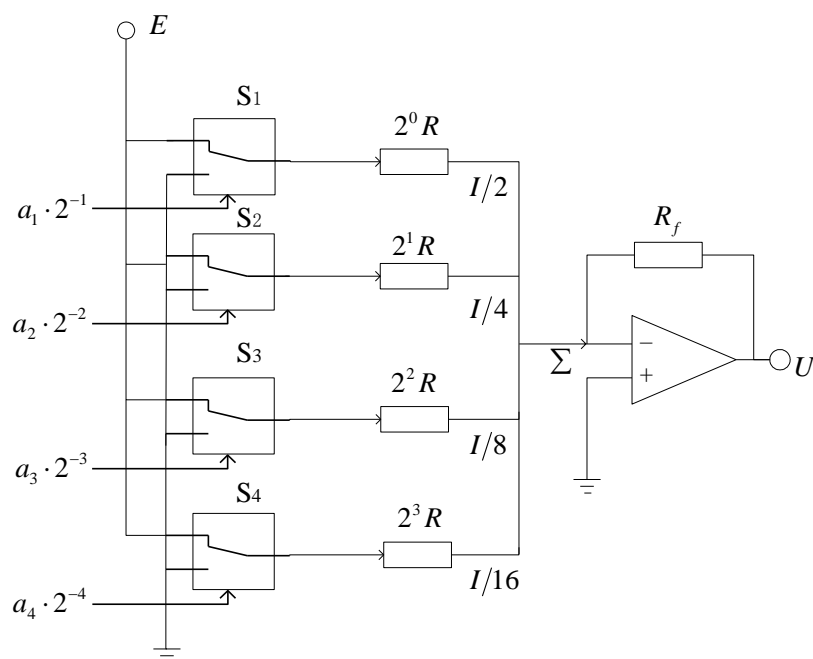
4. 模拟量输出（AO）通道：把从计算机输出的数字信号通过接口由它变换成相应的模拟量信号输出给控制对象(控制通道,连续调节阀)。

5. 模拟量输入通道的一般组成，试画出结构组成图。

一般由信号处理、多路转换器、放大器、采样/保持器和 A/D 转换器组成。

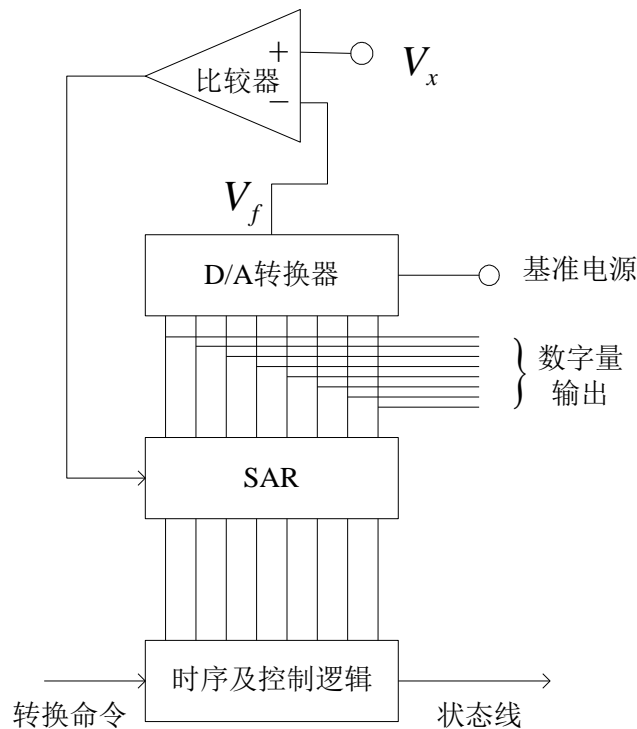


6. 试画出 4 位权电阻网络 D/A 转换器原理图，并推导其计算公式。



计算公式的推导见书本（重点）。

7.试画出逐次逼近式 A/D 转换原理图，并简要阐述其原理。



原理见课本（重点）。

工作过程：逐次把设定在 SAR 中的数字量所对应的 D/A 转换器输出的电压，与要被转换的模拟电压进行比较，比较时从 SAR 中的最高位开始，逐次确定各数码位是“1”还是“0”，最后，SAR 中的内容就是与输入的模拟电压对应的二进制数字代码。

8.数据采集系统有哪两种结构方案？请简述。

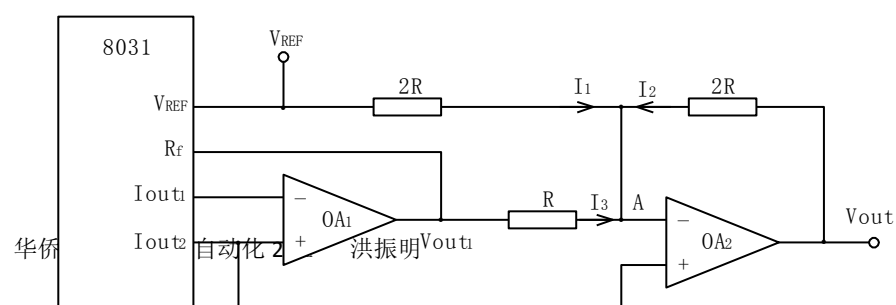
1)单通道结构:采集现场单一信号，只需考虑是否要对信号进行滤波、变换，是否要进行前置放大，是否要用采样保持器等;选择分辨率满足要求的 A/D 转换器来实现。

2)多通道结构：采用单通道结构方案，各个模拟信号分别转换，然后把各通路 A/D 转换器的输出直接挂在微处理器的总线上，再用译码器进行选择，实现多路转换;对采样保持器的输入进行多路转换，共用采样保持器和 A/D 转换器，各模拟信号可以分别进行信号处理;对放大器的输入进行多路转换，各通路共用放大器、采样保持器和 A/D 转换器。

9.模拟量输出通道有哪两种输出方式？请简述

单极性输出方式； 双极性输出方式。

10. 画出双极型输出方式的结构图，并推导计算公式。



推导见课本（重点）。

11. 计算机控制系统的干扰分为哪两种？试简述。

按干扰的作用方式不同，可以分为常态和扰两种。

常态干扰：叠共态干加在被测信号上的干扰噪声，又称为串模干扰；

共态干扰：A/D 转换器两个输入端上公有的干扰电压，又称为共模干扰。

第四章 顺序控制和数值控制。

12. 试简述逐点比较法差补原理。

逐点比较法插补原理：一点一比较，一步步逼近；

逐点比较法的最大误差：一个脉冲当量（步长）。

13. 什么是顺序控制？

控制系统根据生产工艺按预先规定的工艺要求，在各个输入信号的作用下，使生产过程的各个执行机构自动地按预先规定的顺序动作。

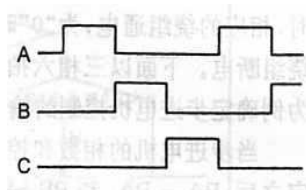
顺序控制器的功能：1) 根据生产过程要求预先确定程序，使系统在输入信号条件的作用下，按顺序进行工序转换；2) 根据各工序要求，控制相应的执行机构动作，保证过程正常进行。

14. 什么是数值控制？

用计算机把输入的数字信息按一定的程序进行处理后转换为控制信号，去控制一个或几个被控制对象，使被控制点按照某种轨迹运动。

15. 步进电机有几种工作方式？

步进电机的工作方式



单三拍方式

正向旋转，通电顺序为 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$

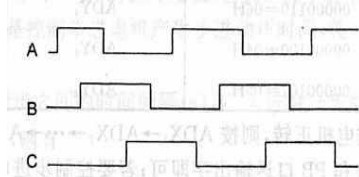
反向旋转，通电顺序为 $A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$



双三拍方式

正向旋转，通电顺序为 $AB \rightarrow BC \rightarrow CA \rightarrow AB$

反向旋转，通电顺序为 $AB \rightarrow AC \rightarrow CB \rightarrow AB$



三相六拍方式

正向旋转，通电顺序为 $A \rightarrow AB \rightarrow B \rightarrow BC \rightarrow C \rightarrow CA \rightarrow A$

反向旋转，通电顺序为 $A \rightarrow AC \rightarrow C \rightarrow CB \rightarrow B \rightarrow BA \rightarrow A$

第五章 数字 PID 控制算法

16. 什么是数字 PID 位置式控制算法和增量式控制算法？是比较它们的优缺点。

答：为了实现微机控制生产过程变量，必须将模拟 PID 算式离散化，变为数字 PID 算法，为此，在采样周期 T 远小于信号变化周期时，作如下近似（ T 足够小时，如下逼近相当准确，被控过程与连续系统十分接近）：

$$\int_0^t e dt \approx T \sum_{j=0}^k e(j)$$
$$\frac{de}{dt} \approx \frac{e(k) - e(k-1)}{T}$$

于是有：

$$u(k) = k_p \left\{ e(k) + \frac{T}{T_i} \sum_{j=0}^k e(j) + \frac{T_d}{T} [e(k) - e(k-1)] \right\}$$

$u(k)$ 是全量值输出，每次的输出值都与执行机构的位置（如控制阀门的开度）一一对应，所以称之为位置型 PID 算法。

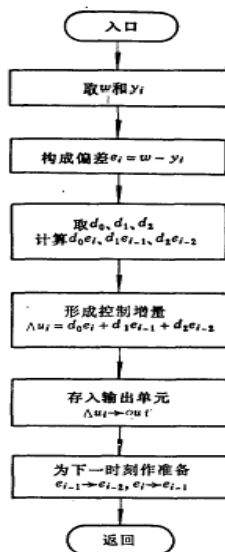
在这种位置型控制算法中，由于算式中存在累加项，因此输出的控制量 $u(k)$ 不仅与本次偏差有关，还与过去历次采样偏差有关，使得 $u(k)$ 产生大幅度变化，这样会引起系统冲击，甚至造成事故。所以实际中当执行机构需要的不是控制量的绝对值，而是其增量时，可以采用增量型 PID 算法。当控制系统中的执行器为步进电机、电机调节阀、多圈电位器等具有保持历史位置的功能的这类装置时，一般均采用增量型 PID 控制算法。

$$\Delta u(k) = K_p \left\{ [e(k) - e(k-1)] \frac{T}{T_i} e(k) + \frac{T_d}{T} [e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)] \right\}$$

与位置算法相比，增量型 PID 算法有如下特点：

- 1) 位置型算式每次输出与整个过去状态有关，计算式中要用到过去偏差的累加值，容易产生较大的累积计算误差；而在增量型算式中由于消去了积分项，从而可消除调节器的积分饱和，在精度不足时，计算误差对控制量的影响较小，容易取得较好的控制效果。
- 2) 为实现手动——自动无忧切换，切换瞬时，计算机的输出值应设置为原始阀门开度 u_0 ，若采用增量算法，其输出对应于阀门位置的变化部分，即算式中不出现 u_0 项，所以易于实现从手动到自动的无忧切换。
- 3) 采用增量型算法时所用的执行器本身都具有寄存作用，所以即使计算机发生故障，执行器仍能保持在原位，不会对生产造成恶劣影响。

17. 试简述数字 PID 控制算法的程序设计方法。



增量式 PID 控制算法的程序设计：

初始化时，需首先置入调节参数 d_0 ， d_1 ， d_2 和设定值 w ，并设置误差初值 $e_i = e_{i-1} = e_{i-2} = 0$

18. 有哪两种方法调节 PID 参数？

扩充临界比例度法；阶跃曲线法

19. 简述扩充临界比例法的步骤。

- (1) 选择一个足够短的采样周期，它一般应为被控对象的纯滞后时间的 1/10 以下；
- (2) 用选定的采样周期使系统工作在纯比例控制方式下，直到系统发生持续等幅震荡，记下使系统发生震荡的临界比例系数 K_k 及系统的临界震荡周期 T_k ；
- (3) 选择控制度。

20. 简述阶跃曲线法的步骤。

- 1) 数字控制器不接入控制系统，用手动操作，把被调量调到给定值附近，并使之稳定下来，然后突然改变给定值，给对象一个阶跃输入信号；
- 2) 用记录仪表记录被调量在阶跃输入下的整个变化过程曲线；
- 3) 在曲线最大斜率处做切线，求得滞后时间，被控对象时间常数 T_τ 以及它们的比值： T_τ / τ
- 4) 由求得的 τ 、 T_τ 及 T_τ / τ 查表 3-3，即可求得数字 PID 控制器的有关参数 K_p 、 T_1 、 T_d 及采样周期 T 。

第六章 直接数字控制

21. 推导 Z 变换的计算公式。

见课本附录的推导过程（重点）：

$$X(z) = Z[x^*(t)] = \sum_{i=0}^{\infty} x(iT)z^{-i}$$

22. 什么是最小拍控制？

见课本定义（重点）

23. 什么是振铃现象？怎么消除振铃现象？

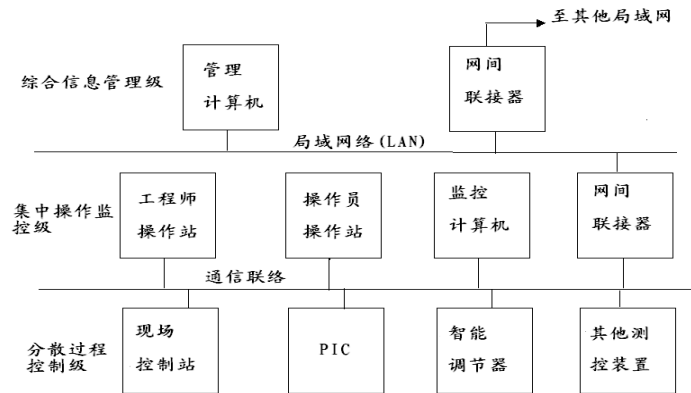
振铃现象：指数字控制器的输出 $u(k)$ 以 $2T$ 大幅度上下摆动。振铃幅度表示为 RA。

如何消除：1) 找出 $D(z)$ 中引起振铃的因子 ($z = -1$ 附近的极点)，令其中的 $z = 1$ 。系统稳态值不变，但瞬态特性会变化，数字控制器的动态性能也会影响；2) 通过选择采样时间 T

和闭环系统时间常数，使系统振铃幅度抑制在最低限度内。

第九章 第十章

24. 简述分布式控制系统，画出结构图。



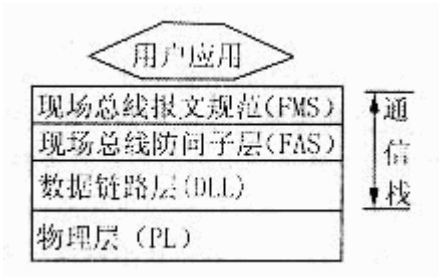
25. 试简述现场总线的定义，并列举几种典型的现场总线。

现场总线是一种串行的数字数据通信链路，它沟通了过程控制领域的基本控制设备（即场地级设备）之间以及与更高层次自动控制领域的自动化控制设备（即车间级设备）之间的联系。

几种典型的现场总线：CAN 现场总线 Control Net 现场总线 Profibus 现场总线

26. 现场总线的结构。

现场总线网络结构是按照 OSI 参考模型建立的，OSI 参考模型共分 7 层：物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表达层和应用层，现场总线将上述 7 层简化为 3 层，分别由 OSI 参考模式的第一层物理层、第二层数据链路层和第七层应用层组成，并增加了用户层



补充：1. 在模拟量输入输出通道中，采样保持器起何作用？是否在所有的模拟量输入输出通道中都需要采样保持器？为什么？

答：采样保持器的作用：A/D 转换器完成一次 A/D 转换总需要一定的时间。在进行 A/D 转换时间内，希望输入信号不再变化，以免造成转换误差。这样，就需要在 A/D 转换器之前加入采样保持器。

不是在所有的模拟量输入输出通道中都需要采样保持器。当被测信号变化缓慢时，若 A/D 转换器转换时间足够短，则可以不加采样保持器。

2. 什么是 DCS?其基本设计思想是什么？

答:DCS 是一种结合了仪表控制系统和直接数字控制系统（DDC）两者的优势而出现的全新控制系统，它很好地解决了 DDC 将所有的控制回路都集中在主 CPU 中而引起的两个问题，即可靠性问题和实时性问题。其基本设计思想是：集中管理、分散控制。