

浙江工业大学 2019/2020 学年

第 二 学期试卷

课程 《计算机控制技术》 姓名 _____

专业 _____ 班级 _____ 学号 _____

题序	一	二	三	四	五	六	七		总分
得分									

注意：本试卷共有七题，总分 100 分，答题时间 120 分钟。请将答案写在答题纸上。

一、填空题（20 分）

- RS485 比 RS232 串行通信接口传输距离、传输速率 大 因为 RS485 采用 平衡（差分）信号 传输。串行通信传输速率单位 每秒位数，学名叫 波特率。（4 分）
- 抑制电磁干扰的主要方法有：滤波、隔离、合理接地。（3 分）
- I/O 接口主要作用有 端口兼容、端口选择 和 端口负载能力。（3 分）
- DAC0832 与 DAC1210 的双缓冲器作用 提高 D/A 转换速度，可使多路 D/A 同时输出（3 分）；D/A 转换器主要技术参数 分辨率、转换时间（转换速率）。（2 分）
- DMC 中文名称 动态矩阵控制，该算法包含三个部分 预测模型，反馈校正，滚动优化，以 对象阶跃响应 为模型。（5 分）

二、简答题（4 小题，每题 5 分）

- 数字 PID 控制出现饱和的原因。

控制器对输入信号积分，输出不断增加，当达到执行机构输入上限或者控制器输出上限时，控制量不再变化，而处于饱和状态。饱和是积分器对偏差的累积效应造成的。

2. 大林算法产生振铃现象的原因是什么？怎么消除振铃？

控制量包含单位圆附近的极点时会造成大林振铃现象，消除办法是：令造成振铃的极点这项中 $z=1$ ，去除极点，以消除振铃。

3. 给出逐次逼近 A/D 转换器主要构成及其工作过程。

逐次逼近 A/D 转换器主要由 N 次逐次逼近寄存器 SAR，D/A 转换器、比较器、置数选择逻辑电路等部分所组成。转换过程如下：

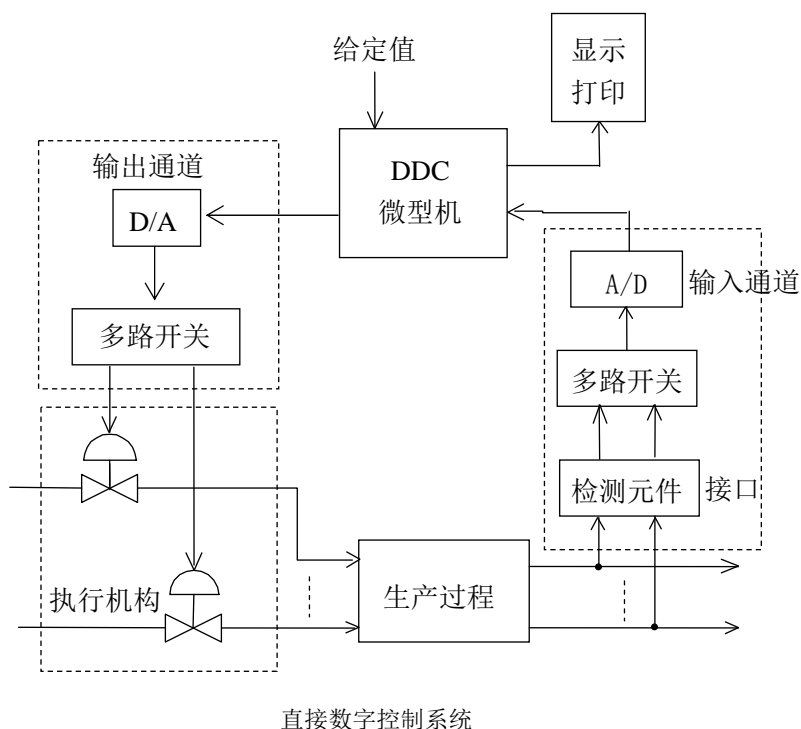
首先，通过置数选择逻辑电路置 SAR 的最高位为 1，其余位 0，经 D/A 转换器转换成的模拟电压 U_o 与输入模拟电压 U_i 在电压比较器进行比较，若 $U_i \geq U_o$ ，则保留最高位 1，若 $U_i < U_o$ ，则清除最高位为 0。

其次，置次高位为 1，低位全为 0。按上述步骤进行转换、比较和判断，决定次高位应取 1 还是 0。

重复上述过程，直到确定了 SAR 的最低位应取 1 还是 0 为止。此时，SAR 的内容就是对应的输入模拟电压转换后的数字量。

4. 什么叫直接数字控制（DDC）系统，画出其结构图。

在直接数字控制(DDC)系统中的计算机参加闭环控制过程，它将检测到的参数与设定值比较，实现多回路的 PID 调节或者其他控制规律，而且不需要改变硬件，只需改变程序就能实现多种交复杂的控制算法，结构如图。



三、(10 分) 已知 PI 控制器模拟传递函数为 $D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{1+2s}{0.5s}$ ，试写出其数字控制器的位置型和增量型控制算法 $u(k)$ 表达式，设采样周期 $T = 0.2s$ 。

解：

$$D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{1}{0.5s} + 4 \quad U(s) = \left[\frac{1}{0.5s} + 4 \right] E(s)$$

$$\text{位置算式: } u(k) = 4e(k) + 2T \sum_{i=1}^k e(i) = 4e(k) + 0.4 \sum_{i=1}^k e(i)$$

$$\begin{aligned} \text{增量算式: } \Delta u(k) &= u(k) - u(k-1) = 4[e(k) - e(k-1)] + 0.4e(k) \\ &= 4.4e(k) - 4e(k-1) \end{aligned}$$

四、(10 分) 已知某系统数字控制器为 $D(z) = \frac{1 + 0.4z^{-1} - 0.84z^{-2}}{1 + 0.3z^{-1} - 0.4z^{-2}}$

(1) 试用直接程序设计法实现之, 希望控制量计算时延尽可能小, 写出 $u(k)$ 表达式;

(2) 试用并联程序法实现之, 写出 $u(k)$ 表达式。

解: (1)

$$D(z) = \frac{1 + 0.4z^{-1} - 0.84z^{-2}}{1 + 0.3z^{-1} - 0.4z^{-2}} = \frac{U(z)}{E(z)}$$

$$[1 + 0.3z^{-1} - 0.4z^{-2}]U(z) = [1 + 0.4z^{-1} - 0.84z^{-2}]E(z)$$

$$U(z) = [1 + 0.4z^{-1} - 0.84z^{-2}]E(z) - [0.3z^{-1} - 0.4z^{-2}]U(z)$$

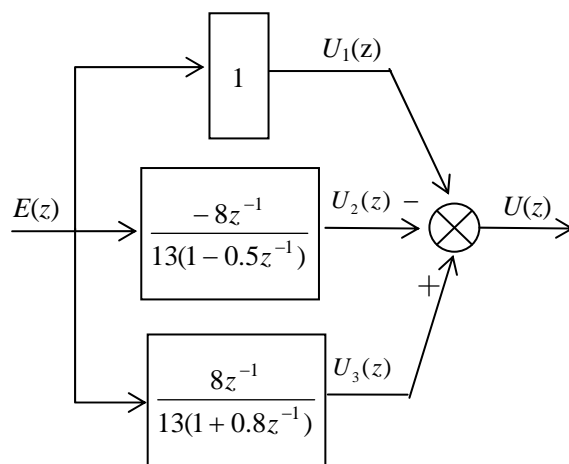
$$u(k) = e(k) + 0.4e(k-1) - 0.84e(k-2) - 0.3u(k-1) + 0.4u(k-2) = e(k) + d$$

其中: $d = 0.4e(k-1) - 0.84e(k-2) - 0.3u(k-1) + 0.4u(k-2)$ 可以在前一拍计算。

(2)

$$D(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = \frac{1 + 0.4z^{-1} - 0.84z^{-2}}{1 + 0.3z^{-1} - 0.4z^{-2}} = A + \frac{Bz^{-1}}{1 - 0.5z^{-1}} + \frac{Cz^{-1}}{1 + 0.8z^{-1}}$$

$$A=1, \quad B = -\frac{8}{13}, \quad C = \frac{8}{13}$$



$$u_1(k) = e(k)$$

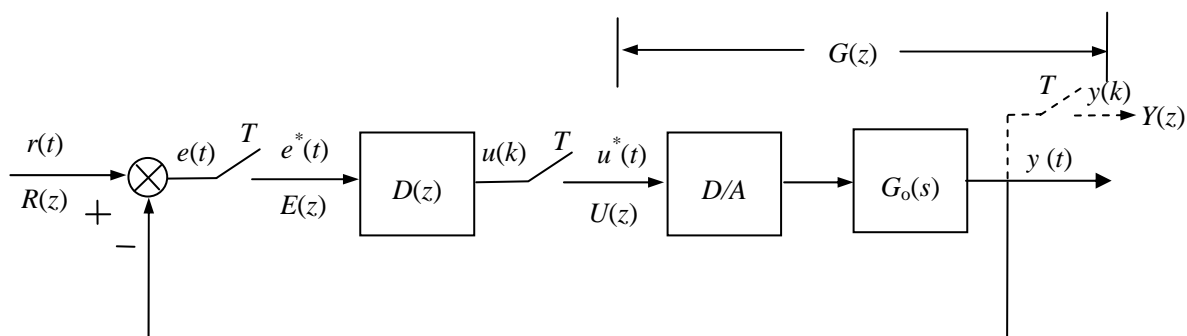
$$u_2(k) = -\frac{8}{13}e(k-1) + 0.5u_2(k-1)$$

$$u_3(k) = \frac{8}{13}e(k-1) - 0.8u_3(k-1)$$

$$u(k) = u_1(k) + u_2(k) + u_3(k)$$

五、(10 分) 如图所示计算机控制系统，广义被控对象 $G(z) = \frac{5(1+0.8z^{-1})}{(1-z^{-1})(1+1.2z^{-1})}$ ，试

- (1) 设计单位阶跃输入时系统响应最少拍无差有纹波的控制器的 $D(z)$ (5 分)
- (2) 在以上最少拍控制基础上，引入惯性因子，惯性因子 $c=0.5$ ，求系统的控制器 $D^*(z)$ (5 分)



解：

- (1) 单位阶跃输入最少拍无差有纹波的控制器的 $D(z)$

取闭环传递函数： $\Phi(z) = m_1 z^{-1} + m_2 z^{-2}$ 、误差传递函数： $\Phi_e(z) = (1 - z^{-1})(1 + 1.2z^{-1})$

根据 $\Phi_e(z) = 1 - \Phi(z)$ ，可得： $m_1 = -0.2$ ， $m_2 = 1.2$

$$\text{控制器 } D(z): D(z) = \frac{1}{G(z)} \frac{\Phi(z)}{\Phi_e(z)} = \frac{-0.2z^{-1}(1 - 0.6z^{-1})}{5(1 + 0.8z^{-1})}$$

- (2) 引入惯性因子 $c=0.5$ ，变换传递函数变成 $\Phi^*(z)$

$$1 - \Phi^*(z) = \frac{1 - \Phi(z)}{1 - cz^{-1}}$$

$$\Phi^*(z) = \frac{\Phi(z) - cz^{-1}}{1 - cz^{-1}}$$

六、(10 分) 已知某控制器传递函数

$$D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{5s+6}{s+1}$$

试将其离散化, 写出控制算式 $u(k)$ 、控制器传递函数 $D(z) = \frac{U(z)}{E(z)}$

(1) 采用差分变换法;

(2) 采用双线性变换法。

解:

(1) 差分变换法

$$D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{5s+6}{s+1}, \quad U(s)(s+1) = E(s)(5s+6) \quad U(s) = 6E(s) + 5sE(s) - sU(s)$$

$$\dot{u}(t) + u(t) = 5\dot{e}(t) + 6e(t) \quad \frac{u(k) - u(k-1)}{T} + u(k) = 5 \frac{e(k) - e(k-1)}{T} + 6e(k)$$

$$(1+T)u(k) - u(k-1) = (5+6T)e(k) - 5e(k-1)$$

$$u(k) = \frac{u(k-1)}{1+T} + \frac{5+6T}{1+T}e(k) - \frac{5}{1+T}e(k-1) \quad D(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = \frac{5+6T-5z^{-1}}{1+T-z^{-1}}$$

(2) 双线性变换法

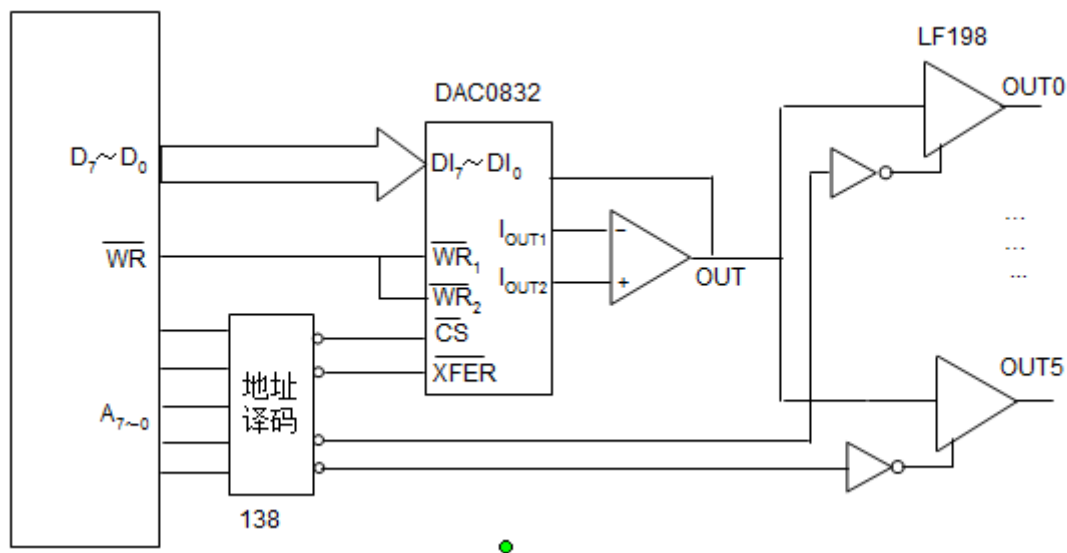
将 $s = \frac{2}{T} \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$ 代入 $D(s)$ 有

$$D(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = \frac{10(1-z^{-1}) + 6T(1+z^{-1})}{2(1-z^{-1}) + T(1+z^{-1})} = \frac{(10+6T) - (10-6T)z^{-1}}{(2+T) - (2-T)z^{-1}}$$

$$u(k) = \frac{2-T}{2+T}u(k-1) + \frac{10-6T}{2+T}e(k) - \frac{10-6T}{2+T}e(k-1)$$

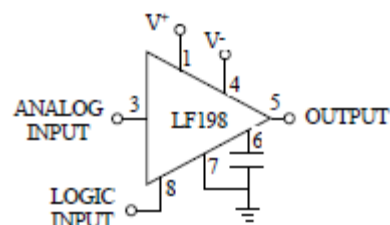
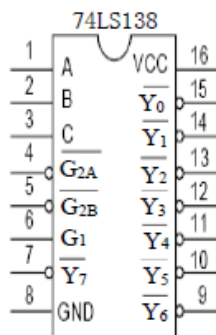
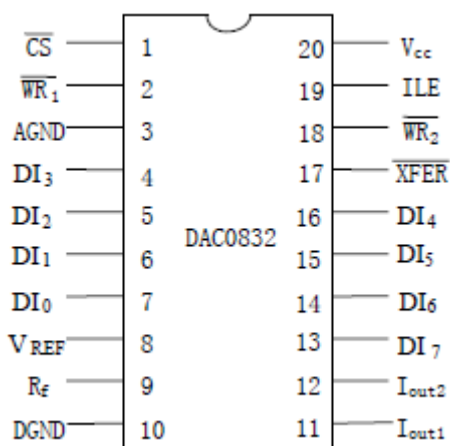
七、(20 分) 如下图, 6 路模拟量输出设计方案, 试

- (1) 完整给出地址译码器输入输出控制线，要求地址范围 98H~9FH;
- (2) 请补全 DAC0832 控制线，并将其单极性输出改为双极性输出;
- (3) 添加 LF198 保持器的保持电容 Ch;
- (4) 给出计算机对 DAC 双缓冲器操作及模拟量输出操作。

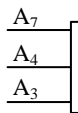

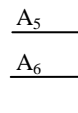


器件引脚图供参考:

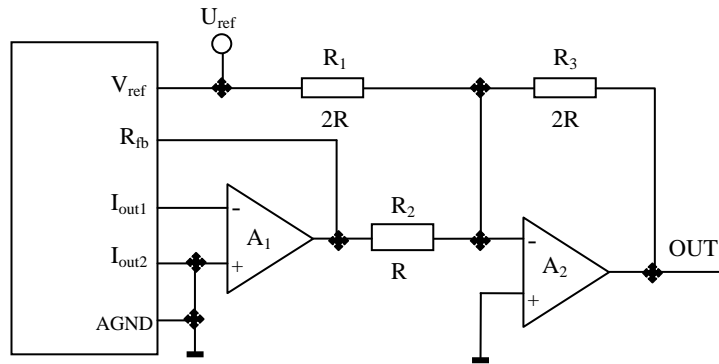
注意，不是给出的都要用上的，可能还需要其他器件。



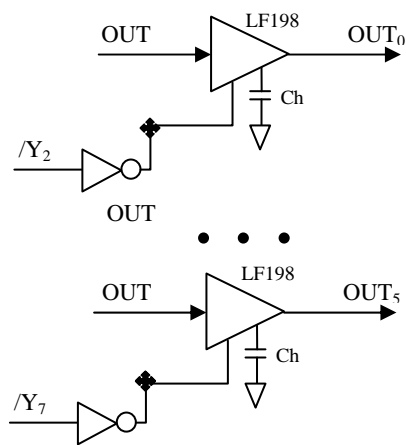
解： (1) 完整给出地址译码器输入输出控制线，要求地址范围 98H~9FH；

名称	G ₁ IO/M	/G _{2A} A ₇ A ₄ A ₃	/G _{2B} A ₆ A ₅	C B A A ₂ A ₁ A ₀	138 译码	地址	操作	
写缓冲	1	1 1 1	0 0	0 0 0	98H	/Y ₀	写数据至缓冲寄存器	
传 DA				0 0 1	99H	/Y ₁	传数据至 DA 寄存器	
选 OUT0				0 1 0	9AH	/Y ₂	更新 DA 至 OUT0	
选 OUT1				0 1 1	9BH	/Y ₃	更新 DA 至 OUT1	
选 OUT2				1 0 0	9CH	/Y ₄	更新 DA 至 OUT2	
选 OUT3				1 0 1	9DH	/Y ₅	更新 DA 至 OUT3	
选 OUT4				1 1 0	9EH	/Y ₆	更新 DA 至 OUT4	
选 OUT5				1 1 1	9FH	/Y ₇	更新 DA 至 OUT5	
说明：A ₇ A ₄ A ₃ 经与非门连/G _{2A} ，A ₆ A ₅ 经或门连/G _{2B} ，其他直连。								

(2) 请补全 DAC0832 控制线，并将其单极性输出改为双极性输出；



(3) 添加 LF198 保持器的保持电容 Ch；



(4) 给出计算机对 DAC 双缓冲器操作及模拟量输出操作。以(OUT₃)为例：

```
取(OUT3) DA数据:      MOV  AL, OUT3DATA
写(OUT3)数据至缓冲寄存器:  OUT  98H, AL
从缓冲传数据至 DA 寄存器:  OUT  99H, AL
更新 DA_OUT 至 OUT3:      OUT  9DH, AL
```