

主管
领导
审核
签字

……哈尔滨工业大学（深圳）2021年春季学期

……自动控制实践（B）试题（A）

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											
阅卷人											

考生须知：本次考试为闭卷考试，考试时间为 120 分钟，总分 60 分。

姓名

学号

封

线

班号

学院

1. 填空题（每空 0.5 分，共 10 分）

1. 填空题（每空 0.5 分，共 10 分）

1.1 当 STM32F407ZGT6 的 I/O 端口配置为输入时，输出缓冲器被禁止，施密特触发输入被激活，并根据输入配置（上拉，下拉或浮动）的不同，该引脚的弱上拉和下拉电阻被连接。

1.2 STM32F407ZGT6 的所有端口都有外部中断能力。当使用外部中断线时，相应的引脚必须配置成输入模式。

1.3 STM32F407ZGT6 的外部中断/事件控制器（EXIT）由23个产生事件/中断要求的边沿检测器组成。每个输入线可以独立地配置输入类型（脉冲或挂起）和对应的触发事件（上升沿或下降沿或者双边沿都触发）。每个输入线都可以被独立的屏蔽。

1.4 除了通用定时器外，STM32F407ZGT6 还提供了 2 个高级控制定时器，由一个16位的自动装载计数器组成，并由一个可编程预分频器驱动。

1.5 STM32F407ZGT6 提供了多个预分频器，用户可用来进一步配置 AHB、高速APB(APB2)和低速APB(APB1)域的频率。

1.6 对于系统 $G(s) = \frac{K}{s(Ts+1)}$ ，输入信号最大速度为 0.2，要求位置跟踪误差小于等于 0.001，高频不确定性给出的系统带宽限制为 100rad/s，则系统的低频增益应为 ， （能，不能）采用基本 I 型系统的形式进行设计。（200，不能）

1.7 考察单位反馈系统的相对稳定性时，可以利用系统的灵敏度函数幅频特性 衡量，数值越小，说明相对稳定性越差。（最大值的倒数）

1.8 伺服系统设计中，如果输入信号的频谱窄，但存在宽频谱的噪声，系统中同时存在较大的外部干扰输入需要抑制，可以采用 的控制结构，在抑制干扰的同时限制噪声对跟踪精度的影响。确定系统带宽时，可以依据 的原则确定，以方便系统的设计与调试。（多回路控制，内回路带宽是主回路（或外回路）带宽的 5 倍）

1.9 对于调节系统的被控对象 $G(s) = \frac{2}{(2s+1)(0.05s+1)}$ ，进行控制器设计时，可以将模型转

化为典型调节系统的对象 $G(s) = \frac{1}{s(0.05s+1)}$ ，如果采用 PI 控制器的形式，则设计中

考虑 裕度，保证系统的相对稳定性。（ $\frac{1}{s(0.05s+1)}$ ，相位）

1.10 分析随机信号的统计特性时,可以采用时间平均代替样本空间的平均,这要求随机信号是.....随机过程,满足.....性质。(平稳,各态历经或遍历) 4

1.11 对于基本 II 型系统 $G(s) = \frac{K_a(Ts+1)}{s^2}$,从闭环系统的响应特性和抑制噪声的角度考虑,

参数 K_a 、 T 应满足.....。(1 ≤ $K_a T$ ≤ 2) 4

2. 选择题(每题 1 分,共 10 分,未标注者为单选题) 4

2.1 STM32F407ZGT6 在 APB1 的最大时钟频率 (··C··)。 4

- A. 18MHz B. 72MHz 4
C. 42MHz D. 84MHz 4

2.2 STM32F407ZGT6 中 AD 转换的规则转换组由多达 (··D··) 个转换组成。 4

- A. 20 B. 18 4
C. 4 D. 16 4

2.3 (多选) STM32F407ZGT6 的高级定时器 TIM1 和 TIM8 的特性 (··ACD··)。 4

- A. 具备 16 位递增,递减,递增/递减自动装载计数器 4
B. 具备 32 位可编程预分频器。 4
C. 可以在指定数目的计数器周期之后更新定时器寄存器。 4
D. 可以通过事件产生中断,中断类型丰富,具备 DMA 功能。 4

2.4 (多选) STM32F407ZGT6 定时器 TIM1 和 TIM8 的特殊工作模式包括 (ABC)。 4

- A. 输入捕获模式 B. PWM 输入模式 4
C. 编码器接口模式 D. 32 位的计数器 4

4

2.5 (多选) STM32F407ZGT6 提供了三种不同的时钟源,其都可被用来驱动系统时钟 SYSCLK,这三种时钟源分别为 (··ABC··)。 4
A. HSI 振荡器时钟 B. HSE 振荡器时钟 4
C. PLL 时钟 D. HLI 振荡时钟 4

2.6 (多选题) 关于控制系统设计的流程,正确的是 (··CD··)。 4

- A. 设计控制器之前,应先建立被控对象的模型,对象模型建得越精确,越有利于后续控制器的设计; 4
B. 控制器设计完成后,就可以对控制器进行物理实现,在实际系统上进行调试,检验控制器设计的效果; 4
C. 在实际搭建系统前,应根据系统的需求分析,确定系统的机械结构、驱动、测量、控制等方案; 4
D. 对于所设计的控制器,在实际系统上调试可以保证系统稳定运行后,一般还需要对要求的性能指标进行测试。 4

2.7 (多选题) 关于控制系统误差的叙述,正确的是 (··BC··)。 4

- A. 控制系统的误差中,随时间变化的误差属于瞬态误差; 4
B. 稳态误差可能是动态误差,也可能是静态误差; 4
C. 从性质上看,控制系统的误差可分为系统误差和随机误差,随机误差一般用均方根误差来衡量; 4
D. 控制系统的稳态误差是指 $t \rightarrow \infty$ 时误差时域表达式的极限值,对应于 s 域中 $s=0$ 的情形。 4

姓名

密

学号

封

班号

线

2.8 关于控制系统的响应特性和反馈特性的叙述，正确的是 (···B···)。

A. 只有开环系统才有响应特性，反映了系统输出对输入信号的响应性能；

D. 闭环系统的反馈特性与响应特性是一致的，响应特性好，则系统的反馈特性也好。

2.9 (多选题) 关于系统带宽，下列叙述正确的是 (·ABCD·····)。

A. 控制系统的带宽是闭环系统的一个主要性能指标，它反映了系统对输入信号的复现能力，一般而言系统的带宽越宽，跟踪精度越高；

B. 为了抑制噪声对系统性能的影响，需要限制系统的带宽；

C. 控制系统的带宽不是越高越好，因为过高的带宽可能会破坏鲁棒稳定性条件，使实际系统无法正常工作；

D. 机械谐振是限制机电伺服系统频带拓展的一个主要因素，通常系统的剪切频率应当低于机械谐振频率。

2.10 (多选) 对于控制器的 Anti-Windup 设计，下列叙述正确的是 (··BD·····)。

A. 主要的目的是克服被控对象中的积分器进入深度饱和，以改善系统的动态性能；

B. 基本思想可以理解为将被控对象的实际输入量作为反馈来调节输入给控制器的偏差大小，从而使控制器的输出尽可能不超过执行机构的约束；

C. 控制系统的饱和只会导致系统动态性能变差，但不会导致系统失稳；

D. 对于系统只是在执行机构的线性工作区域内运行的情形来说，通常的 Anti-Windup 设计不起作用。

3. 判断题 (每题 0.5 分，共 5 分)

3.1 控制系统设计中首先需要保证标称闭环系统的稳定性，即考虑对象的标称模型，保证从参考输入信号到系统输出信号的闭环传递函数稳定即可。···x···

3.2 对于存在执行机构饱和和限制的系统，针对所设计的控制器，采用 anti-windup 结构实现控制器，同未采用 anti-windup 设计的原系统相比，可以有效提高执行机构饱和时系统的响应速度，改善动态响应特性。···x···

3.3 单位阶跃信号的 Laplace 变换为 $\frac{1}{s}$ ，考虑其频谱时，将 $s = j\omega$ 带入，则得到单位阶跃信号的频谱特性为 $\frac{1}{j\omega}$ 。···x···

3.4 对于随机信号来说，其功率谱密度函数是偶函数，是该随机信号自相关函数的 Fourier 变换。···v···

3.5 在调节系统 $G(s) = \frac{K}{s(Ts+1)}$ 设计中，可以采用 PD 控制来调节系统的阻尼，并引入积分控制来抑制平均值不为零的高频随机干扰，但积分作用应该比较弱，不影响由 PD 控制器所确定的系统动态特性。···v···

3.6 图 3-1 所示的控制系统, 如果开环传递函数 $G(s)K(s)$ 中存在积分环节, 则阶跃形式的外部扰动 $D(s)$ 不会产生稳态误差。..... (·x·) ←

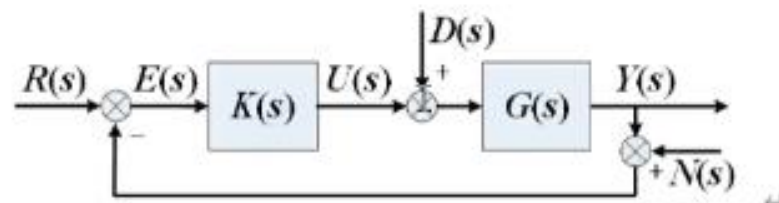


图 3-1 控制系统框图

3.7 图 3-1 所示的系统中, 为了考察参考输入信号 $R(s)$ 、外部干扰信号 $D(s)$ 和噪声信号 $N(s)$ 对跟踪误差的影响, 根据线性系统的叠加原理, 分别考察 $R(s)$ 、 $D(s)$ 和 $N(s)$ 到偏差 $E(s)$ 的传递函数即可。..... (·x·) ←

3.8 对于基本 II 型系统来说, 当系统中存在齿隙非线性时, 则经单位反馈闭环后系统中必然存在自振荡。..... (·v·) ←

3.9 对于 $G(s) = \frac{K}{Ts+1} e^{-\tau s}$ 这类调节系统的被控对象, 设计中主要考虑的因素是时滞环节引起的相位滞后, 因此需要引入 PD 控制器 $K_p(1 + \frac{T_D s}{1 + \tau_D s})$, 并增强微分环节的作用, 即增大 T_D 的数值, 以提供超前的相角。..... (·x·) ←

3.10 调节系统的典型输入信号可以取为阶跃信号。..... (·v·) ←

4. 简答题 (每题 5 分, 共 25 分) ←

4.1 简述 STM32F407ZGT6 的 GPIO 的一些主要特点 (至少 5 个)。←

4.1 简述 STM32F407ZGT6 的 GPIO 的一些主要特点 (至少 5 个)。←

答: STM32 的嵌套向量中断控制器(NVIC)管理着包括 Cortex-M4 核异常等中断, 其和 ARM 处理器核的接口紧密相连, 可以实现低延迟的中断处理, 并有效地处理晚到的中断。STM32F407ZGT6 嵌套向量中断控制器(NVIC)的主要特性如下: ←

具有 92 个可屏蔽中断通道 (包含 10 个 Cortex-M4 的内核中断)。←

具有 16 个可编程的优先等级。←

可实现低延迟的异常和中断处理。←

具有电源管理控制。←

系统控制寄存器的实现。←

4.2 对于采用主、副回路控制结构的过程控制系统, 辅助变量选取的原则是什么? 对于外部扰动抑制的特点是什么? ←

答: 系统中的主要扰动能够影响辅助变量, 辅助变量能够较快地反映 (或响应) 外部扰动和控制输入。只能抑制包含在辅助回路内的扰动, 对于辅助变量后的扰动无法抑制。←