

# 中国科学技术大学

## 2014 年硕士学位研究生入学考试试题

自动控制理论 (845)

所有试题答案写在答题纸上, 答案写在试卷上无效

■ 需使用计算器

□ 不使用计算器

### 一、选择题 (每小题 3 分, 共 15 分): 请选择正确的答案写在答题纸上:

1. 已知单位负反馈系统的开环传递函数为:  $G(s) = \frac{9}{s^2 + 6s + 16}$ , 则闭环系统的阻尼比  $\zeta$  等于

A: 1.5;

B: 1;

C: 0.6

D: 0.75;

E: 以上答案都不正确。

2. 已知系统的开环传递函数为:  $G(s) = \frac{K}{s(Ts+1)}$ , 若要在保持相角裕度不变的条件下将截止频率提高  $a$  倍, 则应使

A:  $K' = \frac{K}{a}, T' = \frac{T}{a}$ ;

B:  $K' = aK, T' = aT$ ;

C:  $K' = \frac{K}{a}, T' = aT$ ;

D:  $K' = aK, T' = \frac{T}{a}$ ;

E: 以上答案都不正确。

3. 为了提高系统的性能, 引入串联迟后校正, 其结果是

A: 利用校正环节的相角迟后特性, 使相角裕度满足要求, 提高快速性;

B: 利用校正环节的高频衰减特性, 使截止频率减小, 提高系统的相角裕度;

C: 可以有效地削弱非线性因素的影响;

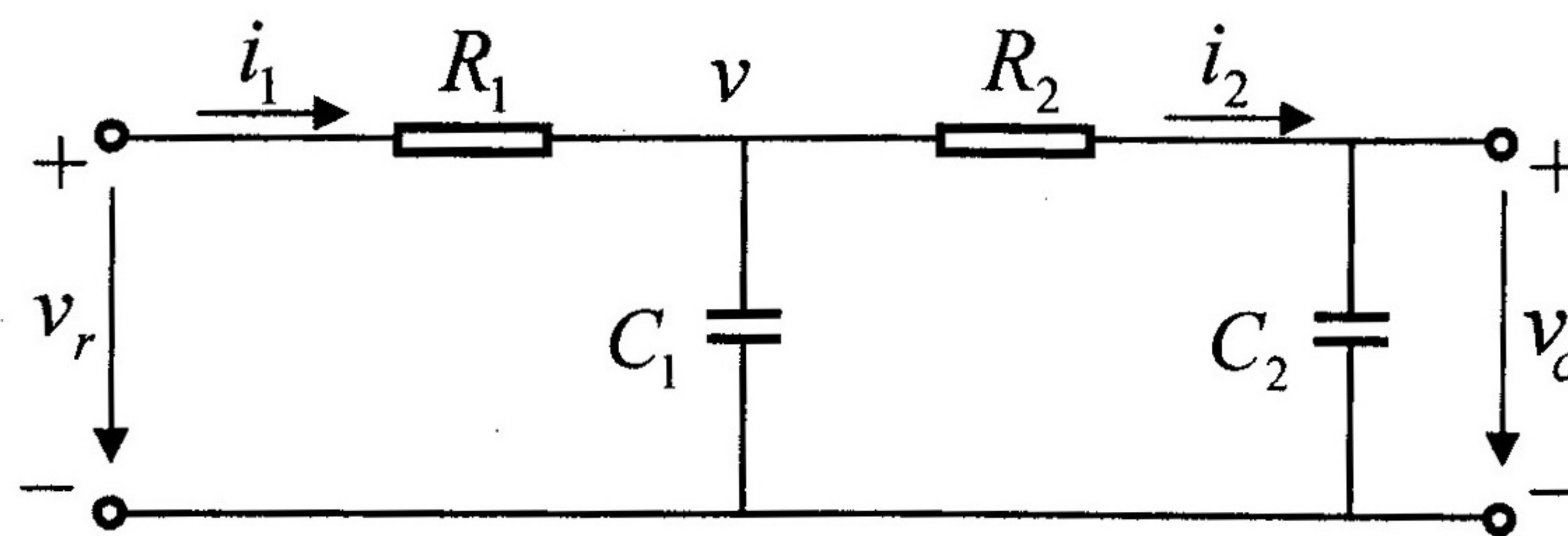
D: 在带来某些优点的同时, 系统的稳态精度会有所降低;

E: 以上说法都不正确。



4. 如果说某 BIBO 稳定的线性定常系统有非负特征值, 那么
- A: 该系统一定是不能控的;
  - B: 该系统一定是不能观的;
  - C: 该系统一定是既能控又能观的;
  - D: 一定是搞错了, 不可能的;
  - E: 以上说法都不正确。
5. 某线性定常系统既能控又能观, 为实现状态反馈, 构造了一个状态观测器, 那么该复合系统 (增广后的状态变量由原系统的状态变量与观测器的状态变量组成)
- A: 一定是不能控的;
  - B: 一定是不能观的;
  - C: 一定是既能控又能观的;
  - D: 其能控能观性取决于状态反馈和状态观测器的具体设计;
  - E: 以上说法都不正确。

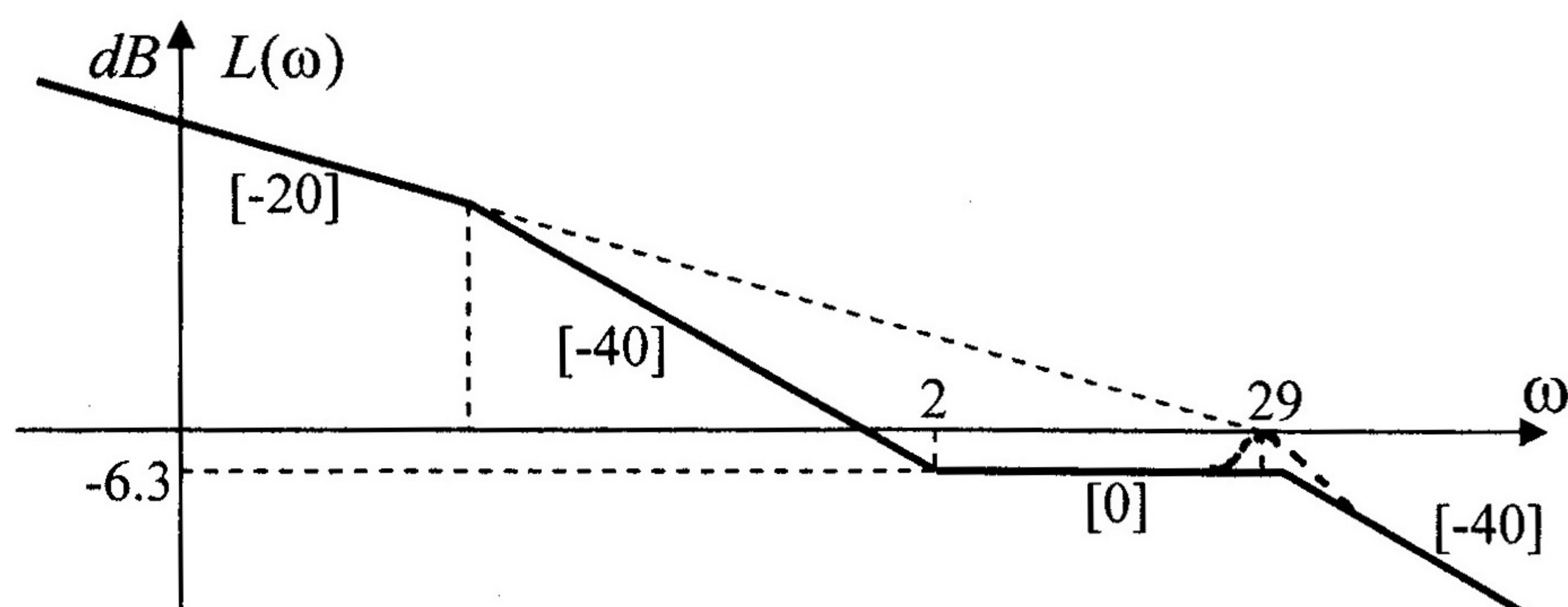
**二、建模题 (30 分)** 如图所示两级 RC 网络, 图中  $v$  为电压,  $i$  为电流,  $R$  为电阻,  $C$  为电容:



1. 以  $v_r(t)$  为输入,  $v_c(t)$  为输出, 依次选取  $i_1(t)$ 、 $v(t)$ 、 $i_2(t)$  为中间变量 (严格地说是这些信号的拉普拉斯变换), 建立系统的动态结构图;
2. 选取状态变量, 建立系统的状态空间方程;
3. 分别从动态结构图和状态空间方程出发, 求系统的传递函数。

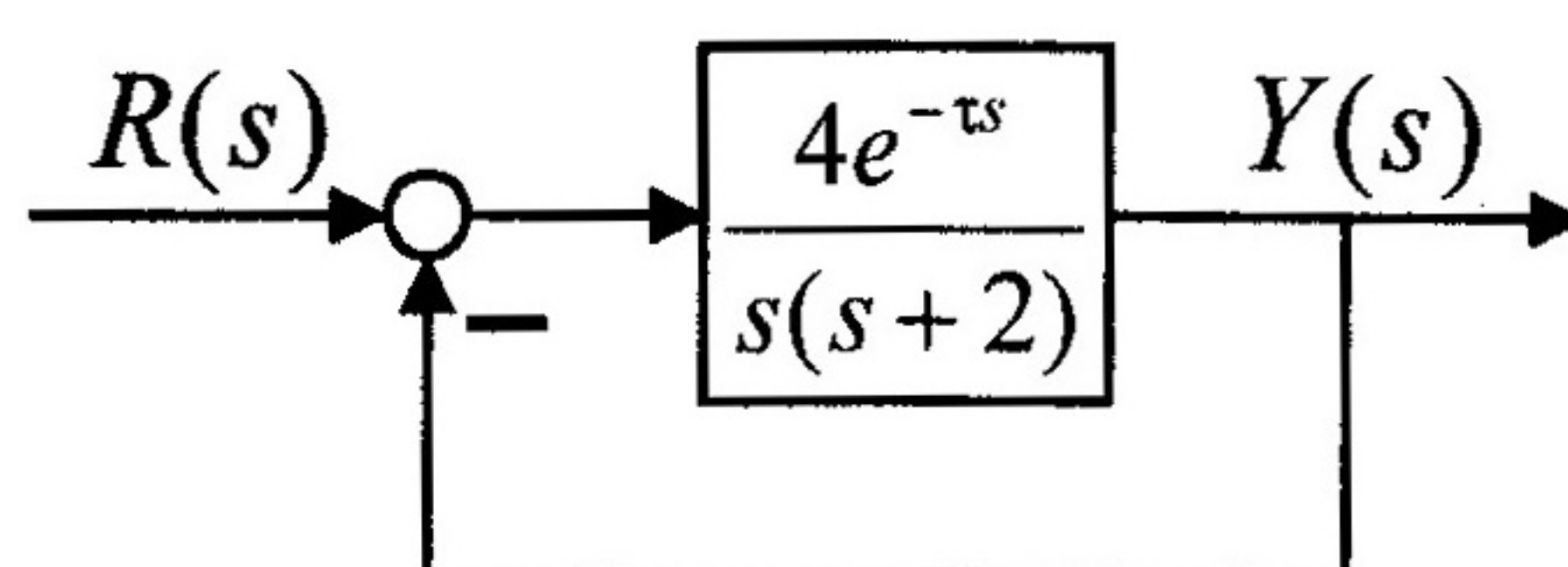


三、建模题（15 分）实验测得最小相角系统的对数幅频特性曲线如图所示，结合图及其说明，求该系统的传递函数。



- 说明：1. 图中粗黑折线为对数幅频特性曲线的渐近线，其中低频渐近线的延长线与  $\omega$  轴 ( $0^{dB}$ ) 相交于最后一个转折频率附近的峰值频率点  $\omega_{r3} = 29$ ；
2. 中频段的渐近线转折点位于  $\omega_2 = 2, L = -6.3^{dB}$ ，实测的对数幅频特性曲线也恰好通过该点（即该点处的转折修正量为零）。

四、计算题（30 分）系统如图所示



1. 求能保证系统稳定的  $\tau$  值范围；
2. 当时延  $\tau = 0$ ，输入  $r(t) = 3 \cdot 1(t)$  时，求系统的时域性能指标：超调量  $\sigma\%$  和调节时间  $t_s$ ；
3. 当时延  $\tau = \frac{\pi}{6}$ ，输入  $r(t) = 2\sin(2t - \frac{\pi}{4})$  时，求系统的频域性能指标：相角裕度  $\gamma$ ，以及系统的稳态输出  $y_{ss}(t)$ 。



五、计算题（20 分）已知单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{s + K}{s(s + K - 2)};$$

1. 当  $K$  从  $-\infty \rightarrow \infty$  变化时，绘制系统的闭环根轨迹图；
2. 当输入  $r(t) = t \cdot 1(t)$  时，求使稳态误差  $|e_{ss}| \leq 0.2$  的  $K$  值范围。

六、综合题（25 分）：已知二阶能观标准型系统的传递函数为

$$G(s) = \frac{2(s - 2)(s + 1)}{(s - 1)^2}$$

1. 写出系统的状态空间方程；
2. 求初态为  $x_1(0) = 2, x_2(0) = 3$  时，系统的单位阶跃输出响应；
3. 判断系统的渐近稳定性；若系统不稳定，问是否可能通过状态反馈使系统稳定；若可能，请设计状态反馈，使系统的两个闭环极点位于  $-2 \pm j2$ ；
4. 若可能，请设计极点均位于  $-4$  的最小维状态观测器。

七、证明题（15 分）

1. 证明：状态变换不改变系统的能观性；
2. 试直接证明（指不依赖于李雅普诺夫稳定性定理）：若有正定方阵  $P$  和  $Q$  满足  $A^T P + P A = -Q$ ，则线性定常系统  $\dot{x} = Ax + bu$  渐近稳定。