

总复习一知识结构

基本 器件

运算放大器(chap2)
二极管(chap3)
场效应管(chap4)
BJT(chap5)

结构(了解)
工作原理
特性
参数

等效模型

外特性

使用方法

基本 电路

基本放大电路(FET,BJT)
功率放大电路(chap9)
差分放大电路(chap7)
反馈放大电路(chap8)
基本运算电路(chap2)
正弦波产生电路(chap10)
直流稳压电路(chap11)

基本分 析方法

分析方法

图解分析法
小信号模型
瞬时极性法
输出短路法
虚短,虚断

工作原理

工作特点

性能指标
(直流,交流)

信号

正弦信号, etc.

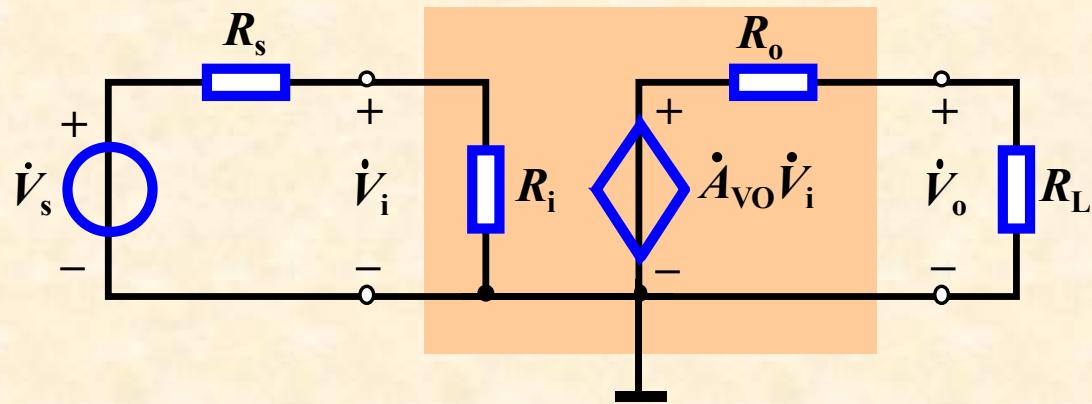
各章复习要点

Chap1 绪论 放大电路的主要的性能指标

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} , A_{vs} = \frac{v_o}{v_s} = A_v \frac{R_i}{R_s + R_i}$$

$$R_i = \frac{v_i}{i_i}$$

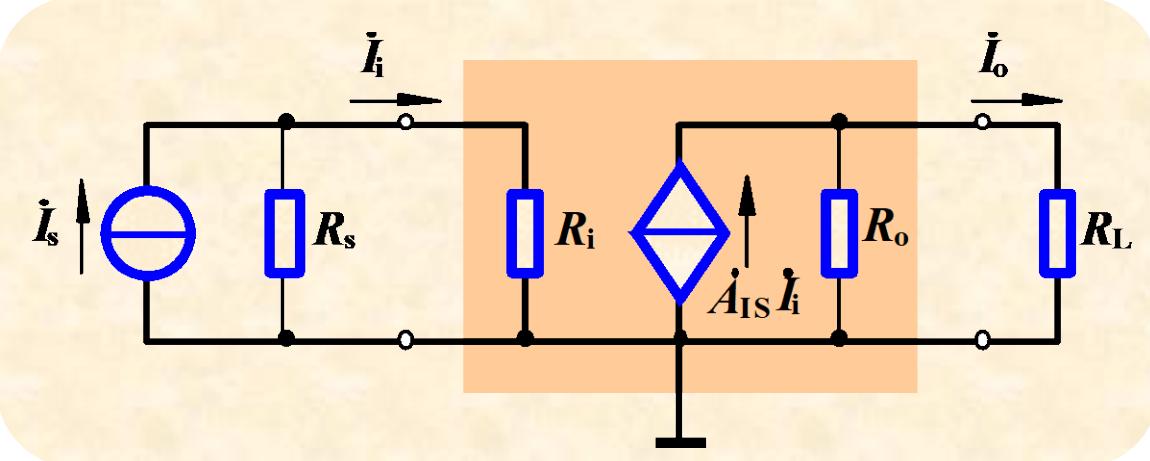
$$R_o = \frac{v_o}{i_o} \left| \begin{array}{l} v_s = 0 \\ R_L = \infty, R_s \neq 0 \end{array} \right.$$



$$\text{有 } \dot{V}_i = \frac{R_i}{R_s + R_i} \dot{V}_s$$

要想减小衰减，则希望...？

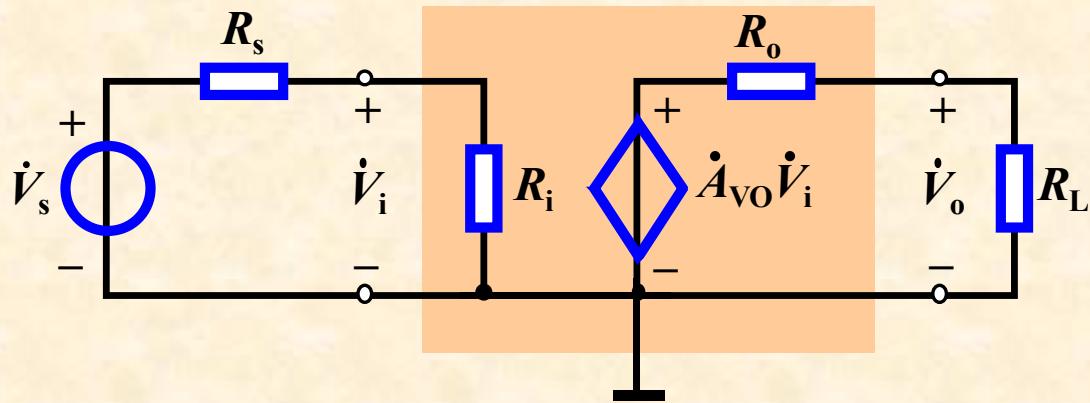
$$R_i \gg R_s$$



$$\dot{I}_i = \dot{I}_s \frac{R_s}{R_s + R_i}$$

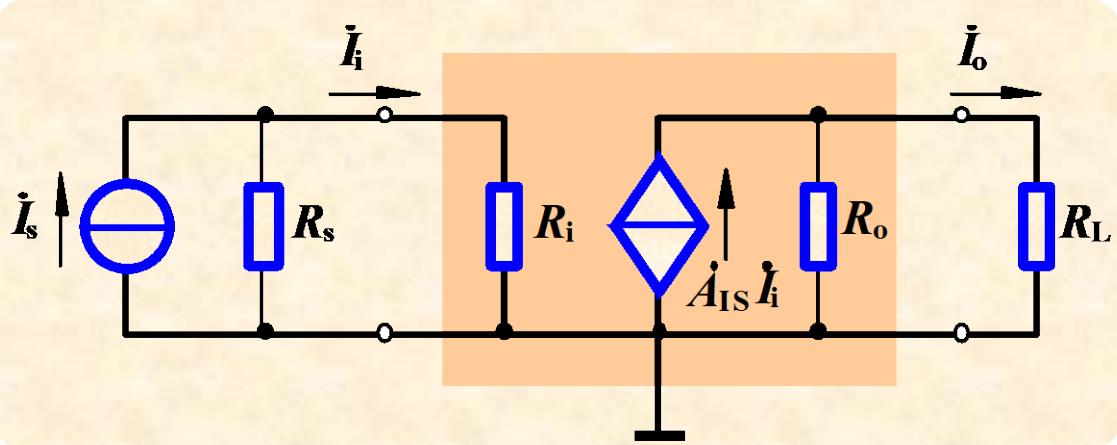
要想减小衰减，则希望...？

$$R_i \ll R_s$$



要想减小负载的影响?

$$R_o \ll R_L$$



要想减小负载的影响?

$$R_o \gg R_L$$

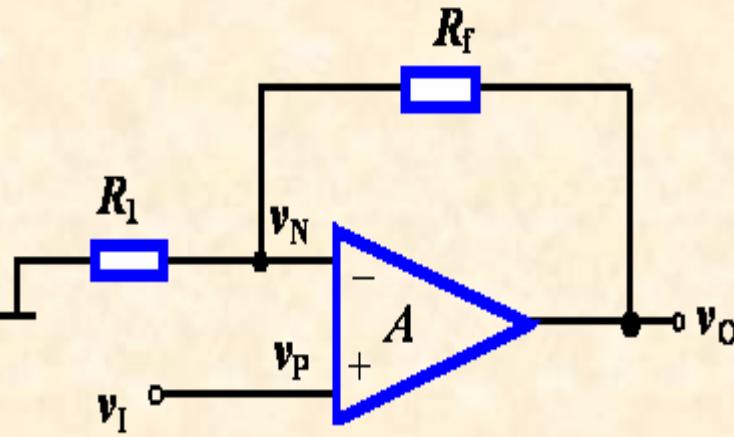
Chap2 基本运算电路

- ①同相和反相比例。
- ②加法和减法,积分和微分。
- ③组合电路的计算（虚短和虚断）。
- ④虚短和虚断要求熟练应用。

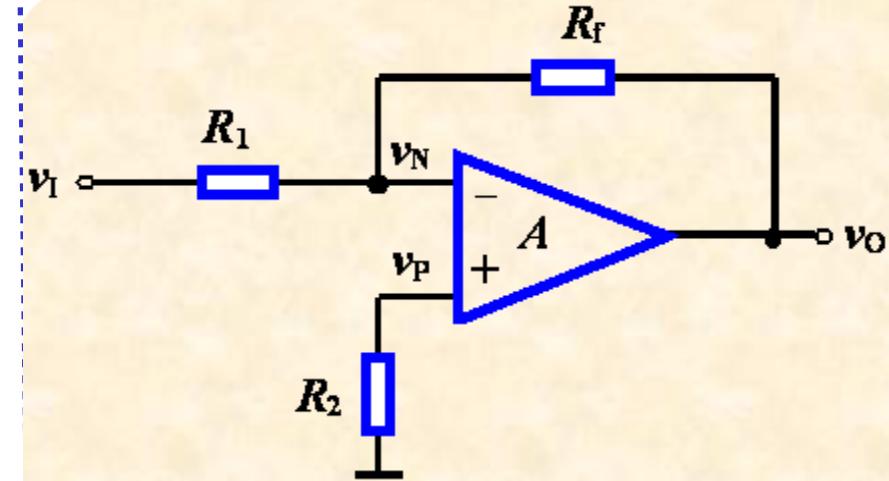
同相和反相放大电路比较

电路形式

同相



反相

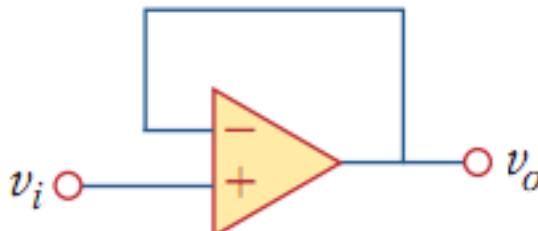
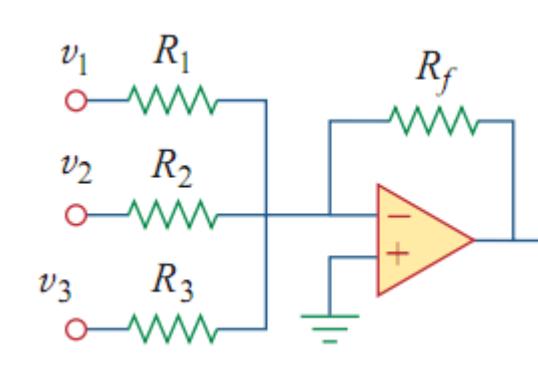
 A_v

$$v_O = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right)v_I$$

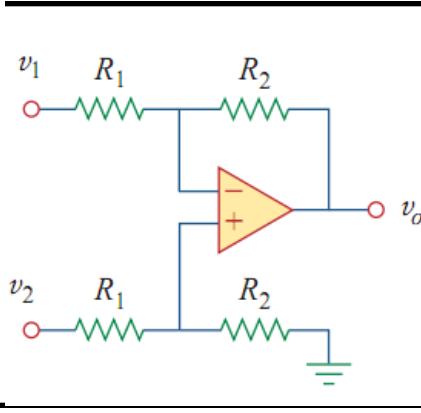
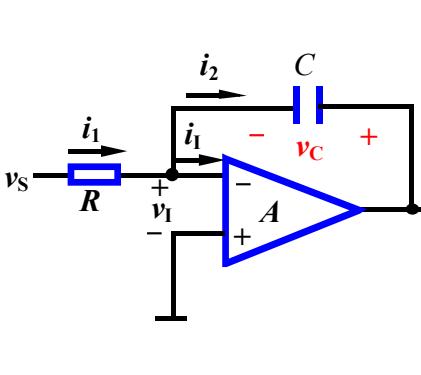
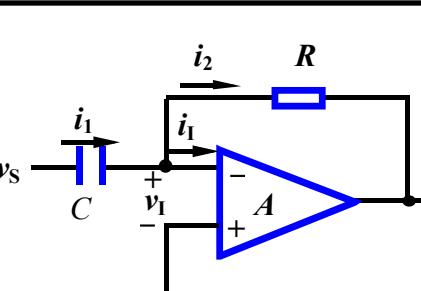
$$v_O = -\frac{R_f}{R_1}v_I$$

 R_i ∞ R_1 R_o 0 0

Summary of basic op amp circuits.

Op amp circuit	Name	output-input relationship
	Voltage follower	$v_o = v_i$
	Summer	$v_o = -\left(\frac{R_f}{R_1}v_1 + \frac{R_f}{R_2}v_2 + \frac{R_f}{R_3}v_3\right)$

Summary of basic op amp circuits.

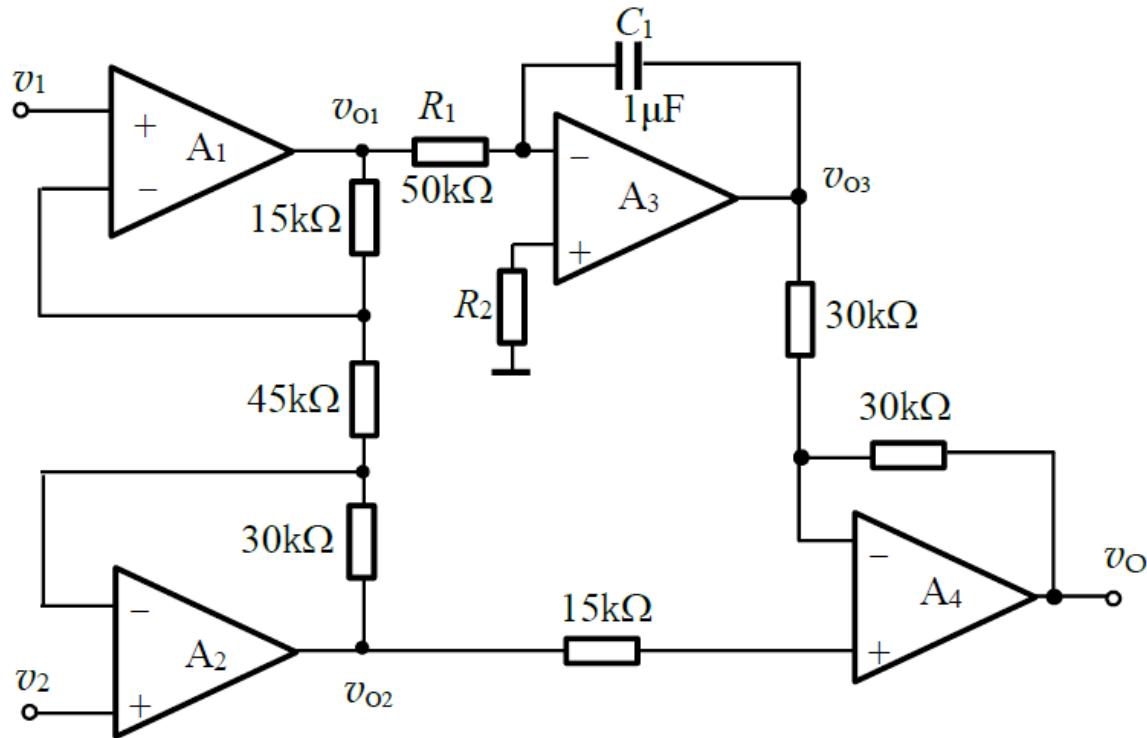
Op amp circuit	Name	output-input relationship
	Difference amplifier	$v_o = \frac{R_2}{R_1} (v_2 - v_1)$
	Integrator	$v_o = -\frac{1}{RC} \int v_s dt$
	Differentiator	$v_o = -RC \frac{dv_s}{dt}$

所有文	分	数
评卷人		

1. (10 分)

电路如图 1 所示, 假设所有运算放大器均为理想的, 如果 $v_1=4V, v_2=1V$,
且 当 $t=0$ 时, 电容的初始电压 $v_c=0$ 。

- (1) 当 $t=0$, 试求 v_{o1}, v_{o2}, v_{o3} 和 v_o 的值;
- (2) t 为多少时, $v_o=0V$ 。



Chap3 二极管

1、半导体导电的特点

本征激发、空穴、载流子；掺杂、N型、P型、多数载流子、少数载流子

2、PN结的特性

PN结的形成，扩散、漂移、内电场；PN结的单向导电性；
PN结的击穿

3、二极管（含稳压二极管）

伏安特性，PN结方程，门坎电压；二极管导通、截止状态
判断；二极管的模型（理想、恒压降）；二极管应用电路及分析

Chap3 二极管

电路如图 5-1 所示, v_I 波形如图 5-2 所示。试求:

- (1) 电位器 R_P 调至中点时, 要求在输入波形上标出门限电压的值, 定量画出 v_O 的波形;
- (2) 设稳压管 D_Z 正常稳压时的最大电流为 $20mA$, 忽略运放 A_1 的输出饱和压降, 计算限流电阻 R_3 的最小值;

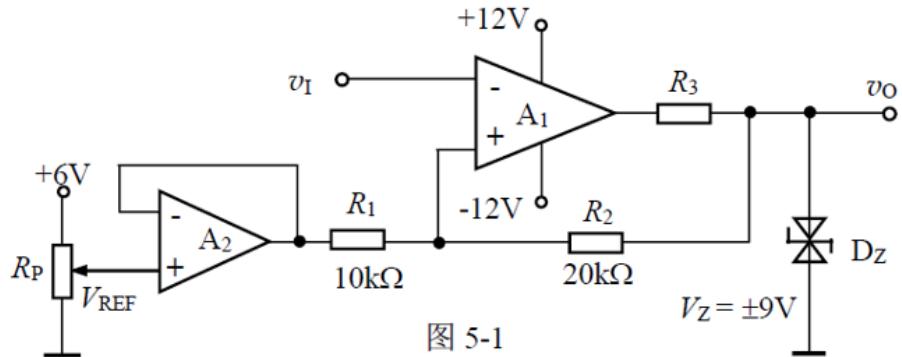
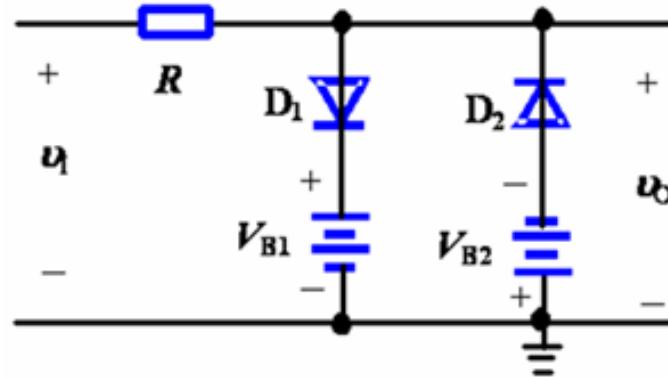
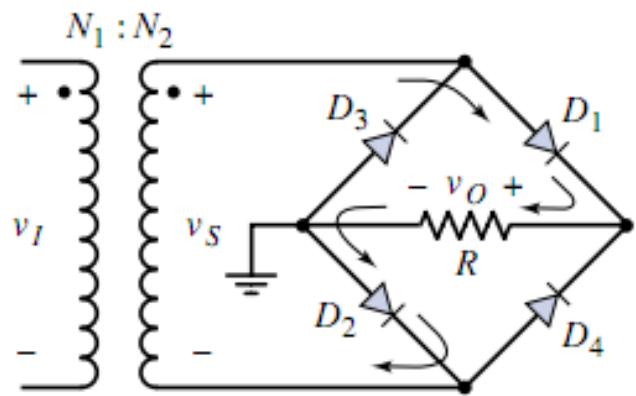
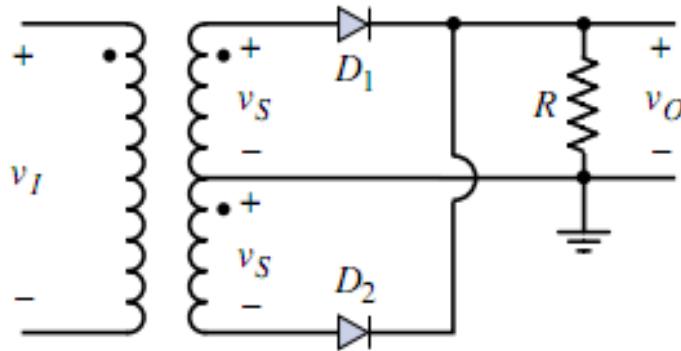
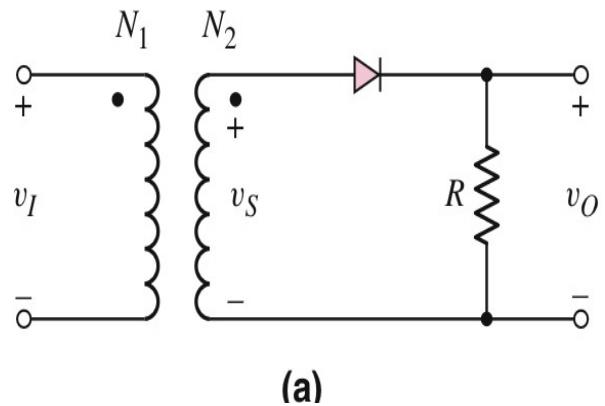


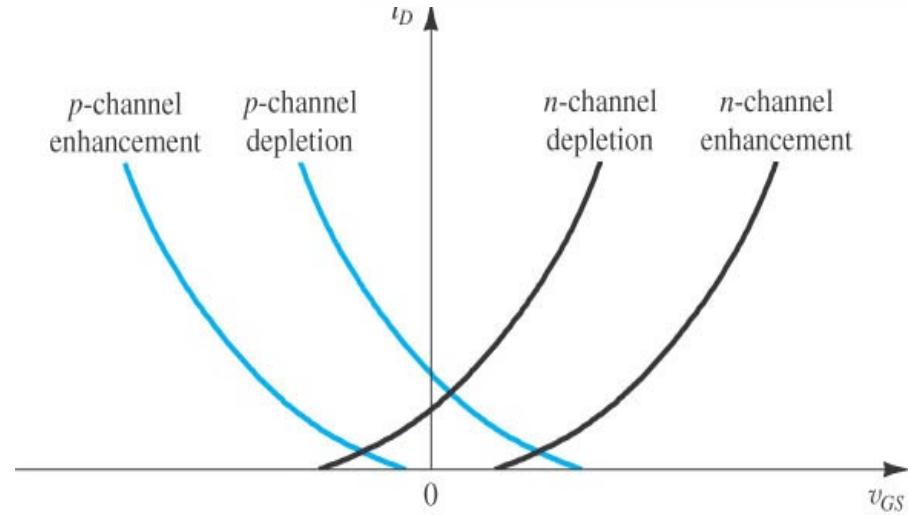
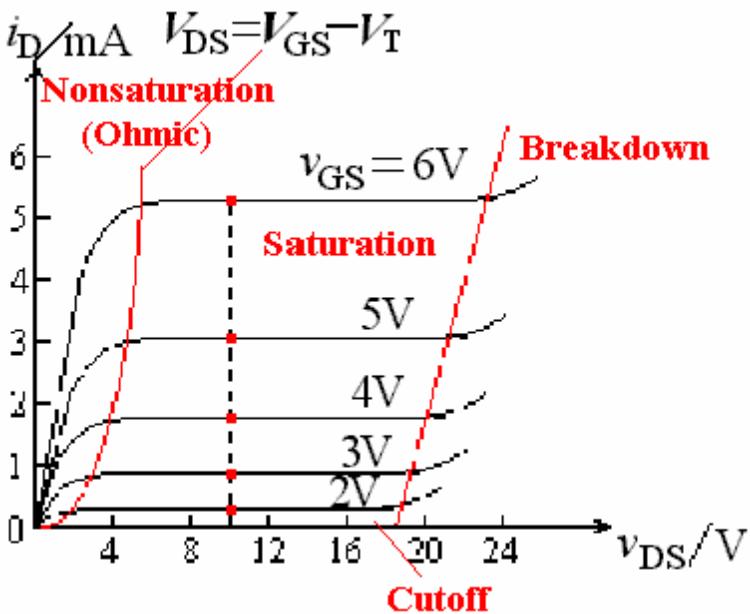
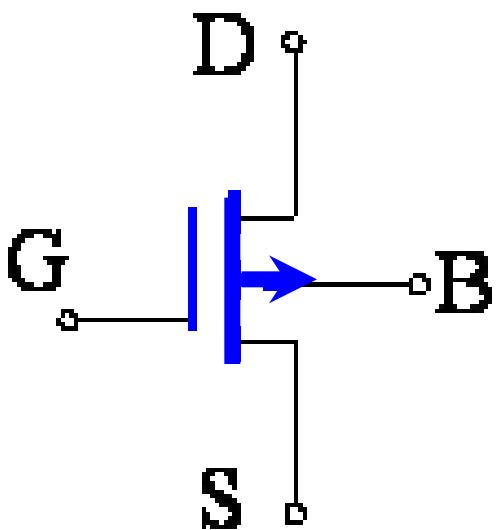
图 5-1

Chap3 二极管



Chap4 MOS管

- ①MOSFET的工作原理、特性曲线、主要参数。
- ②MOSFET的静态和动态分析。



Chap5 BJT三极管

1、基本概念

BJT的结构； BJT的电流分配原理； BJT的放大条件；
BJT的特性曲线（输出特性），饱和、放大、截止

2、基本放大电路的分析方法

静态： 近似估算法。

典型电路： 固定偏流电路、分压式射极偏置电路。

动态： 小信号等效电路法

3、基本单元电路 共射、共集、共基（电路特点、用途、分析方法）

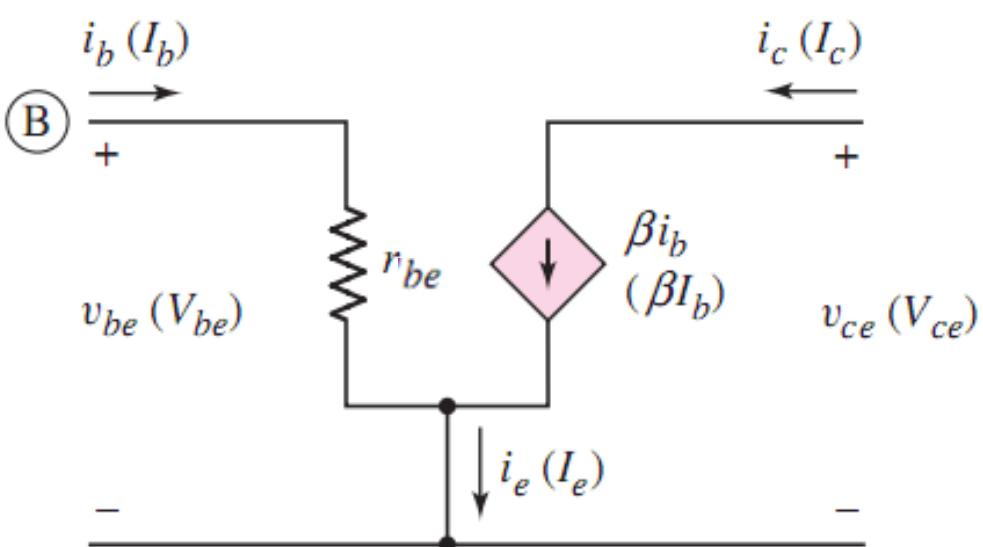
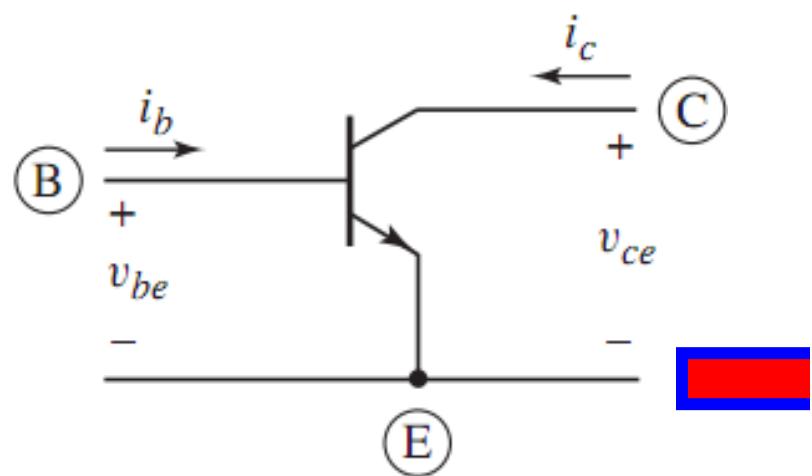
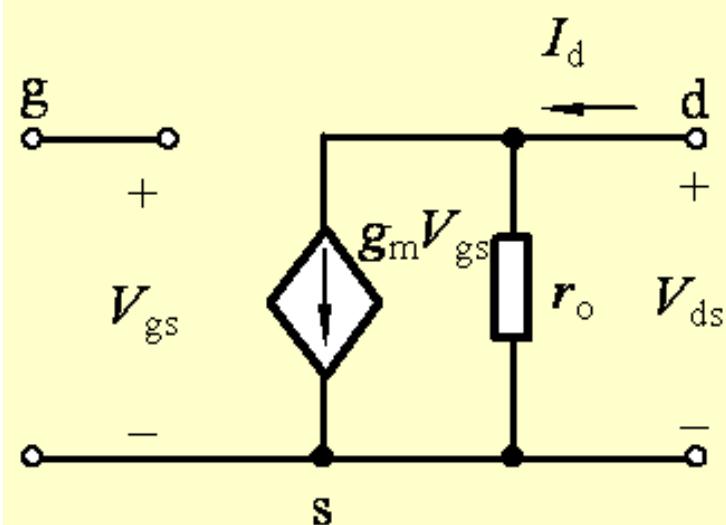
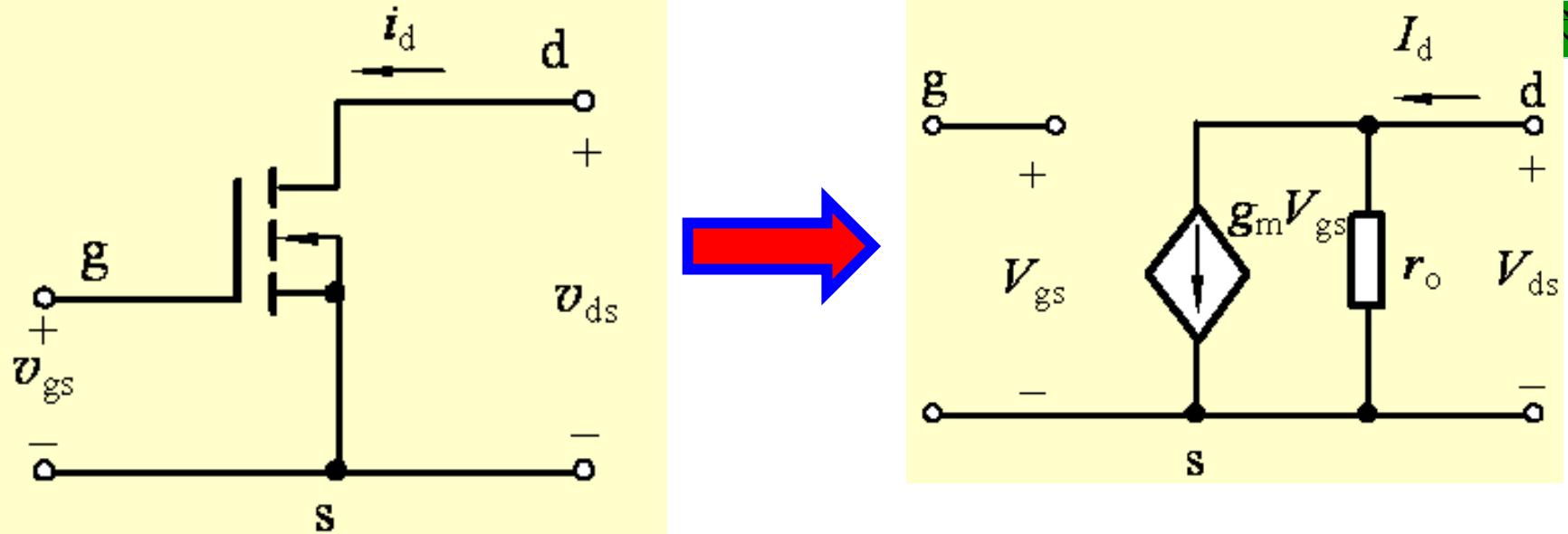
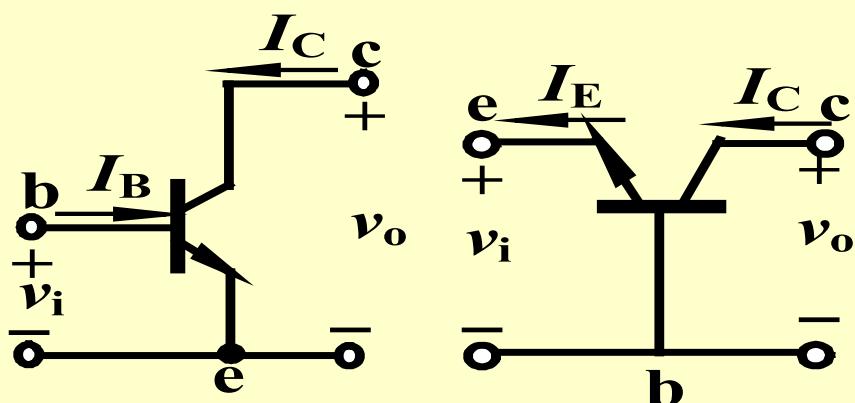
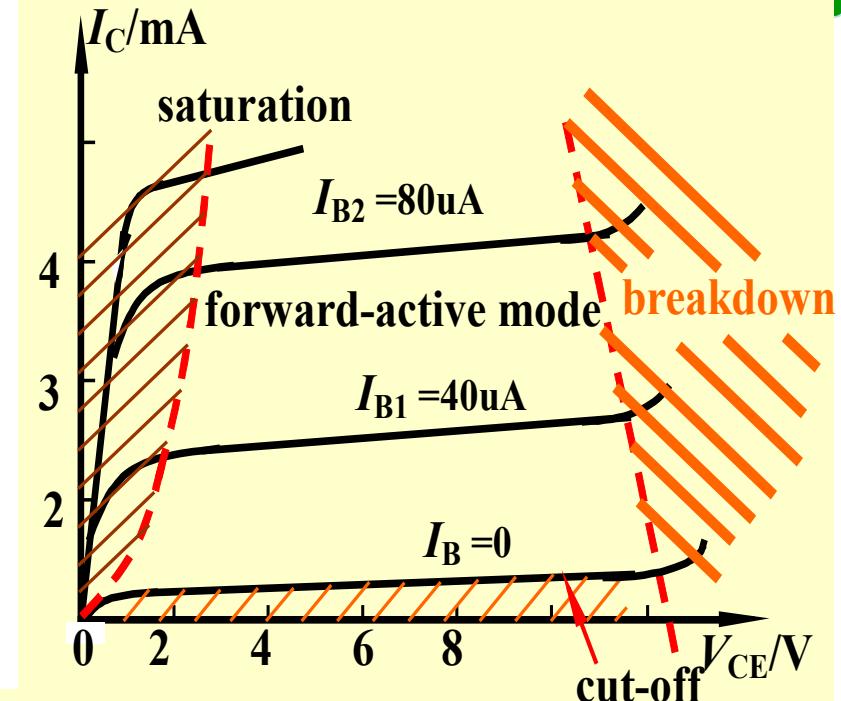
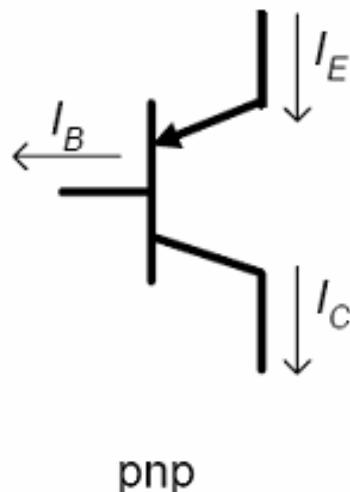
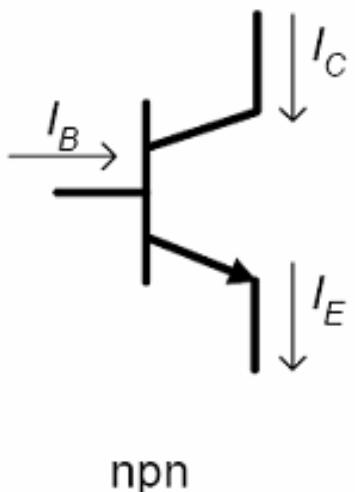


Figure 6.8 The BJT as a small-signal, two-port network

BJT



$$I_C = \beta I_B$$

$$I_C = \alpha I_E$$

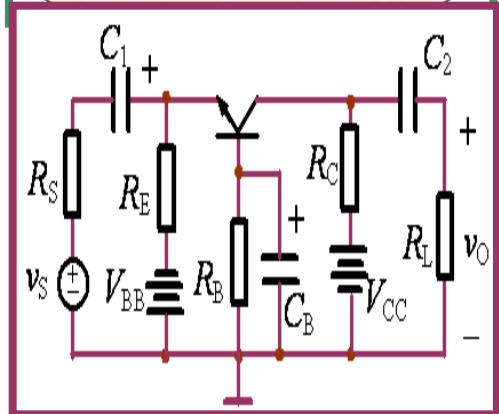
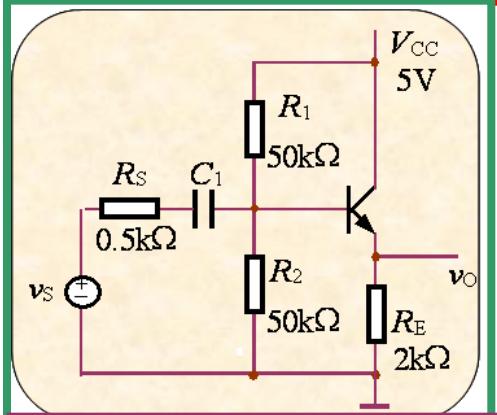
$$I_E = I_B / (1 - \alpha)$$

BJT Circuit Configurations

BJT **FET**

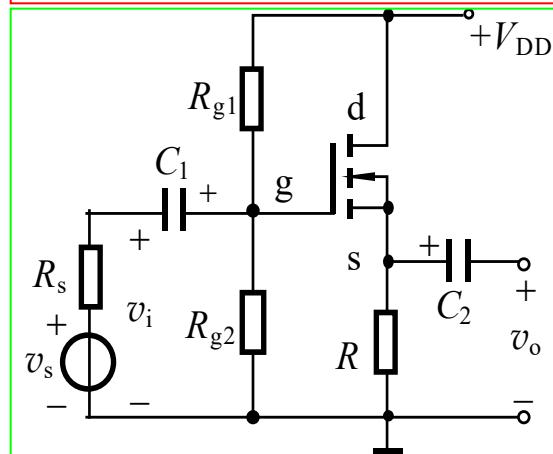
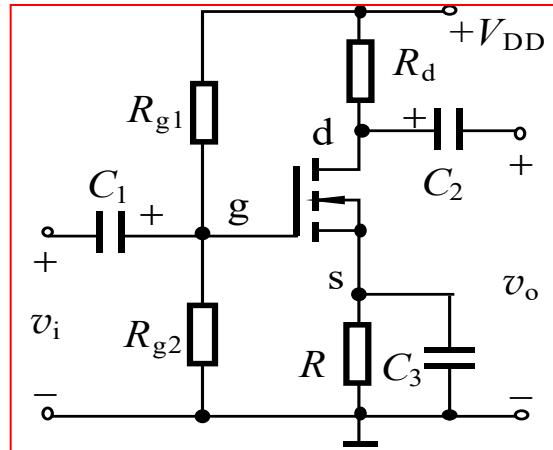
CE \leftrightarrow CS

反相电压放大器



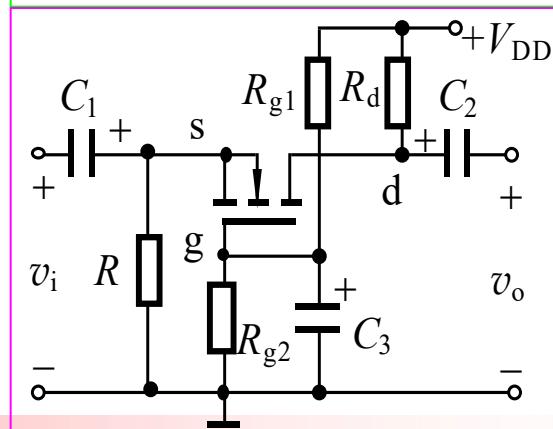
CC \leftrightarrow CD

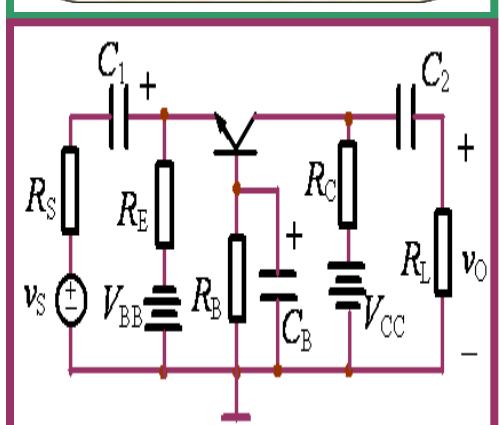
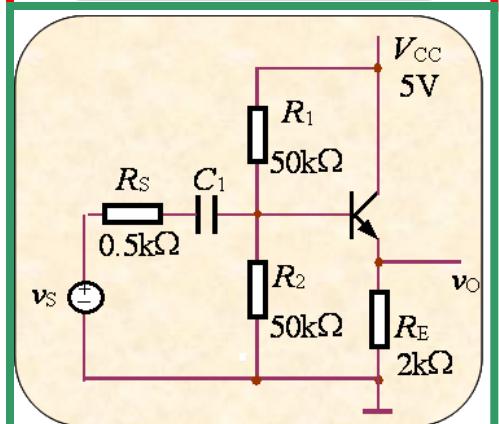
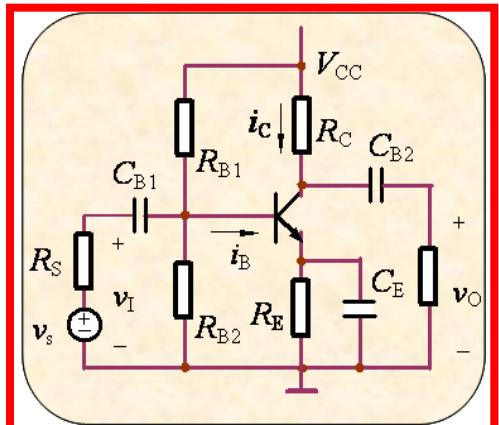
电压跟随器



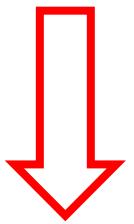
CB \leftrightarrow CG

电流跟随器

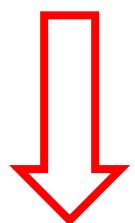




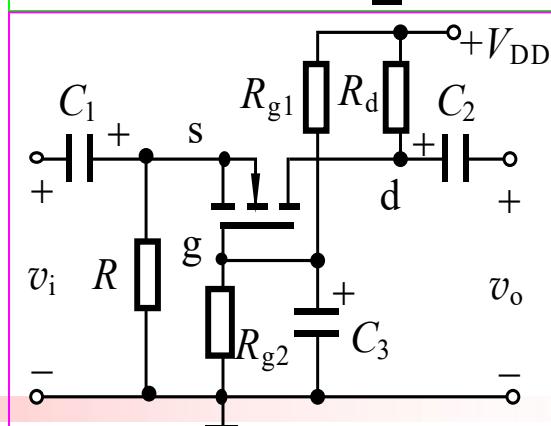
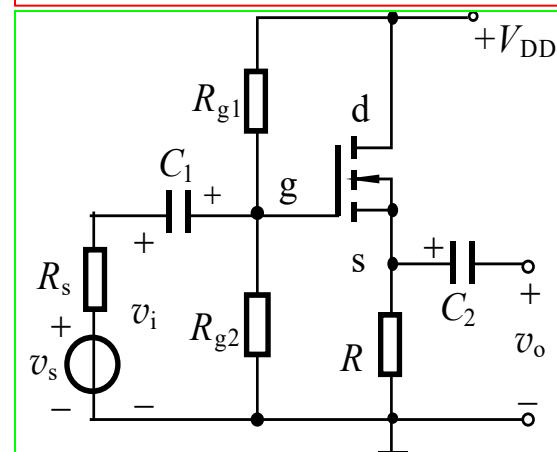
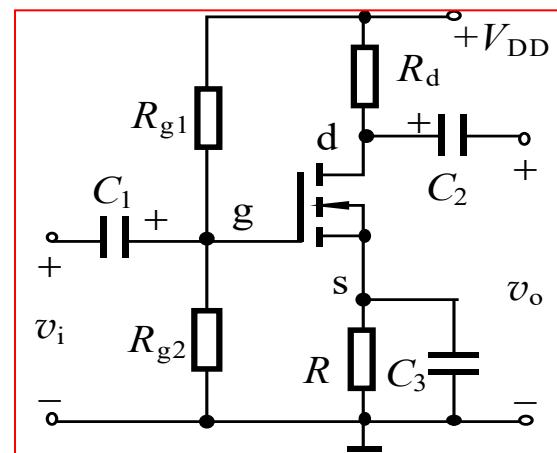
直流分析

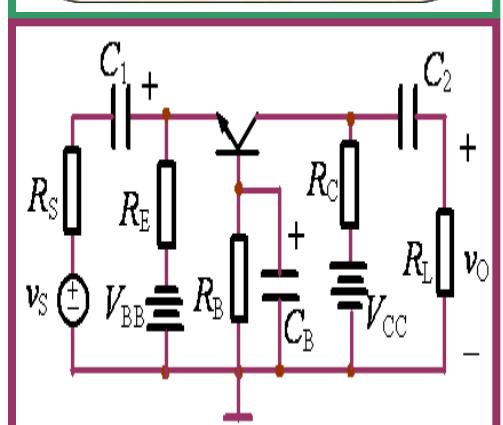
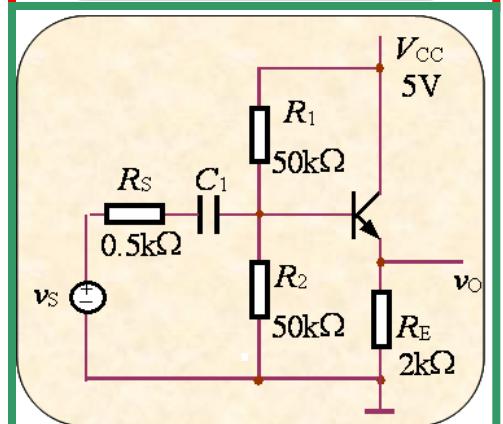
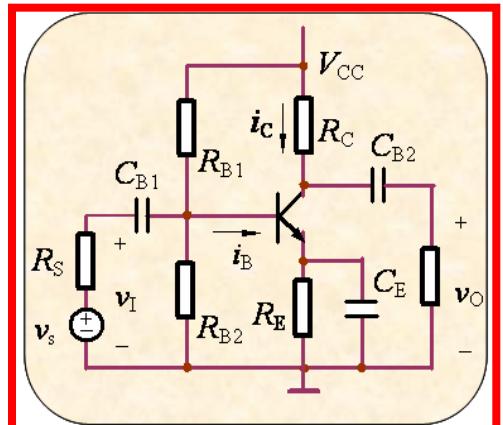


Q-point

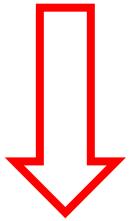


直流偏置合理

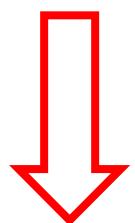




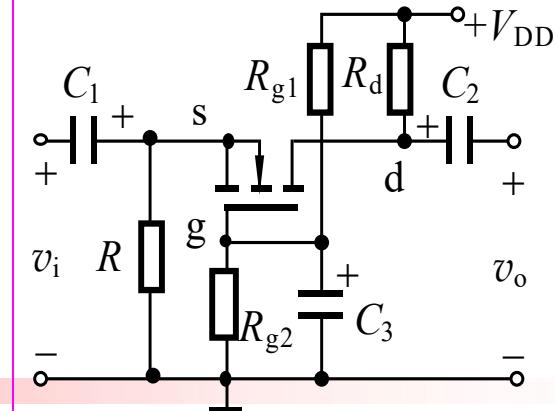
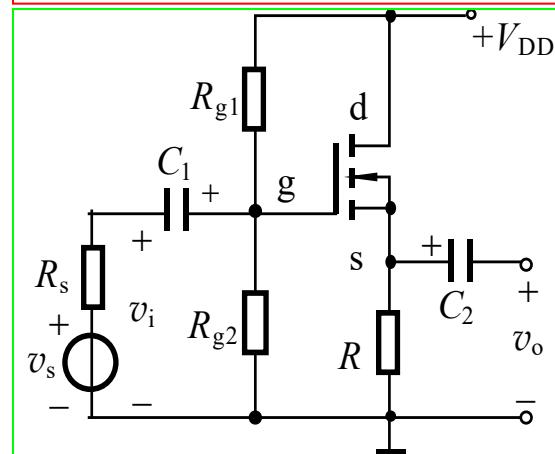
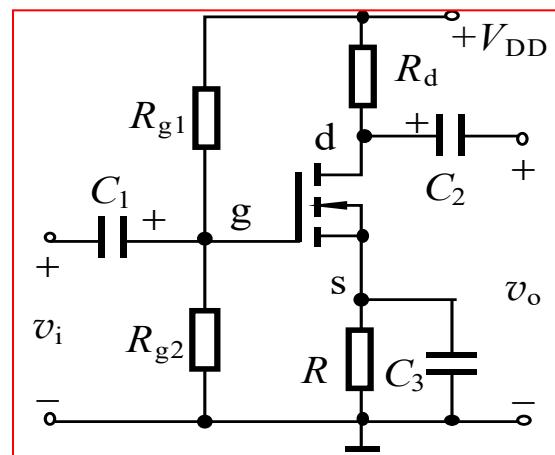
交流分析



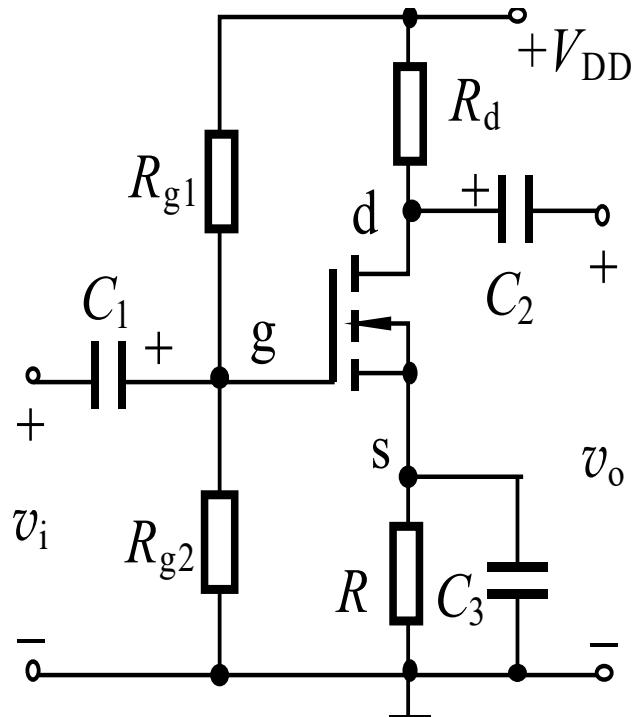
A_V , R_i , R_o



交流性能指标



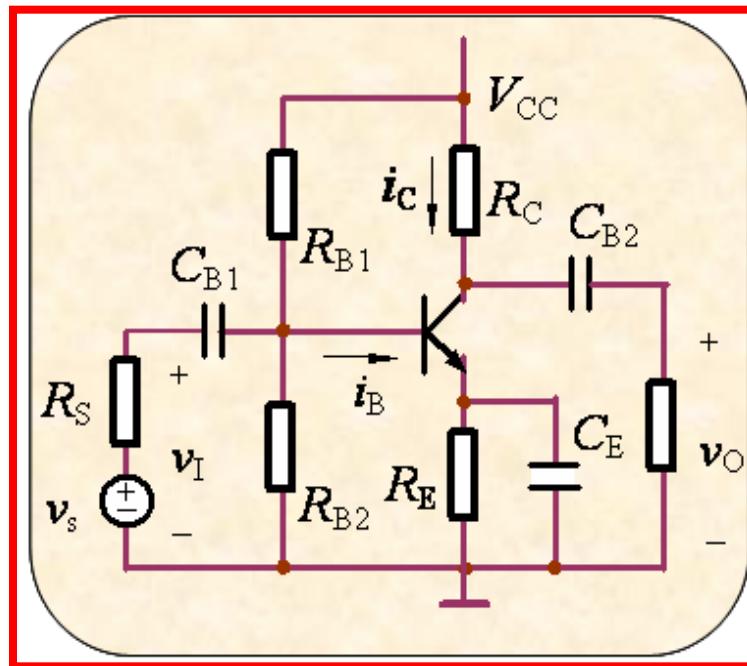
The Three Basic Amplifier Configuration:



$$A_V = -g_m R_d$$

$$R_i = R_{g1} // R_{g2}$$

$$R_o = R_d$$

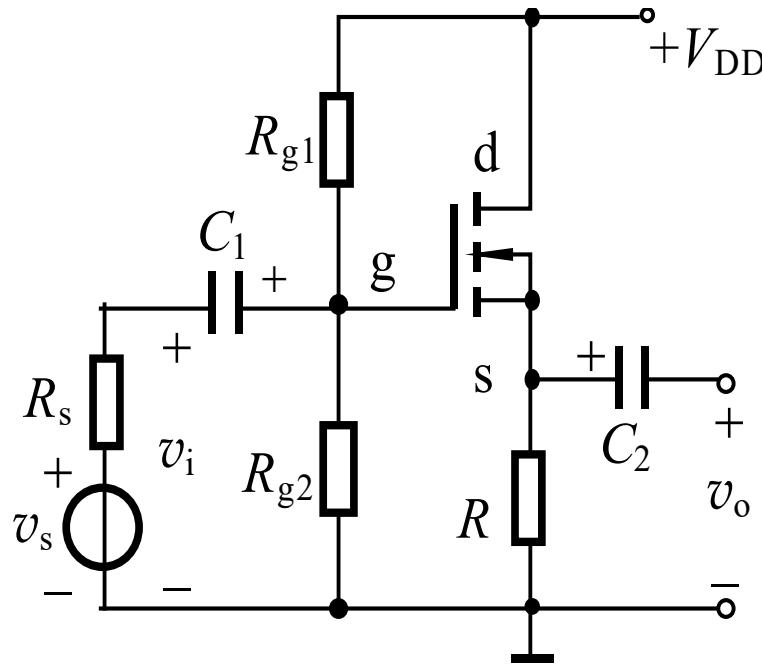


$$A_V = -\frac{\beta \cdot (R_C // R_L)}{r_{be}}$$

$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be}$$

$$R_o \approx R_C$$

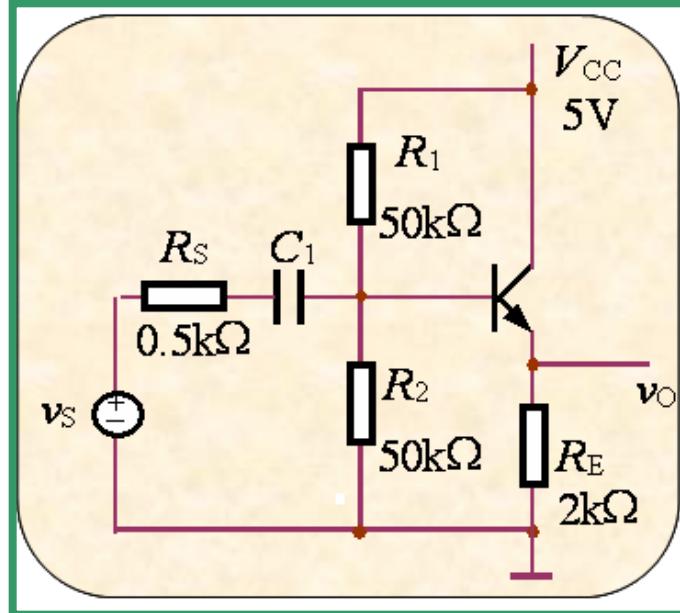
The Three Basic Amplifier Configuration:



$$A_V = \frac{g_m R_d}{1 + g_m R_d}$$

$$R_i = R_{g1} // R_{g2}$$

$$R_o = \frac{1}{g_m} // R$$

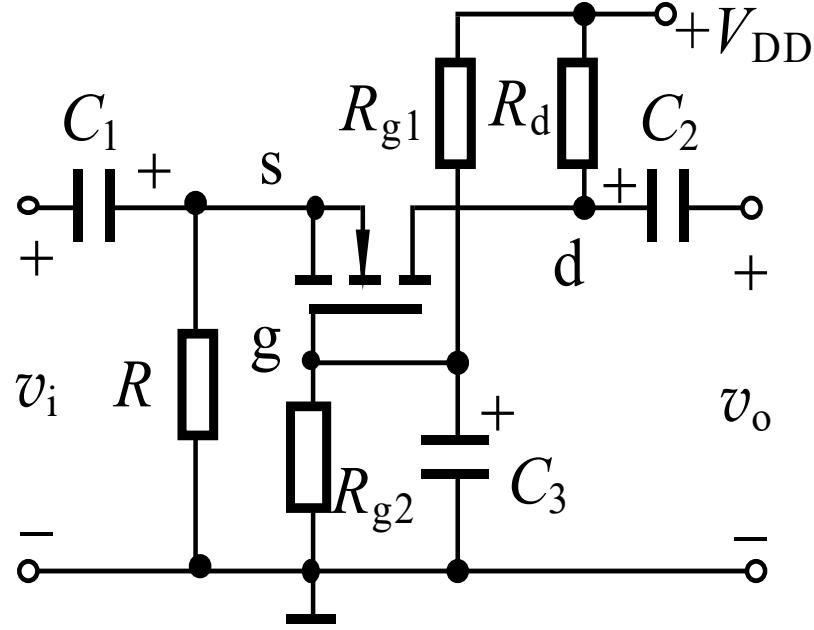


$$A_V = \frac{(1 + \beta)(R_E // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)(R_E // R_L)}$$

$$R_i = R_1 // R_2 // [r_{be} + (1 + \beta)(R_E // R_L)]$$

$$R_o = R_E // \frac{R'_s + r_{be}}{1 + \beta}$$

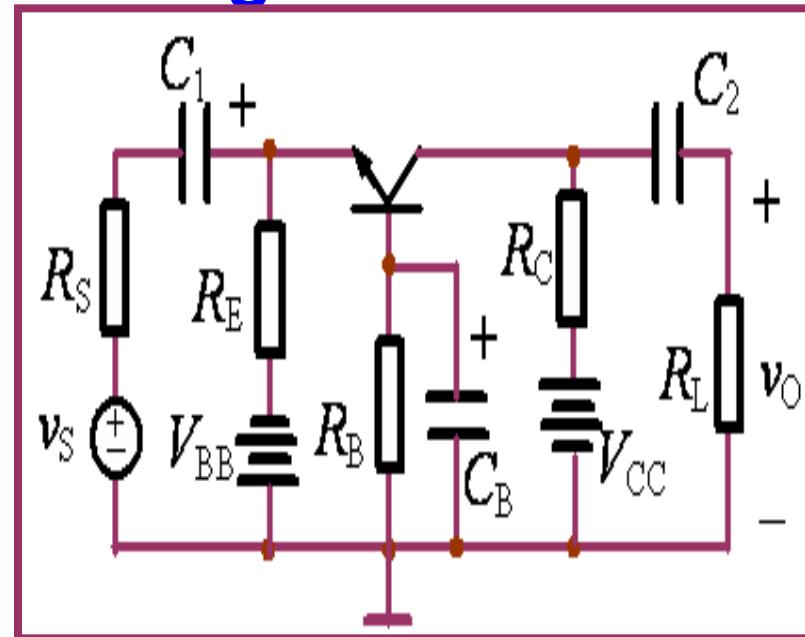
The Three Basic Amplifier Configuration:



$$A_V = g_m R_D$$

$$R_i = \frac{1}{g_m} // R$$

$$R_o = R_d$$



$$\frac{\beta \cdot (R_C // R_L)}{r_{be}}$$

$$R_E // \frac{r_{be}}{1 + \beta}$$

$$R_o \approx R_C$$

1 、 (12 points)

For the NMOS amplifier in Figure 1, the circuit parameters are:

$$K_n = 1 \text{ mA/V}^2, \lambda = 0; V_T = 2 \text{ V}, g_m = 2K_n(V_{GSQ} - V_T) = 2\sqrt{K_n I_{DQ}},$$

In the saturation region, the drain current is $i_D = K_n(v_{GS} - V_T)^2$,

In the nonsaturation region, the drain current is $i_D \approx 2K_n(v_{GS} - V_T)v_{DS}$,

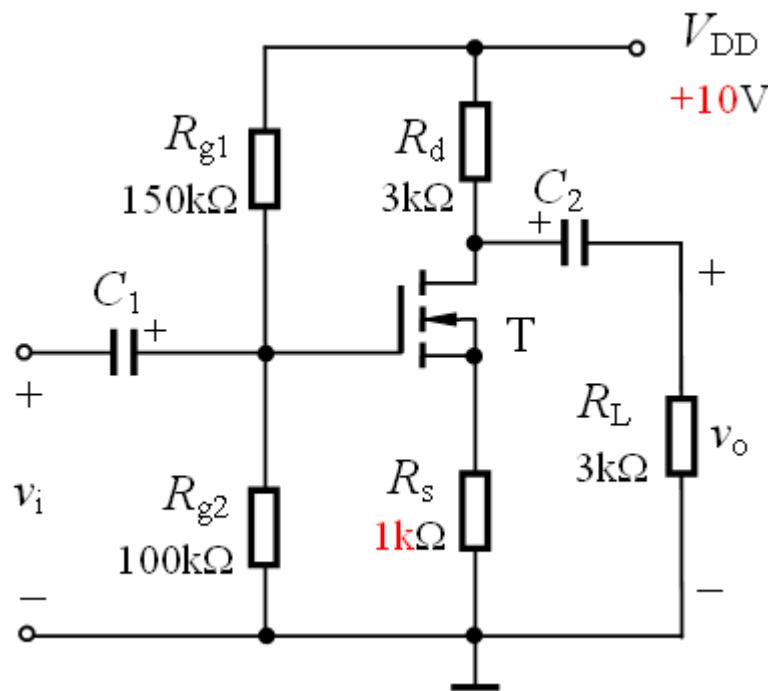
- (1) Find the Q-point;
- (2) Sketch the Small-Signal Equivalent Circuit;
- (3) Find $A_v = v_o / v_i$;
- (4) Find R_i and R_o



4.8 An Example for CS amplifier

视频 4.8 An Example for CS amplifier

文档 4.8 An Example for CS amplifier



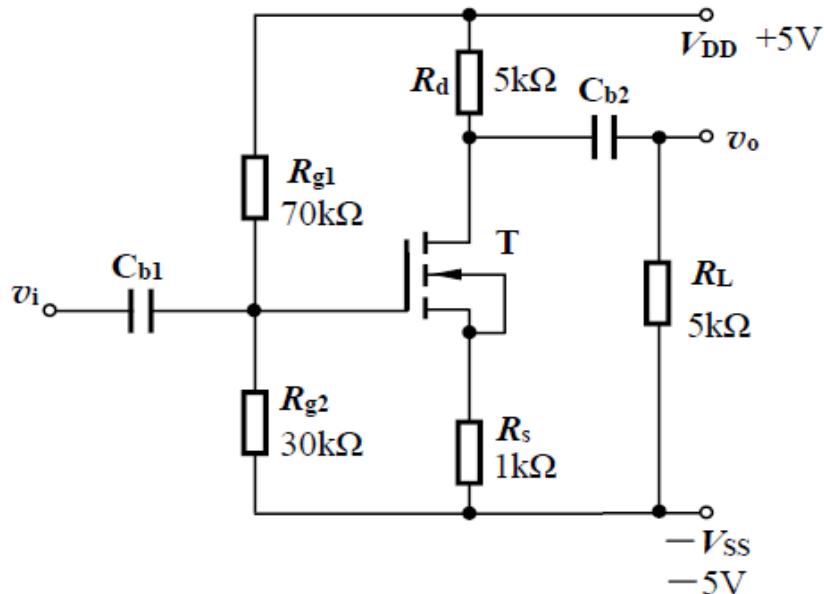
分 数	
评卷人	

2、(22 分)

放大电路如图 2 所示。已知 MOSFET 的 $K_n = 1 \text{mA/V}^2$, $\lambda = 0$, $V_{TN} = 1 \text{V}$, 通带内电容可视为交流短路。

- (1) 标出电容 C_{b1} 和 C_{b2} 的极性;
- (2) 求静态工作点 Q (即 I_{DQ} 、 V_{GSQ} 、 V_{DSQ}), 并判断 MOSFET 工作在哪个区;
- (3) 画出电路的小信号等效电路, 要标出受控源的控制量和受控量;
- (4) 求互导 g_m 、电压增益 A_v 的值;
- (5) 求电路的输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o 的值;
- (6) 若想降低该电路的下限截止频率 f_L , 应该选择电容值更大还是更小的 C_{b1} 和 C_{b2} ?

若想提高该电路的上限截止频率 f_H , 可以改变场效应管 T 的哪些参数?



1、基本概念

2、低频响应

3、高频响应

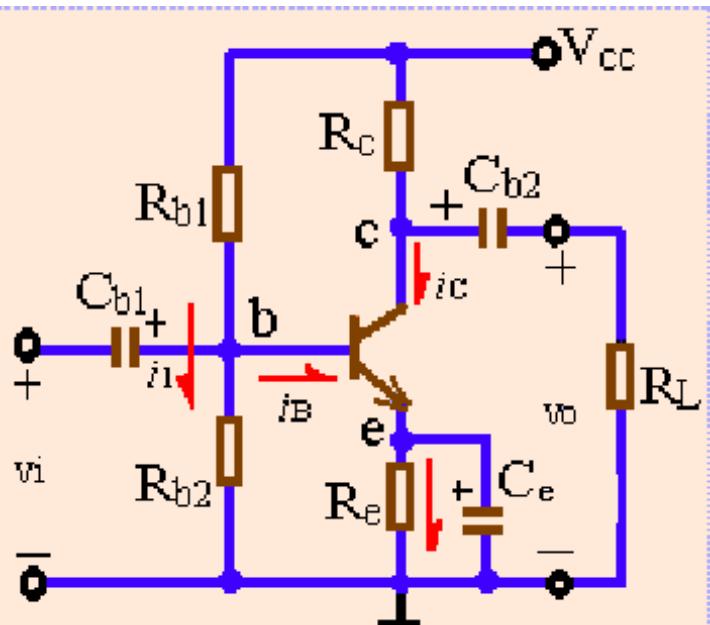


图 3.5.1 射极偏置电路

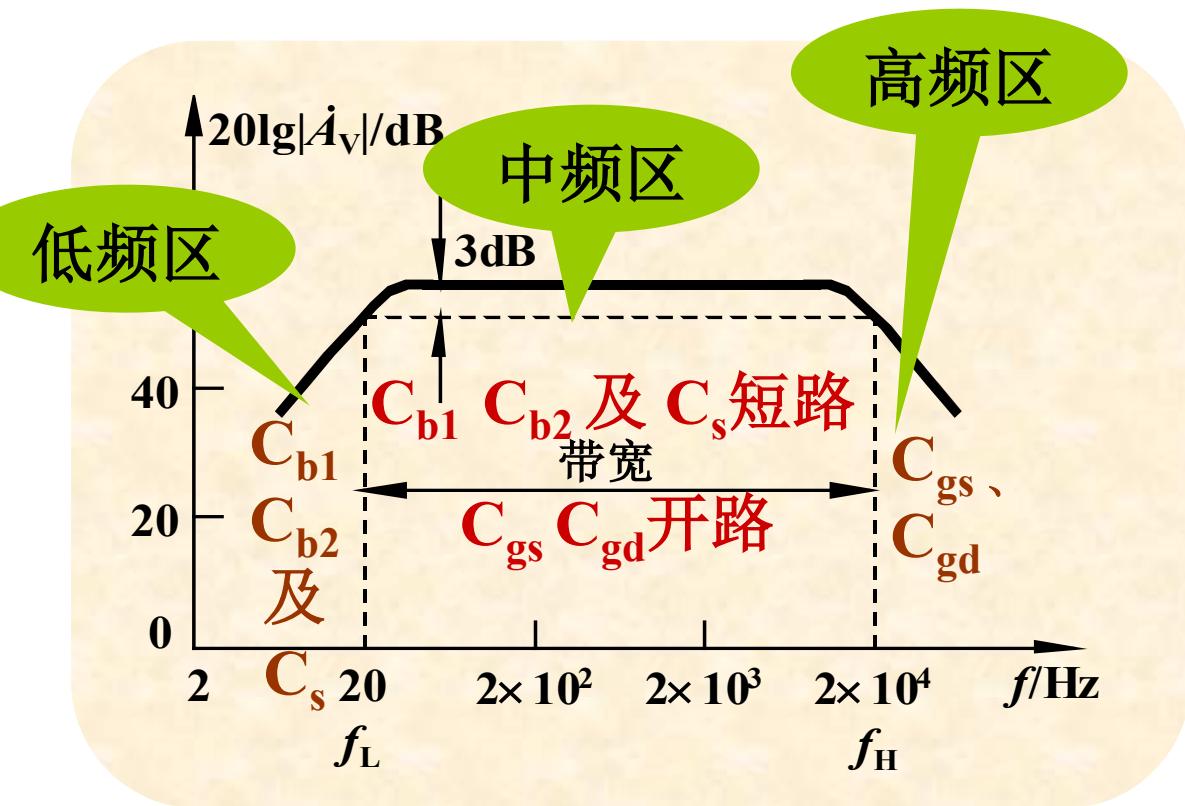
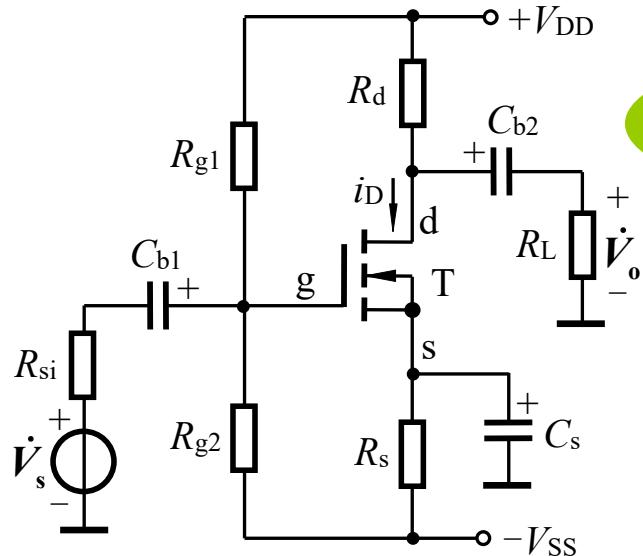
$$\dot{A}_V = -\frac{\beta \cdot (R_C // R_L)}{r_{be}}$$

Chap6 频率响应

1、基本概念

2、低频响应

3、高频响应



1、电流源

会辨认电流源；会计算镜像电流源的电流。

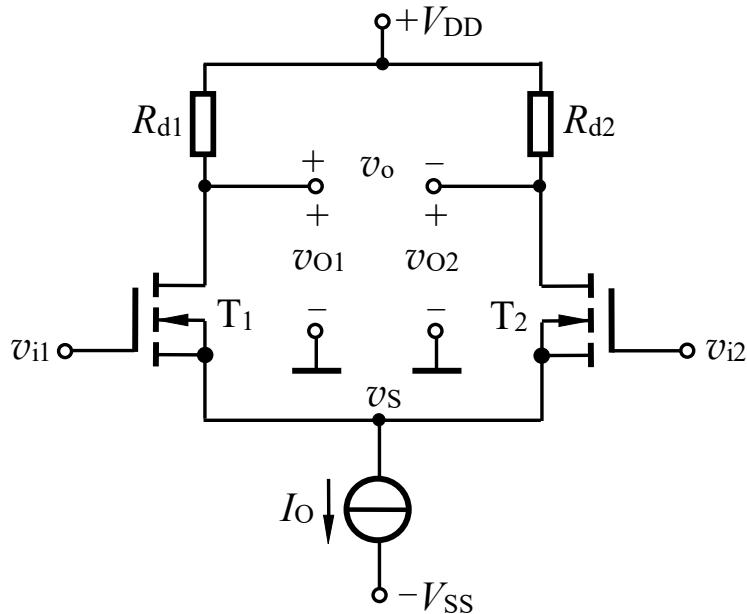
2、差分电路

基本概念：差模与共模、抑制共模（零漂）的原理；

如何提高差分性能指标（单出 双出）

基本分析方法：如何转换为单边电路；

R_o 的等效， R_L 的折算

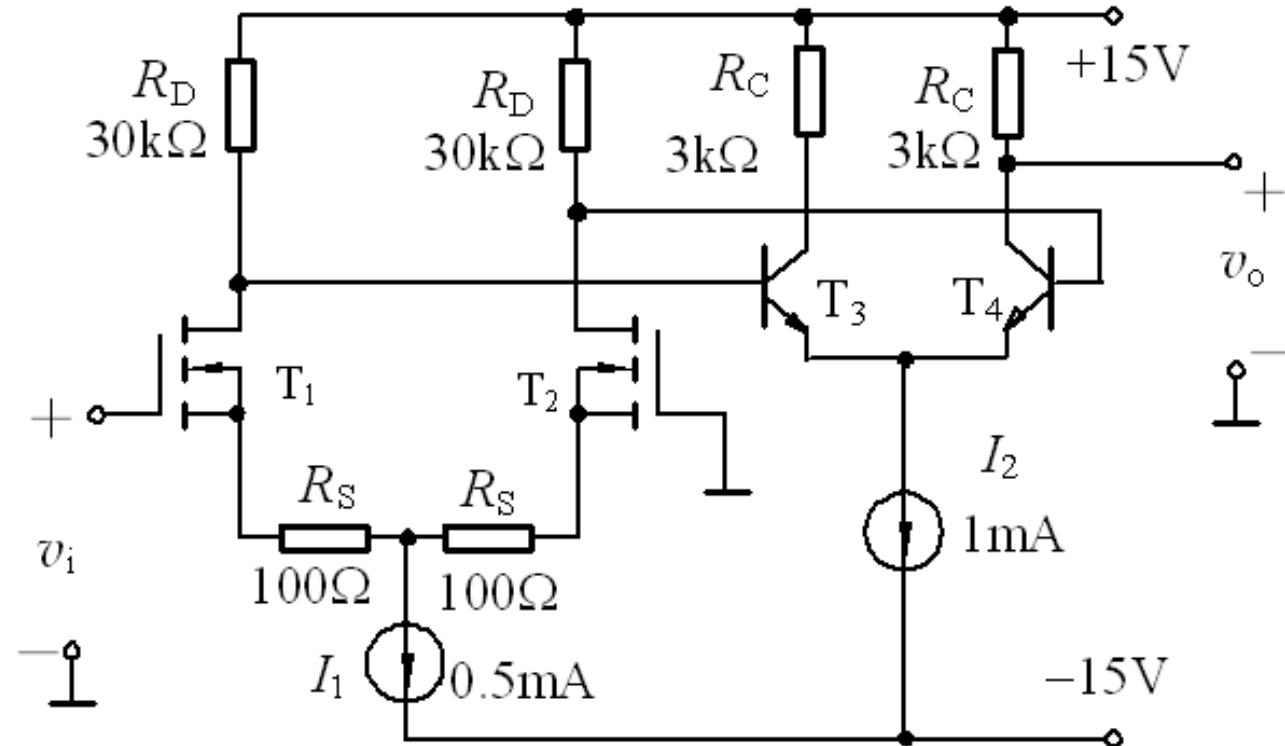


Chap7 差分放大电路

3、多级放大器的动态计算

下一级的输入电阻是前一级的负载电阻

4、集成电路运算放大器 主要参数



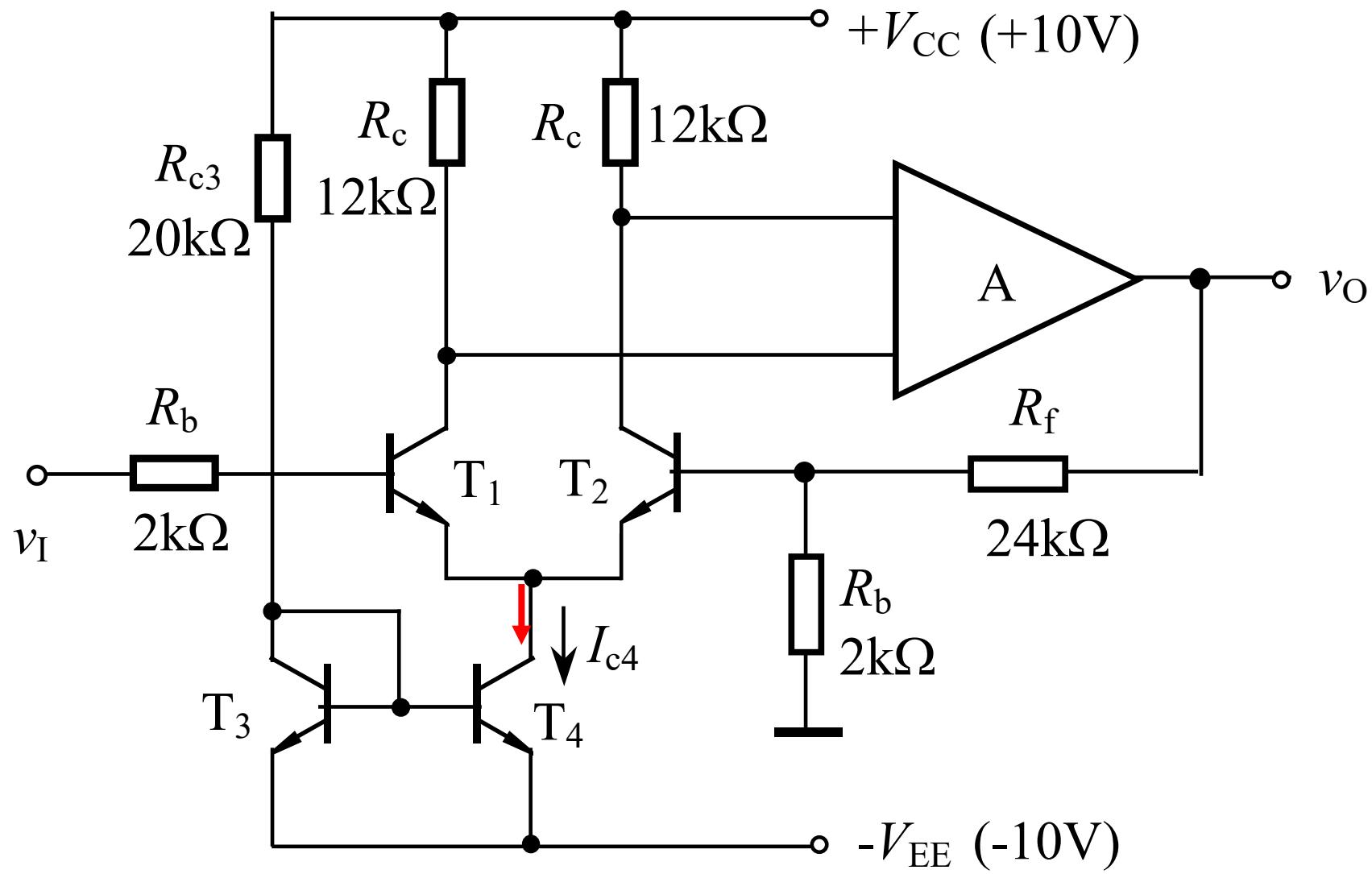
Chap8 反馈放大电路

- ①反馈有关的基本概念。
- ②反馈组态的判断。
- ③深度负反馈条件下的近似计算。
- ④负反馈对放大电路性能的影响。

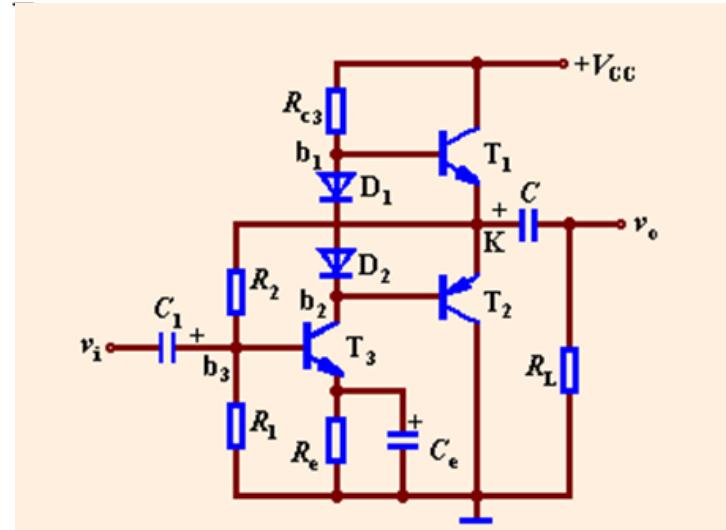
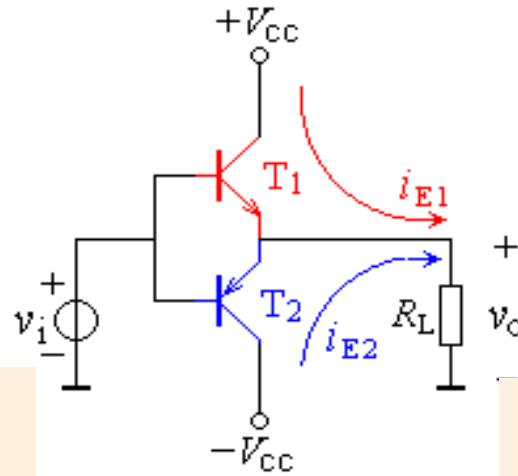
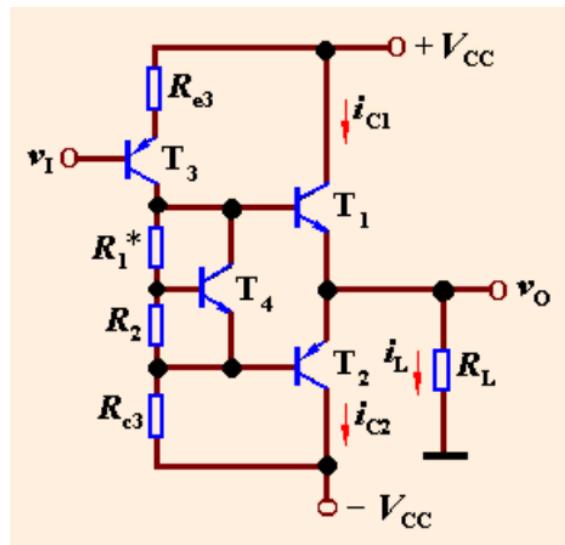
(3) 要使电路引入的反馈为负反馈, 试在图中标出运放 A 输入端的“+”、“-”号; + 球

(4) 电路中引入了什么组态(类型)的反馈? +

(5) 电路处于深度负反馈, 求该电路的闭环电压增益。



- 1、提高效率和减少非线形失真矛盾的方法：甲类->乙类->甲乙类
- 2、指标计算： P_o 、 P_T 、效率及功放管安全工作参数

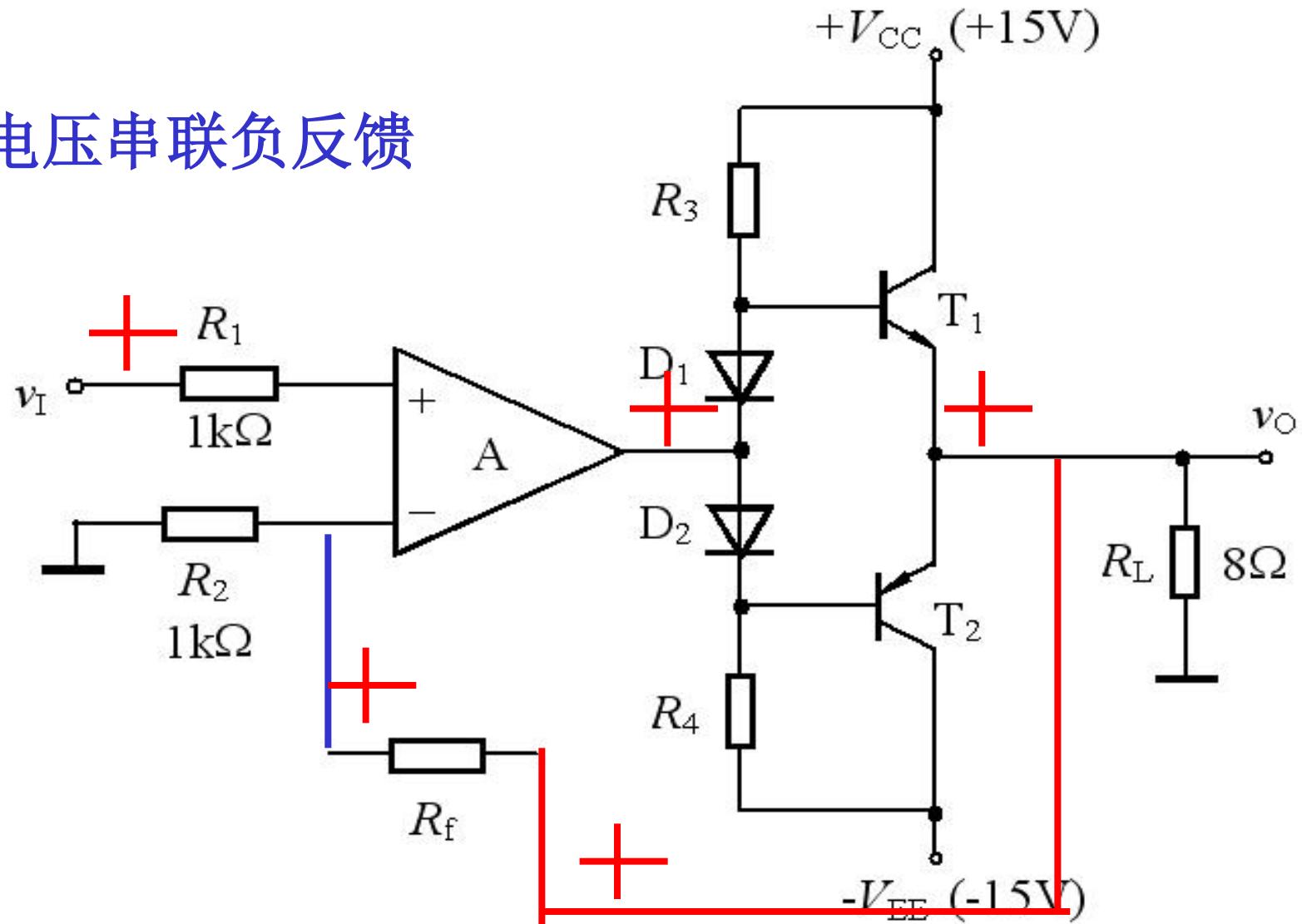


电路如图 3 所示。试分析：

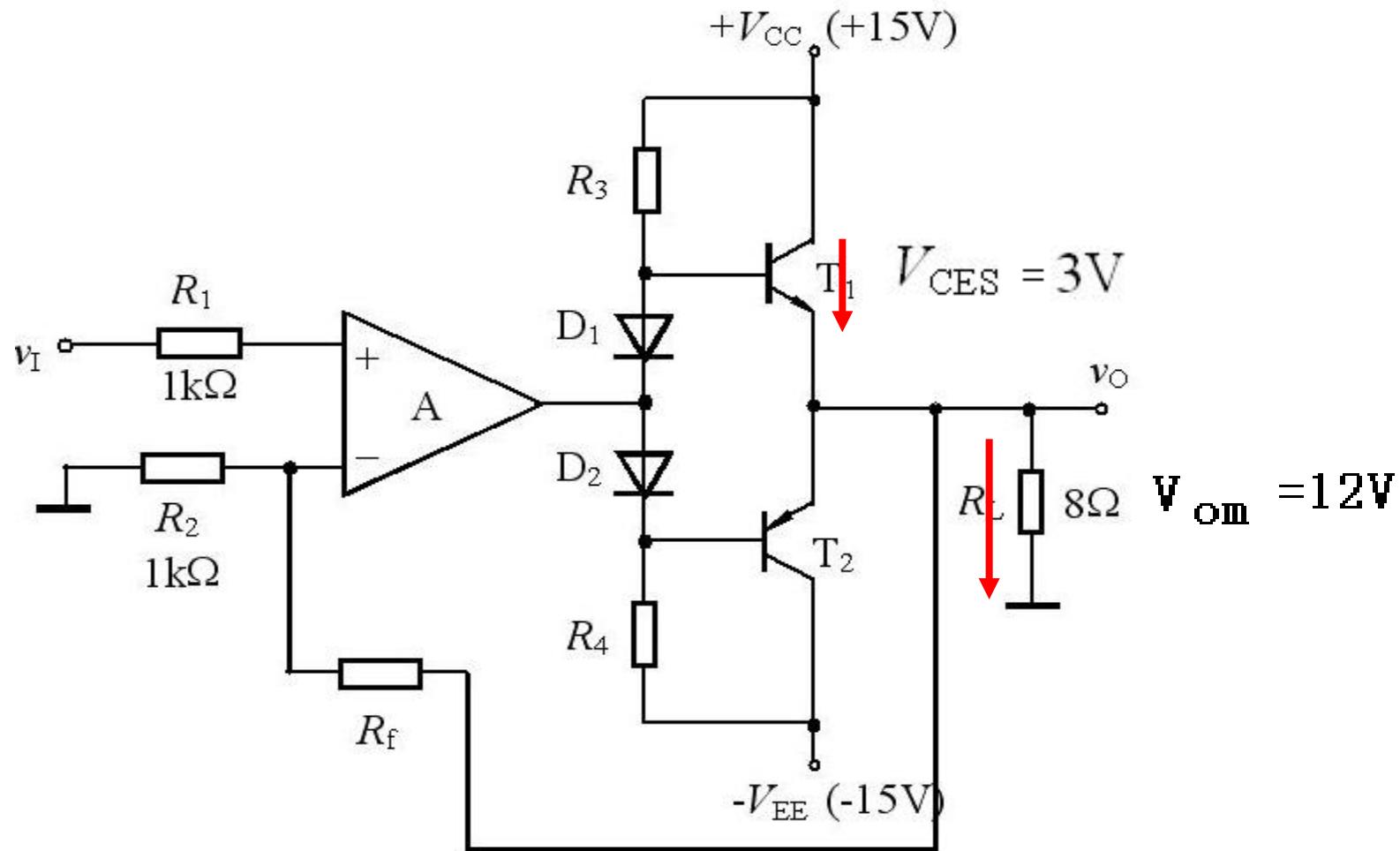
- (1) D_1 和 D_2 构成的电路有什么作用？
- (2) 希望在不增加其它任何元器件情况下，通过图中反馈电阻 R_f 引入负反馈，以稳定输出电压 v_o 。试画出反馈通路的连线，并说明该反馈是什么组态；
- (3) 假设引入的负反馈为深度负反馈， T_1 、 T_2 的饱和管压降 (V_{CES}) 为 3V。当电路输入幅值为 300mV 的正弦波信号时，若要求负载电阻 R_L 上得到最大不失真输出电压，反馈电阻 R_f 应取多大？此时负载获得的功率有多大？

(2) 希望在不增加其它任何元器件情况下, 通过图中反馈电阻 R_f 引入负反馈, 以稳定输出电压 v_o 。试画出反馈通路的连线, 并说明该反馈是什么组态;

电压串联负反馈

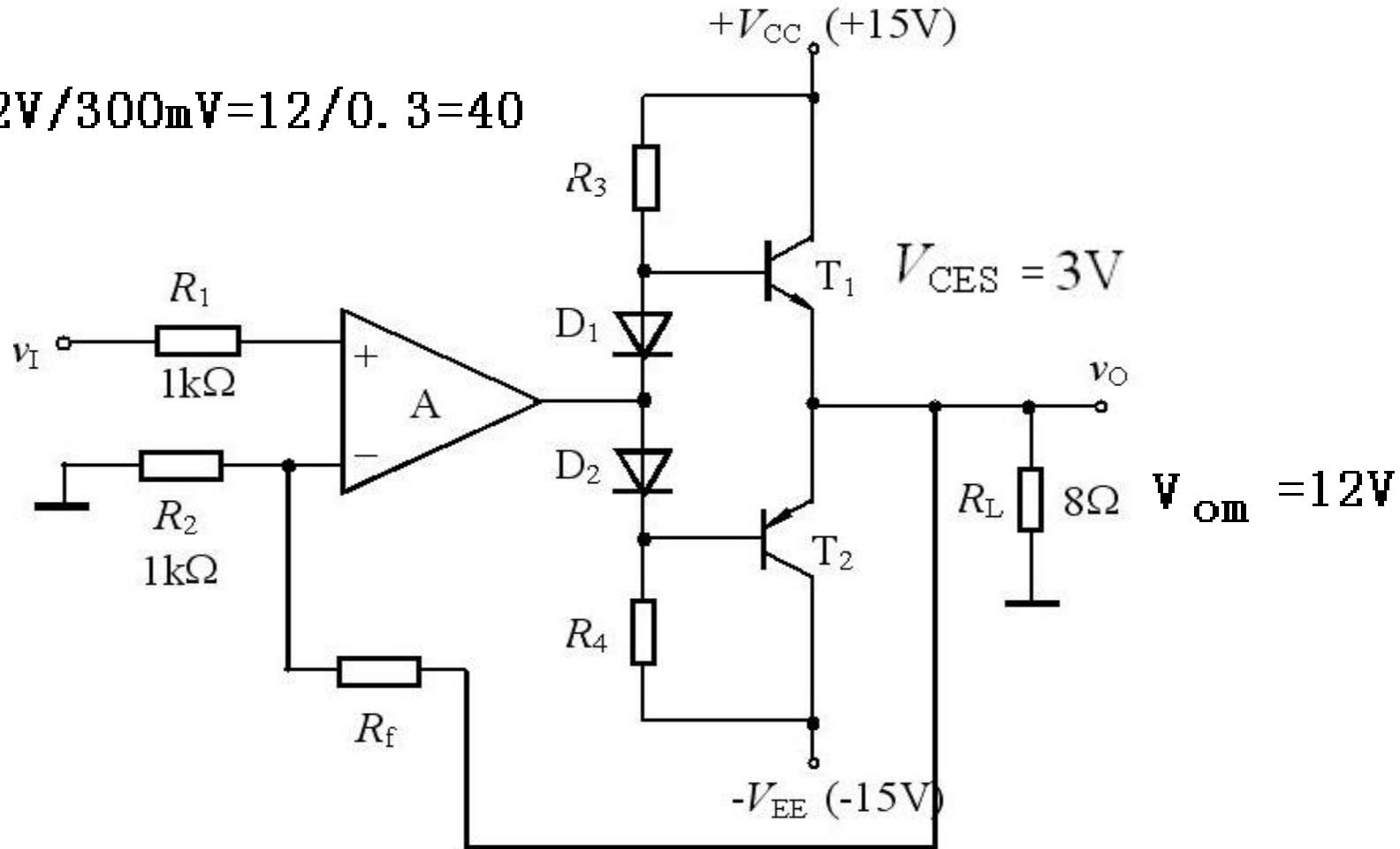


(3) 假设引入的负反馈为深度负反馈, T_1 、 T_2 的饱和管压降 (V_{CES}) 为 3V。当电路输入幅值为 300mV 的正弦波信号时, 若要求负载电阻 R_L 上得到最大不失真输出电压, 反馈电阻 R_f 应取多大? 此时负载获得的功率有多大?

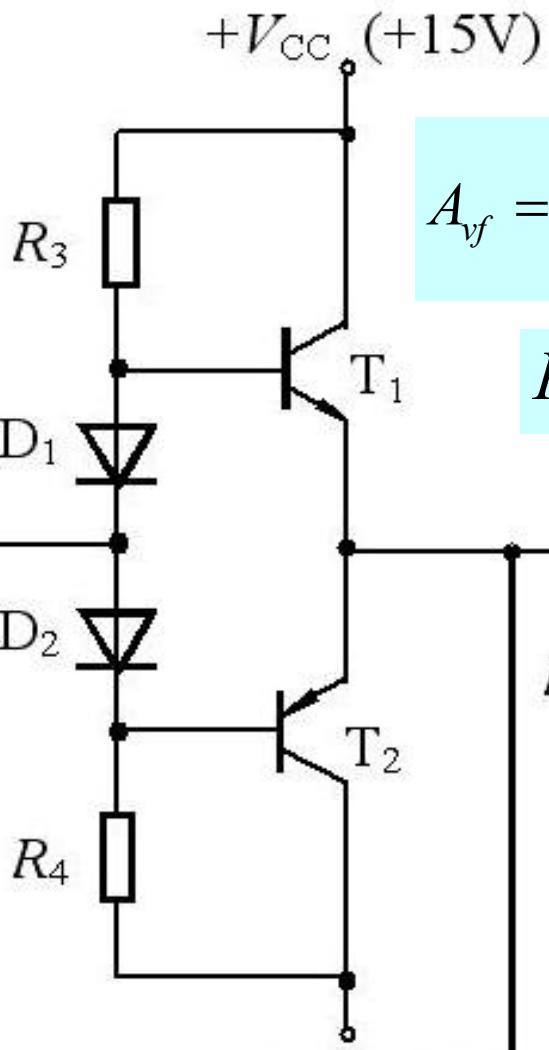
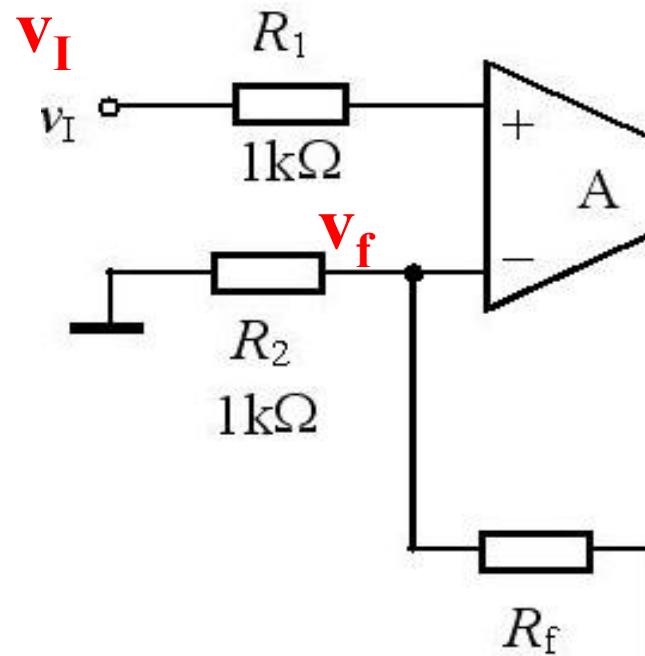


(3) 假设引入的负反馈为深度负反馈, T_1 、 T_2 的饱和管压降 (V_{CES}) 为 3V。当电路输入幅值为 300mV 的正弦波信号时, 若要求负载电阻 R_L 上得到最大不失真输出电压, 反馈电阻 R_f 应取多大? 此时负载获得的功率有多大?

$$A_v = 12V / 300mV = 12 / 0.3 = 40$$

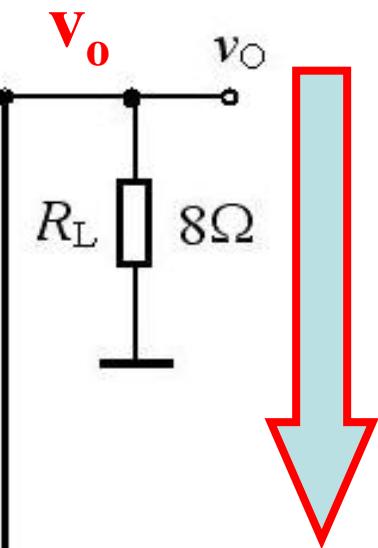


$$v_f = v_I = \frac{R_2}{R_2 + R_f} v_0$$



$$A_{vf} = \frac{v_0}{v_I} = \frac{R_2 + R_f}{R_2} = 40$$

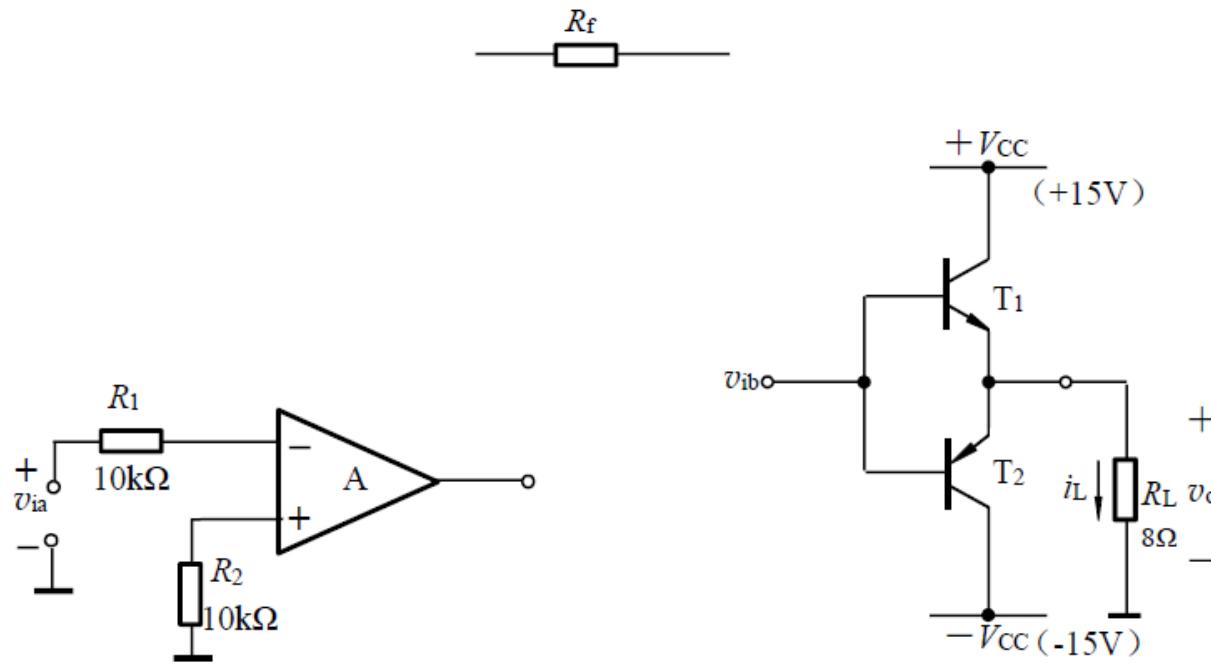
$$R_2 = 1k\Omega$$



$$R_f = 39k\Omega$$

电路如图 3 (b) 所示, BJT 管的导通电压 $|V_{BE}|=0.7V$, 饱和管压降 $|V_{CES}|=1V$, 图 3 (a) 中集成运算放大器 A 的最大输出电压幅值为 $\pm 13V$ 。

- (1) 假设图 3 (b) 电路输入电压为正弦波, 交越失真可以忽略, 求电路的最大输出功率的值;
- (2) 为了使输出电压 v_o 稳定, 通过图中的反馈电阻 R_f 引入合适的负反馈, 合理连接电路 (a)、(b) 和反馈电阻 R_f , 若满足深度负反馈时, 电路的闭环电压增益的绝对值为 10, 求此时反馈电阻的值;
- (3) 在 (2) 的基础上, 假设图 3 (a) 电路输入电压为正弦波, 交越失真可以忽略, 求此时电路的最大输出功率的值;



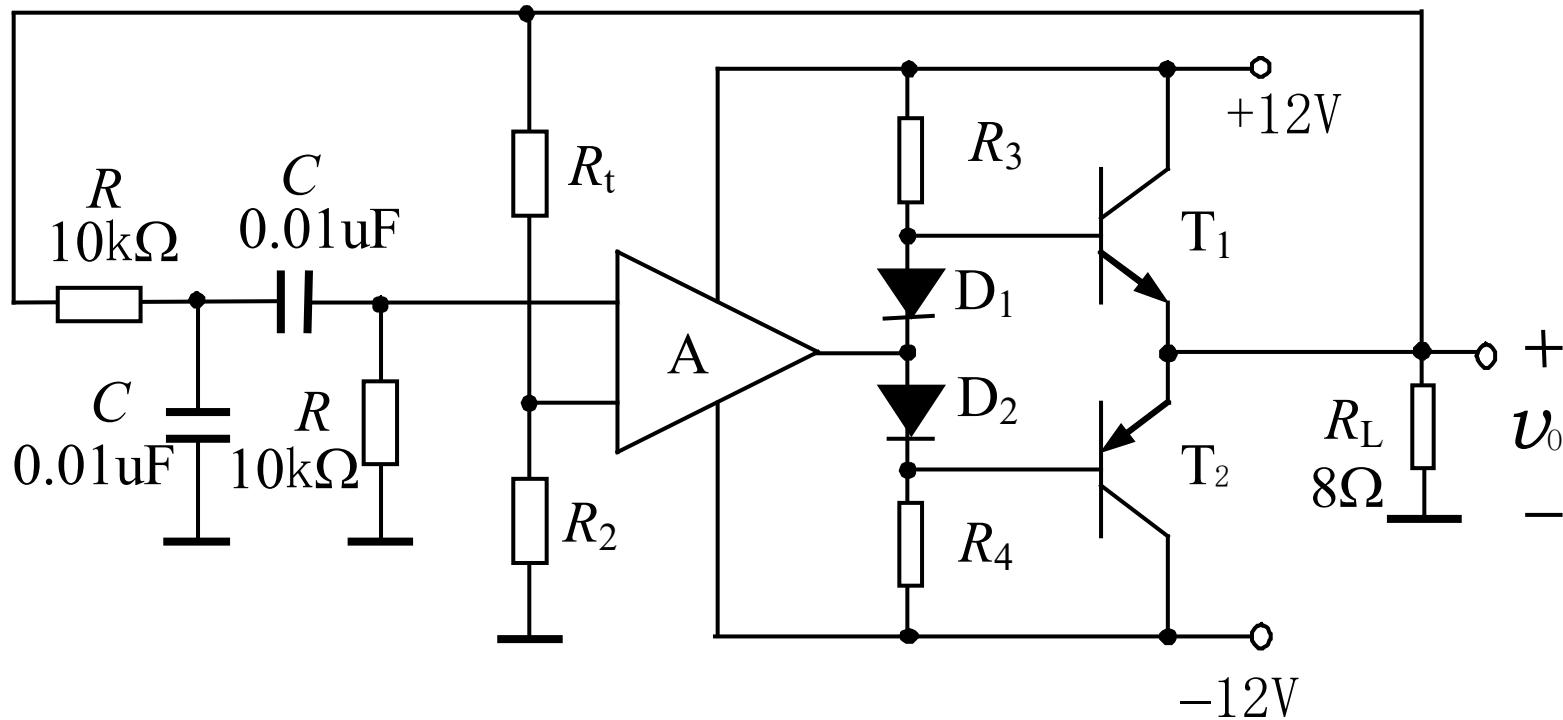
Chap10 信号处理与信号产生电路

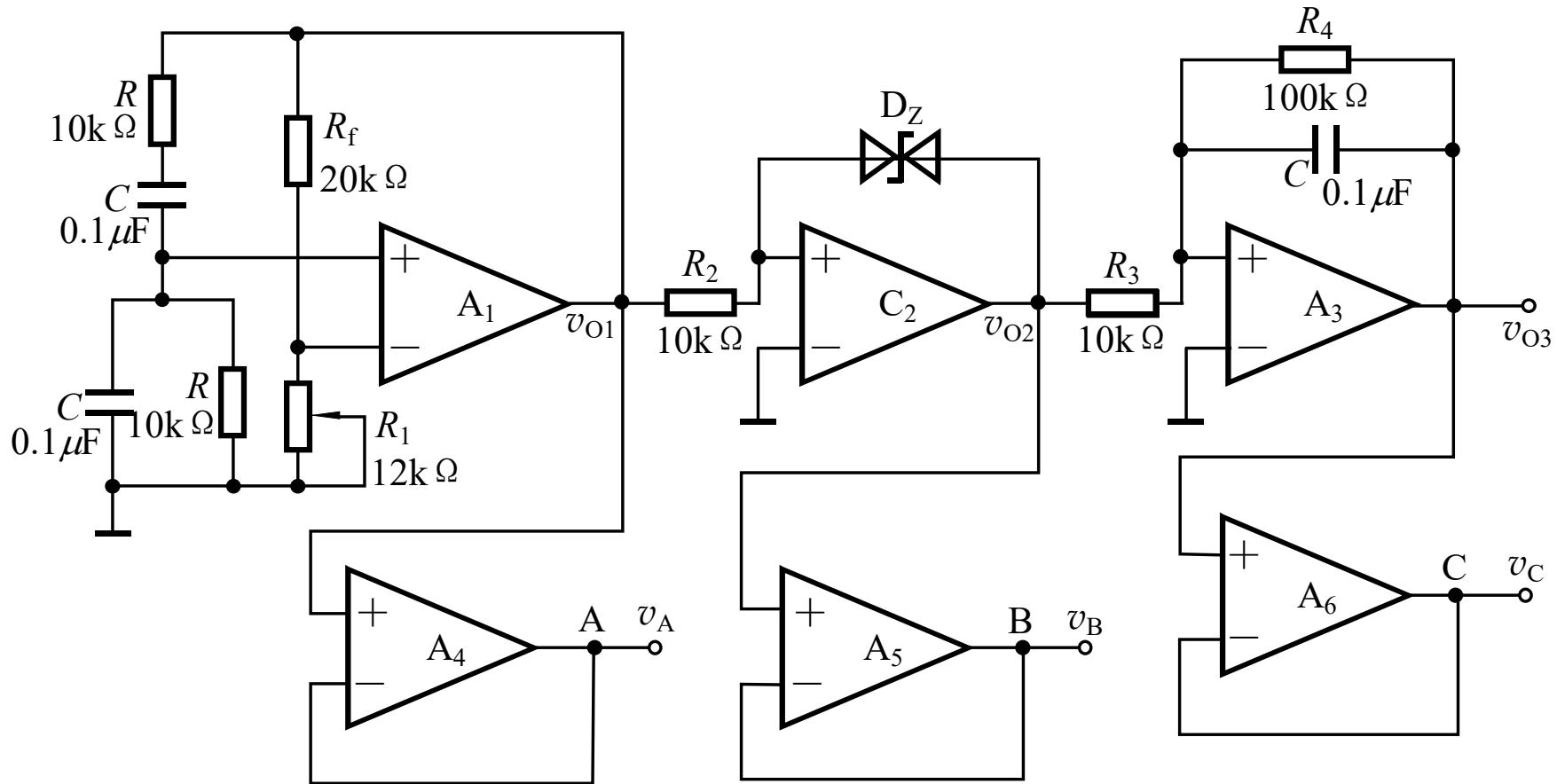
- 1、滤波器类型，传递函数
- 2、RC正弦波振荡电路：相位条件，振荡频率计算，起振条件，稳幅原理
- 3、电压比较器：门限电压计算，画传输特性，画输出波形；（单门限、迟滞）
- 4、方波、三角波产生：迟滞比较器+积分电路的综合应用

7. (18 Points)

The oscillator circuit is shown in Figure 7; assume the op-amp is ideal.

- (1) Determine the noninverting and inverting input terminal of the operational amplifier A with sign of “+” and “-” in the figure.
- (2) Determine the oscillating frequency.
- (3) At room temperature, the value of thermistor $R_t=10k\Omega$, determine the range of R_2 value to start the oscillation.
- (4) Explain the function of D_1 and D_2 .
- (5) The collector-emitter saturation voltage of T_1 and T_2 are negligible, determine the maximum output power.
- (6) Evaluate the maximum transistor power dissipation P_{Tm} .





Chap11 直流稳压电源

1、桥式整流、电容滤波电路：

工作原理，输出直流电压与输入交流电压有效值的定量关系。

2、串联稳压电路

即电压串联负反馈稳压原理，输出电压（及调节范围）的计算，三端集成稳压器的简单应用。

考试重点

1、分立元件放大电路的分析

以第4章为主，MOSFET和差分电路；

2、负反馈

组态和极性的判断；

负反馈对放大电路性能的影响；

根据负反馈影响，已知欲改善的性能，能自己引入负反馈；

深度负反馈下的近似计算

3、集成运放的应用电路分析

第一章 绪论

第二章 运算放大器

第三章 二极管及其基本电路

第四章 场效应三极管及其放大电路

第五章 BJT及其放大电路

第六章 频率响应

第七章 模拟集成电路

第八章 反馈放大电路

第九章 功率放大电路

第十章 信号处理与信号产生电路

第11章 直流稳压电源



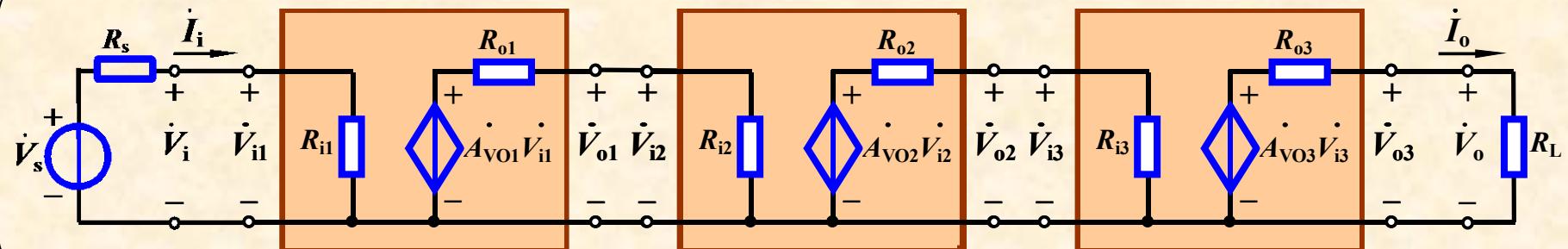
复习方法建议

- 1.复习提到的相关内容；
- 2.复习各章作业；
- 3.再统览所有知识点，形成知识网络；（**每人在A4纸上完成**）
- 4.如有时间，可适量作些其它习题（最好有答案）。
- 5.重点内容为：

第四章 基本放大电路基础

第八章 负反馈放大电路

第二，十，十一章 集成运放的应用



输入级— $R_i \uparrow$
共集、共射

$R_i \uparrow$

场效应管 差分放大电路

2个信号相减

直接耦合零漂

中间放大级— $A_V \uparrow$
共射、共基

电流源

输出级— $R_o \downarrow$
共集

R_L 特别小

功率放大电路

运算放大器应用 各种功能电路

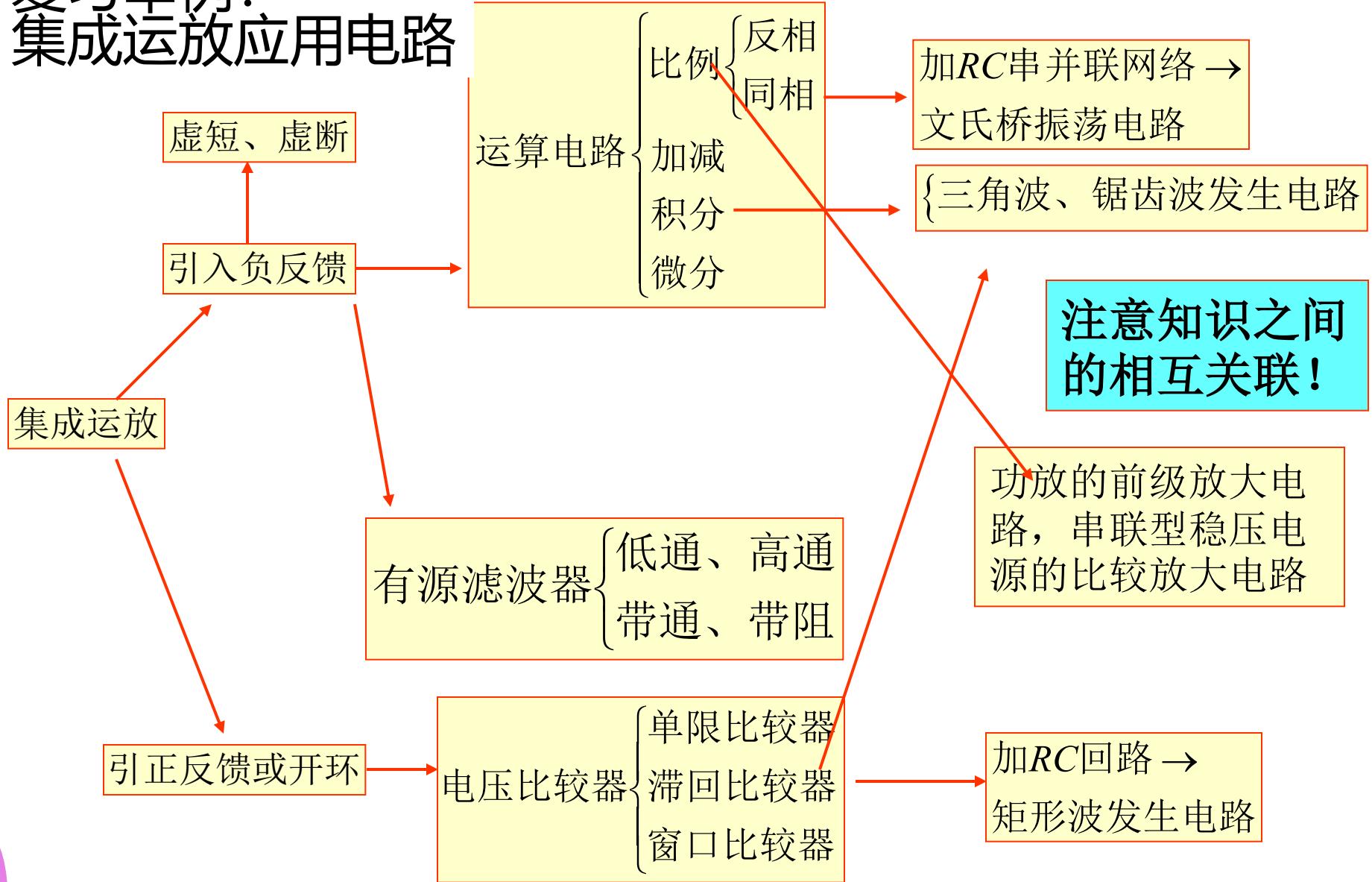
← 集成运算放大器

性能改善

反馈技术、方法

复习举例：

集成运放应用电路



THE END

Questions

and

Answers