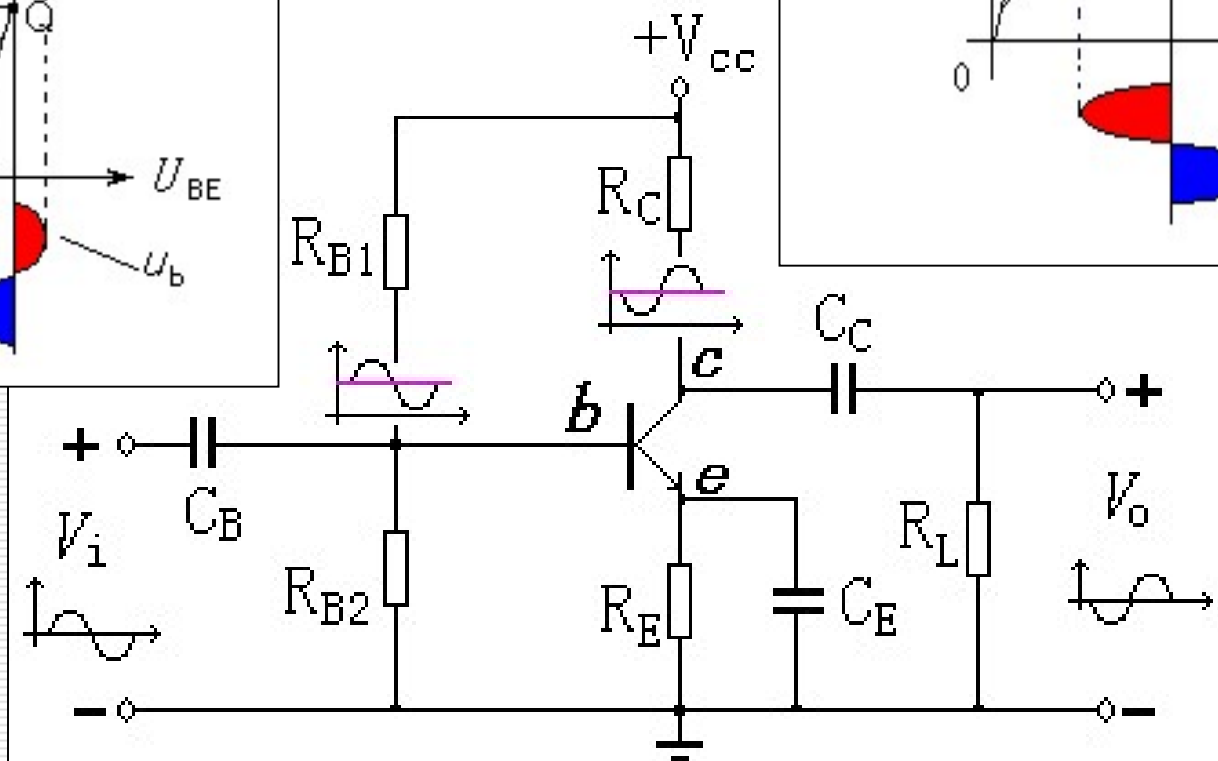
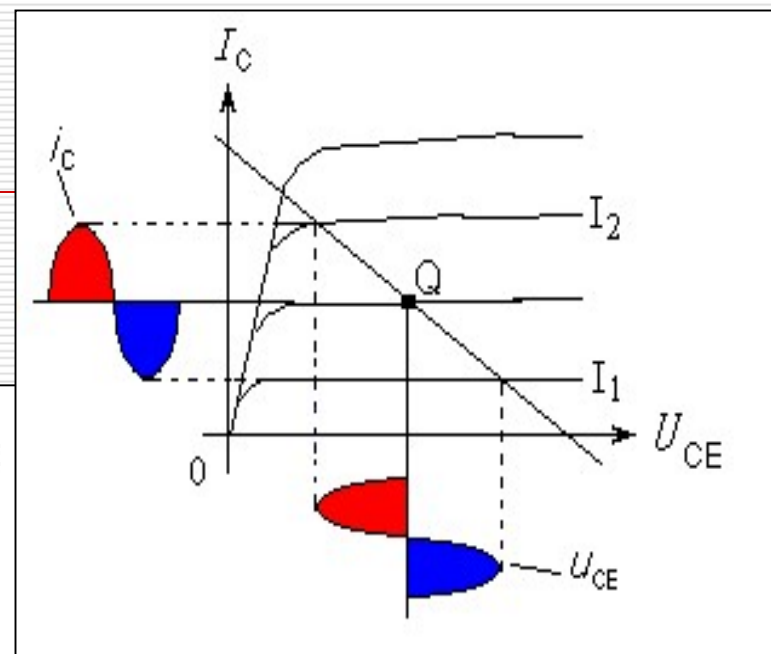
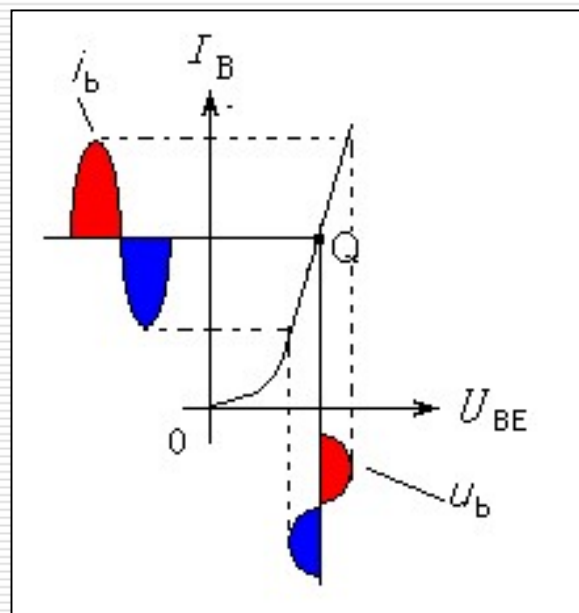


第五章 低频电子线路应用设计

晶体管放大器设计-图解信号放大



共射放大器

第五章 低频电子线路应用设计

晶体管放大器设计-参数指标

1、静态工作点

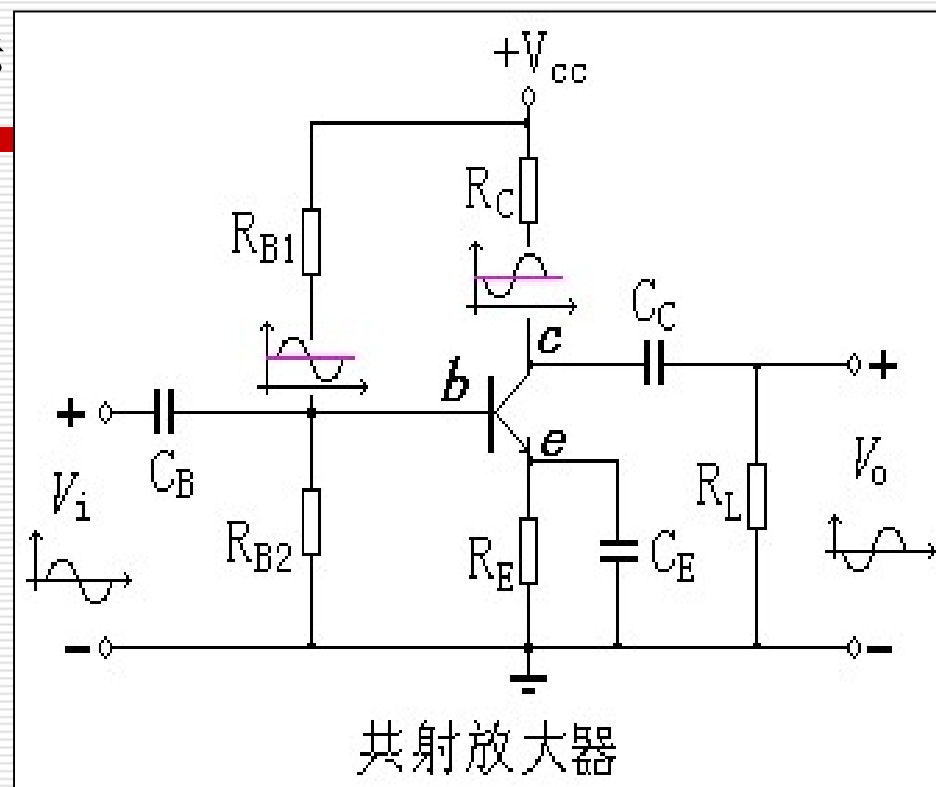
2、性能指标

增益: $A_V = \frac{-\beta R'_L}{r_{be}}$

$$r_{be} = r_b + (1 + \beta) \frac{26}{I_{EQ}}$$

输入阻抗: $R_i = r_{be} // R_{B1} // R_{B2}$

输出阻抗: $R_o = r_o // R_C$



第五章 低频电子线路应用设计

晶体管放大器设计—低频特性

1、静态工作点

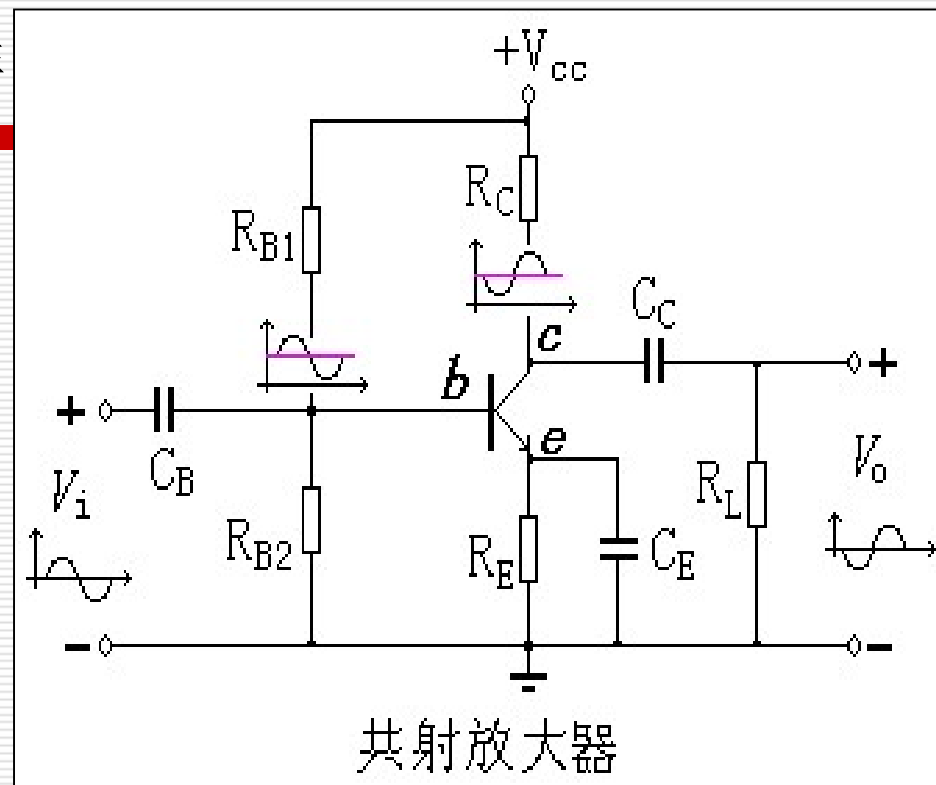
2、性能指标

3、频率特性

$$C_B \geq (3 \sim 10) \frac{1}{2\pi f_L (R_s + r_{be})}$$

$$C_C \geq (3 \sim 10) \frac{1}{2\pi f_L (R_C + R_L)}$$

$$C_E \geq (1 \sim 3) \frac{1}{2\pi f_L (R_E // \frac{R_s + r_{be}}{1 + \beta})}$$



第五章 低频电子线路应用设计

晶体管放大器设计-负反馈

反馈类型:

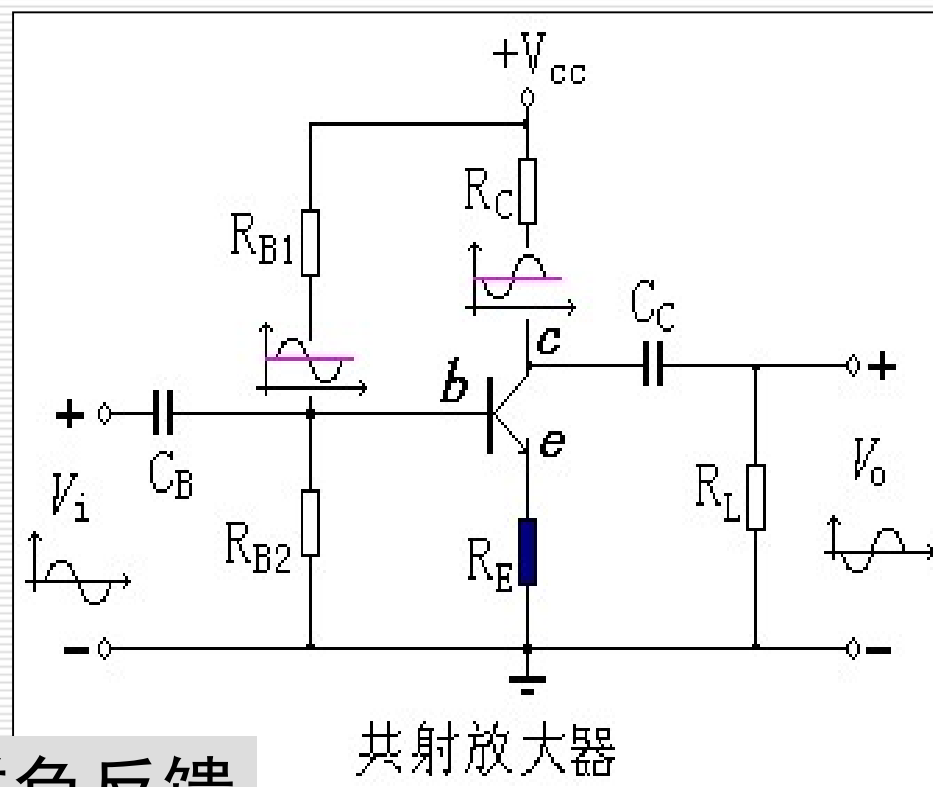
取输出端的反馈量:

电压、电流

反馈到输入端方式:

串联、并联

电流、串联负反馈

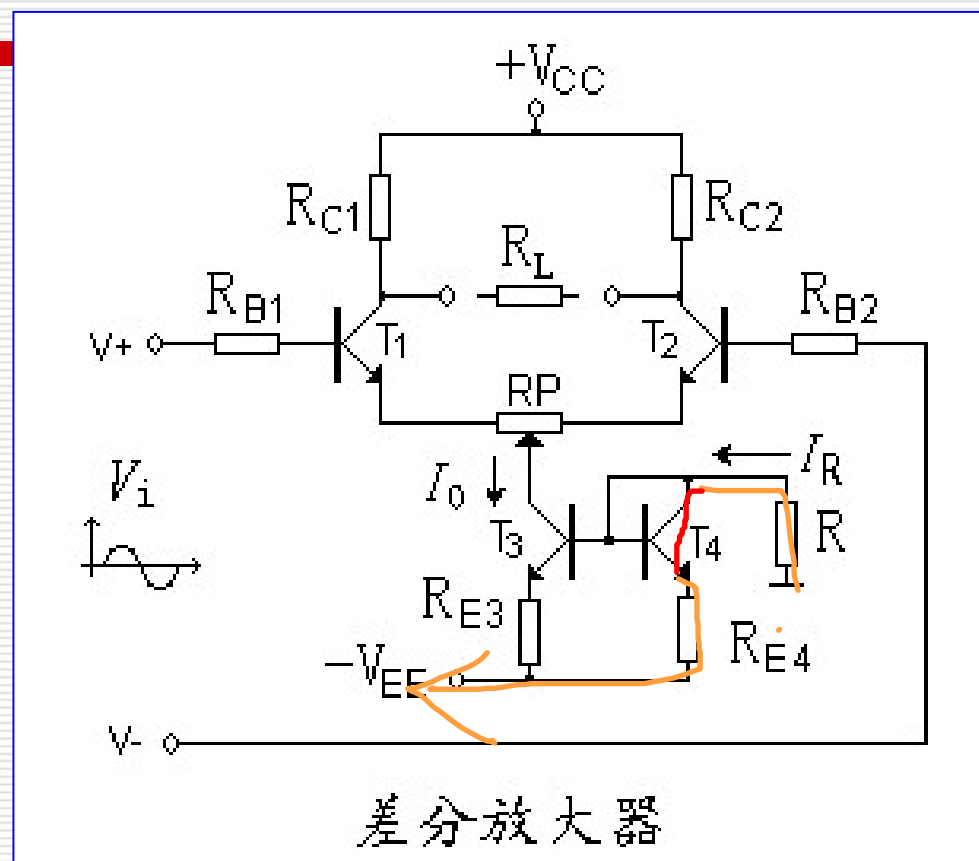


第五章 低频电子线路应用设计

差分放大器

1、关于恒流源

$$I_R = \frac{V_{EE} - 0.7}{R + R_{E4}}$$



第五章 低频电子线路应用设计

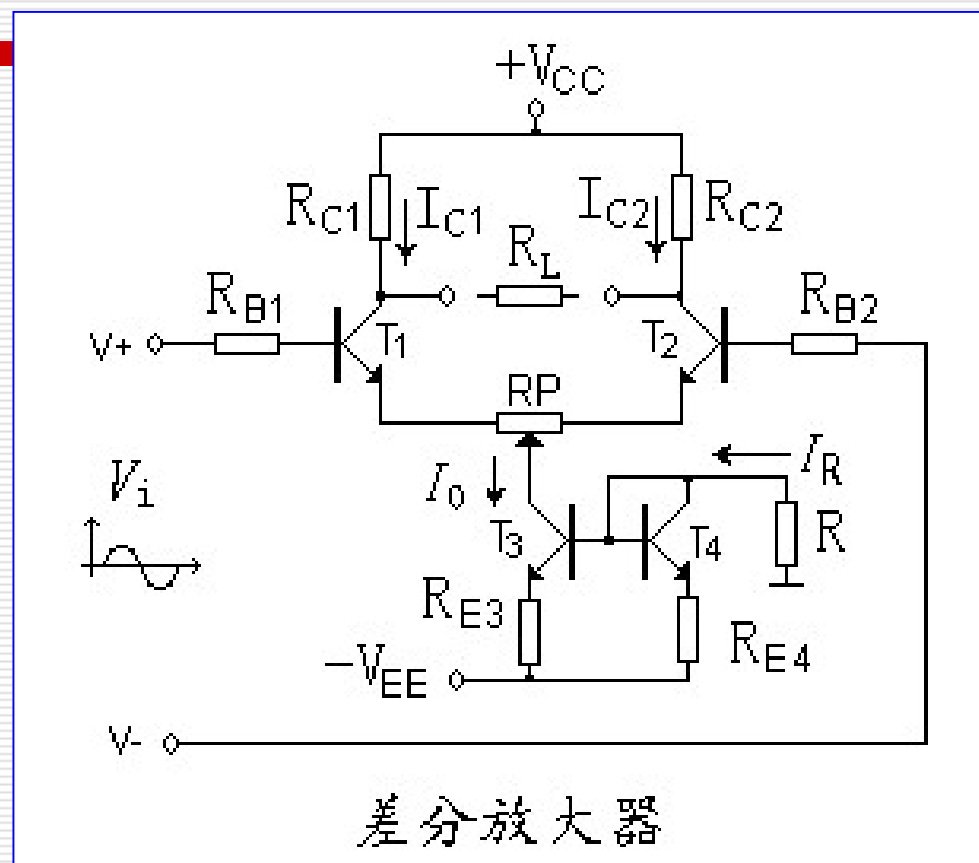
差分放大器

1、关于恒流源

2、静态工作点

$$I_{C1} = I_{C2} = \frac{1}{2} I_R$$

$$r_{be} = 300 + (1 + \beta) \frac{26}{I_E}$$

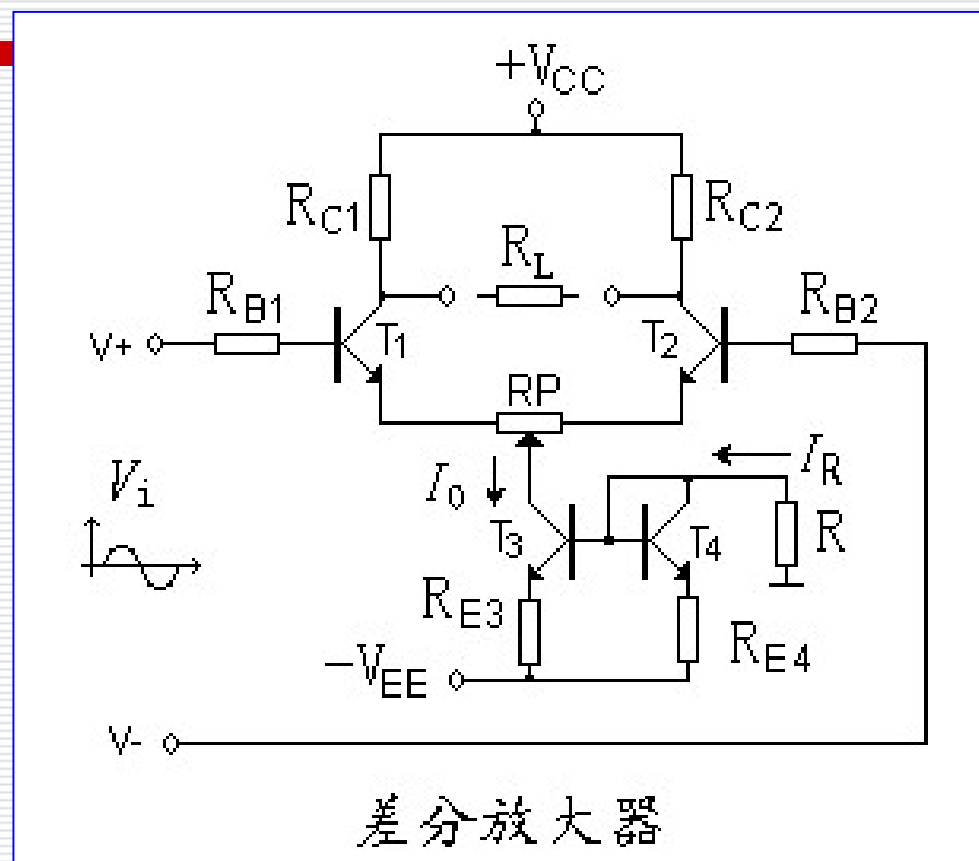


第五章 低频电子线路应用设计

差分放大器

- 1、关于恒流源
- 2、静态工作点
- 3、信号连接方式

双端输入-双端输出
双端输入-单端输出
单端输入-双端输出
单端输入-单端输出



第五章 低频电子线路应用设计

差分放大器

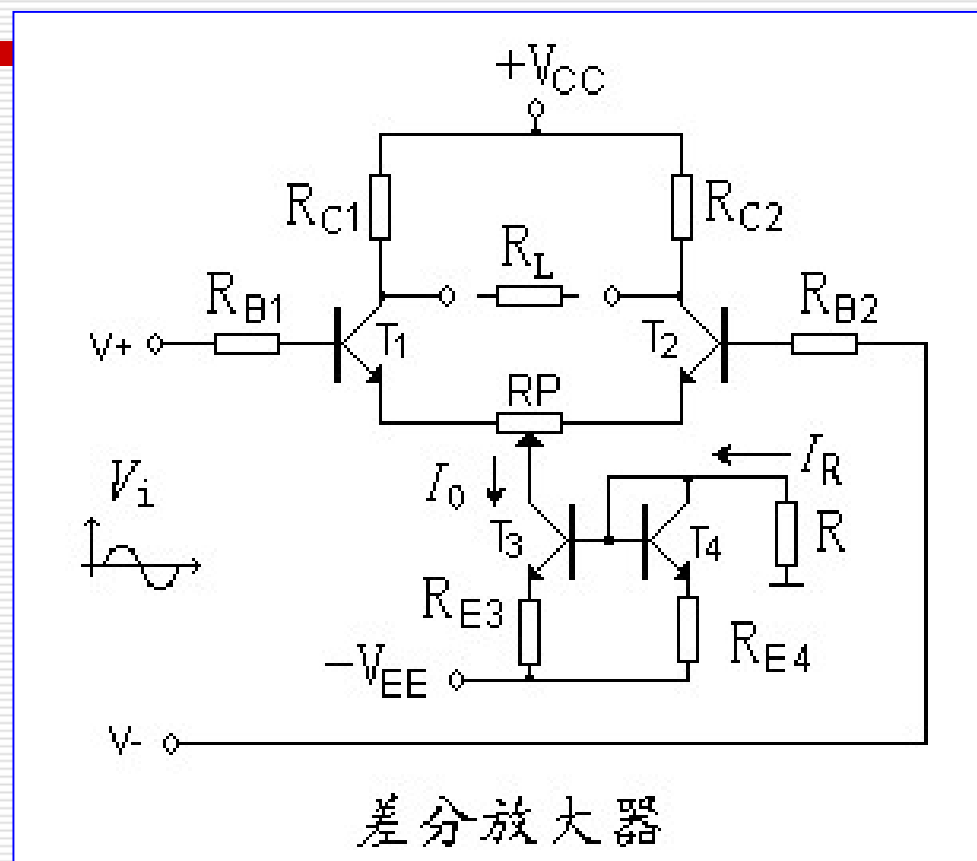
- 1、关于恒流源
- 2、静态工作点
- 3、信号连接方式
- 4、参数指标

增益(双端输出): $-\frac{\beta R'_L}{R_{B1} + r_{be}}$

增益(单端输出): $-\frac{\beta R'_L}{2(R_{B1} + r_{be})}$

输入阻抗:

$$R_i \approx 2(R_B + r_{be}) + (1 + \beta)R_P$$

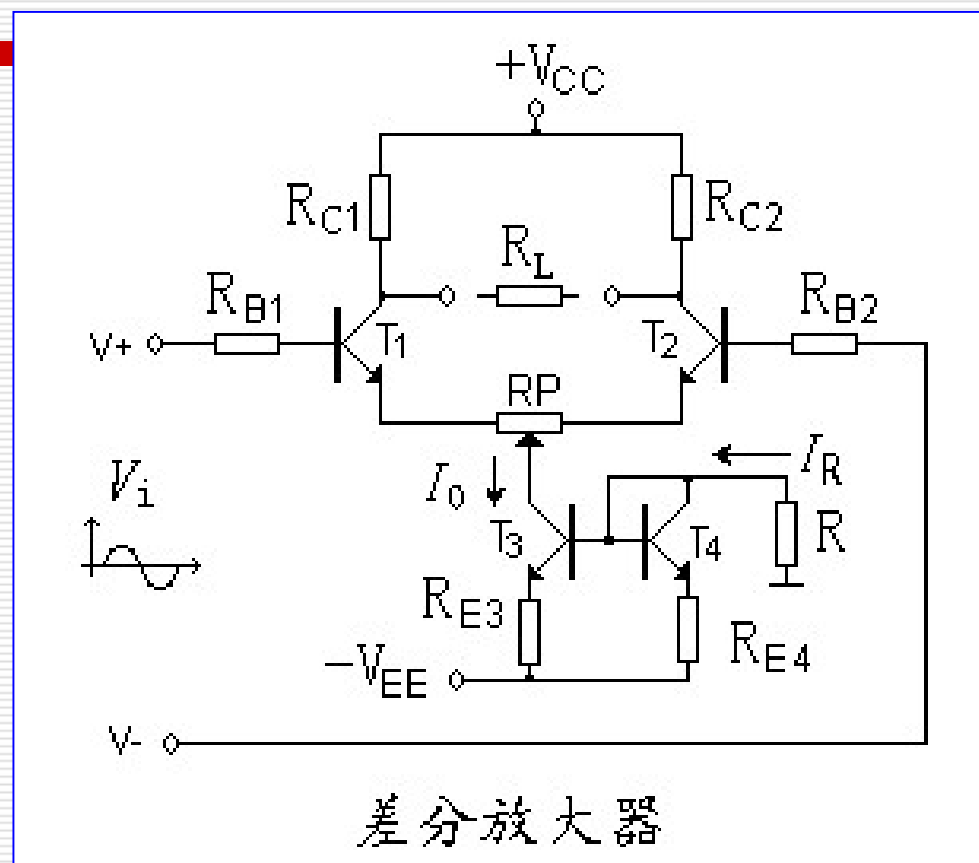


第五章 低频电子线路应用设计

差分放大器

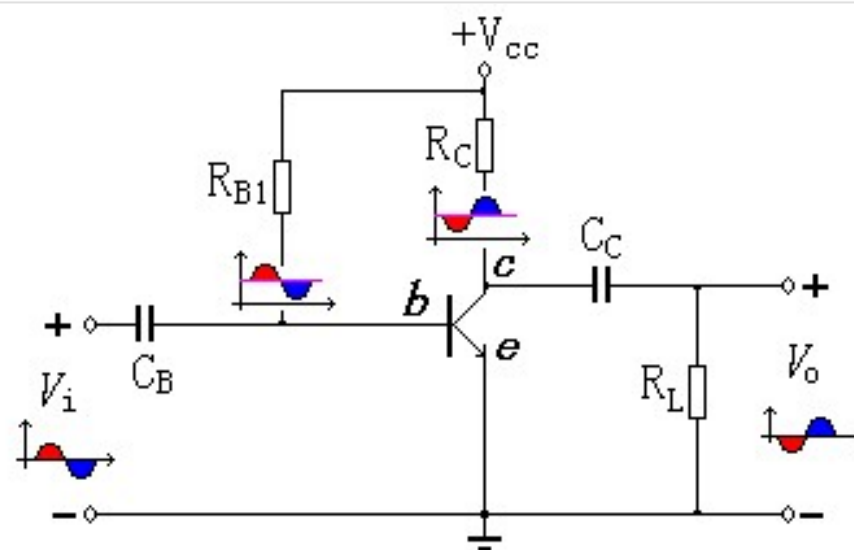
- 1、关于恒流源
- 2、静态工作点
- 3、信号连接方式
- 4、参数指标
- 5、其他

关于共模抑制比

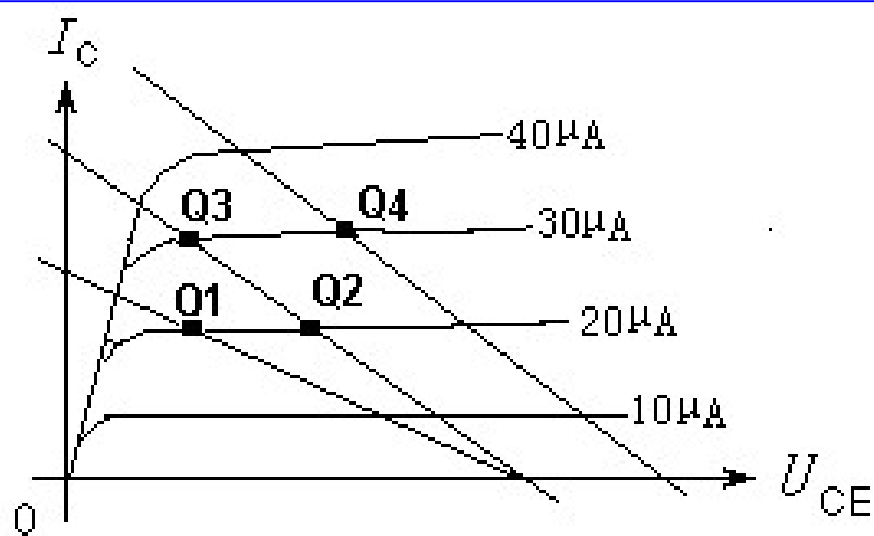


练习

在如图电路中，静态
工作点从Q1移到Q4，分别
是那些参数变化引起的？



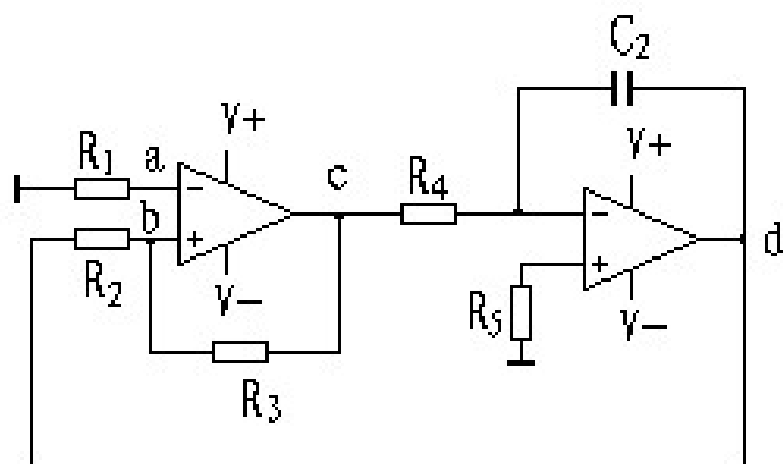
共射放大器



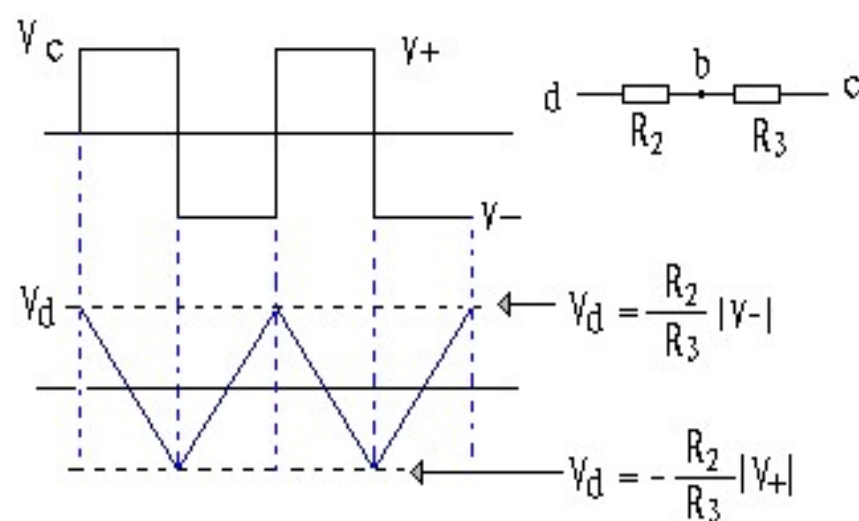
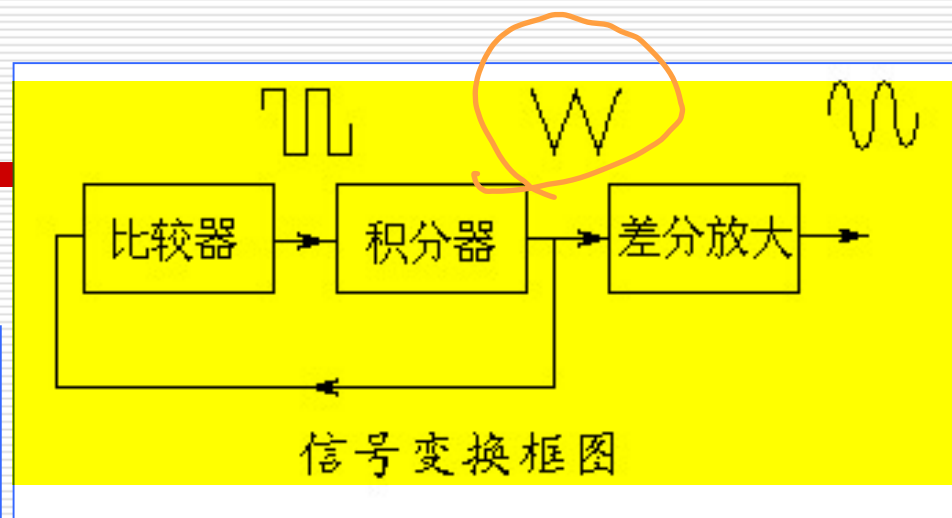
第五章 低频电子线路应用设计

函数发生器

方波-三角波



原理图

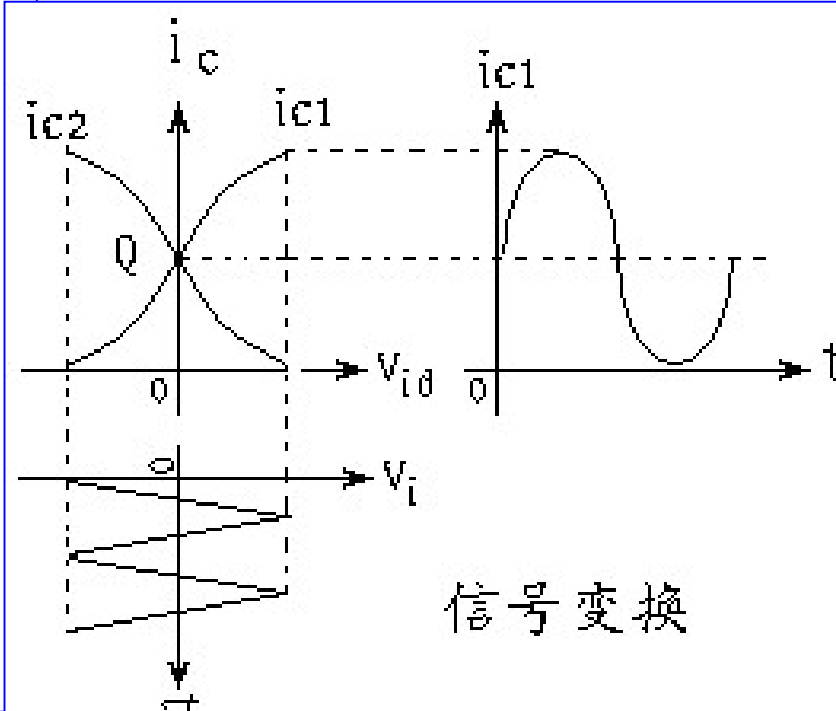
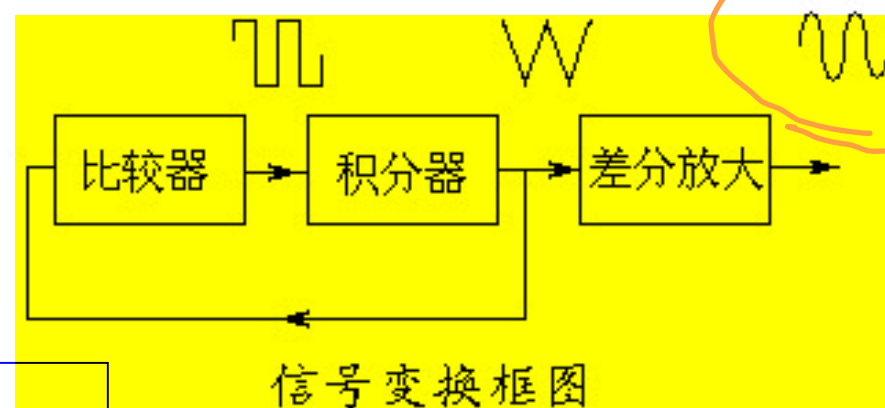
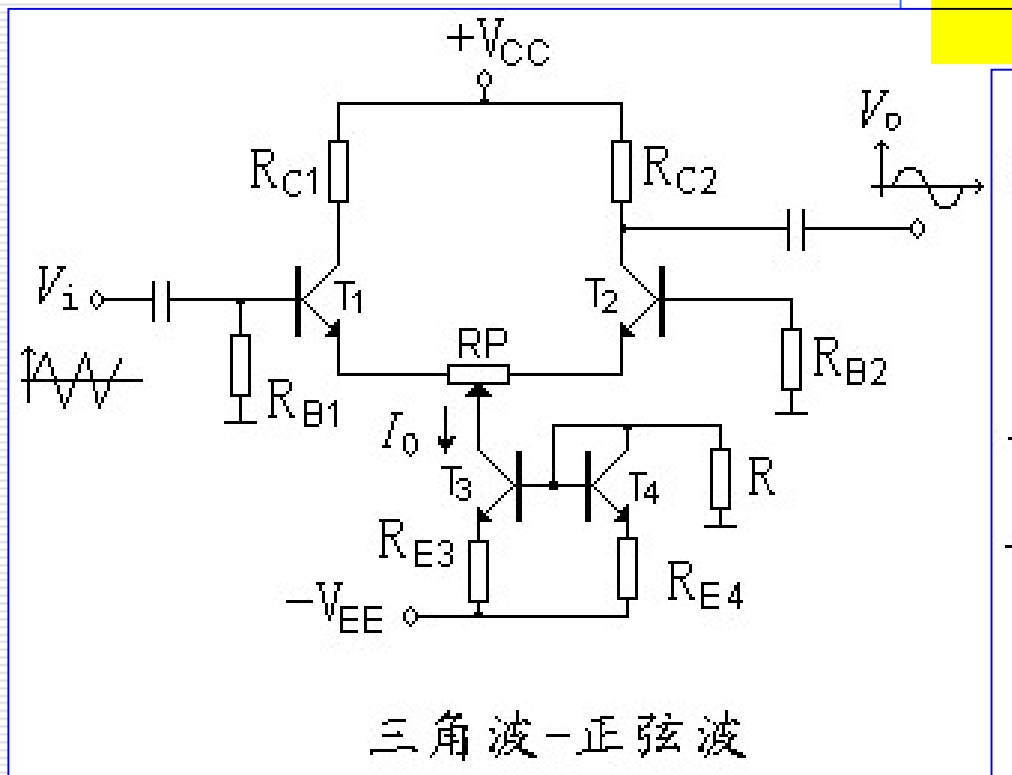


信号曲线

第五章 低频电子线路应用设计

函数发生器

三角波-正弦波



第五章 低频电子线路应用设计

函数发生器-单片IC函数发生器ICL8038

特点:

信号:

正弦、三角、

锯齿、脉冲信号;

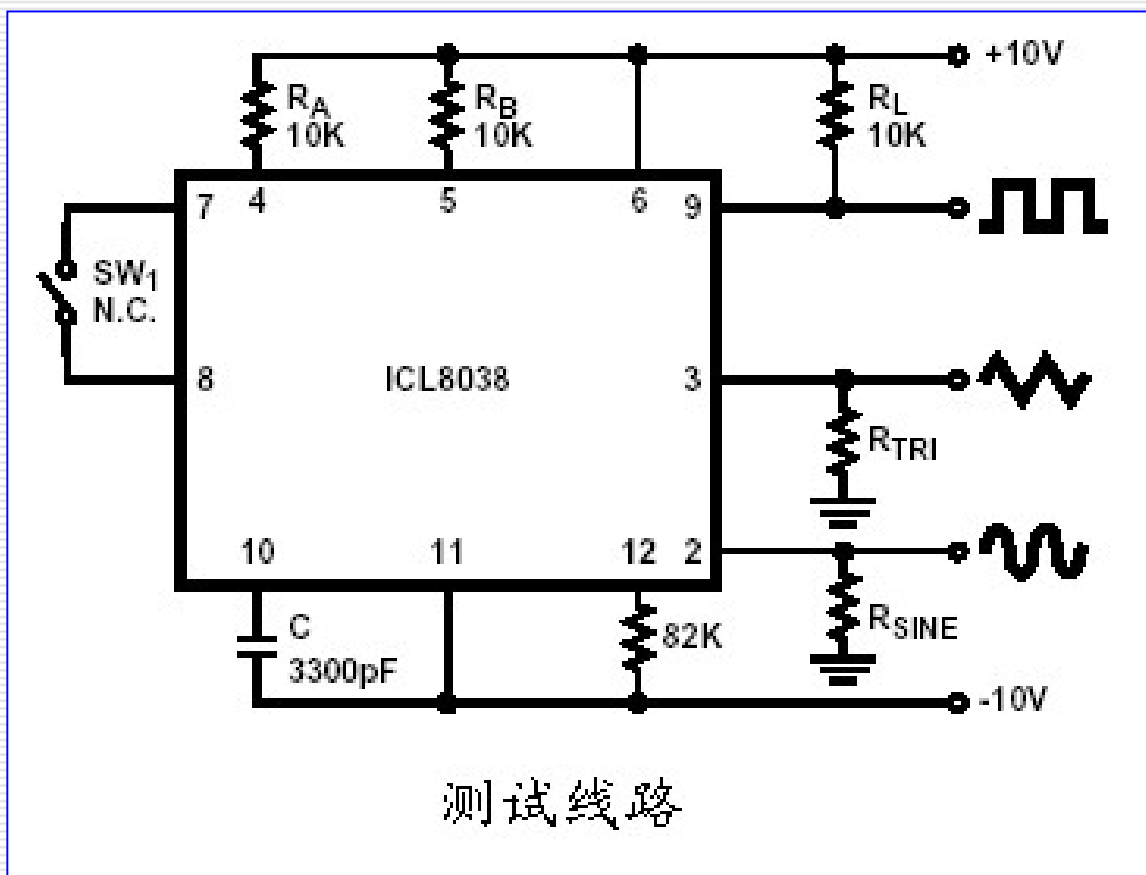
单片信号源电路;

极少外围器件;

频率范围:

0.001-300KHz;

电压控制频率。

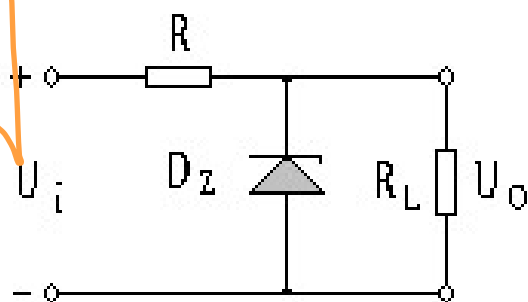


第五章 低频电子线路应用设计

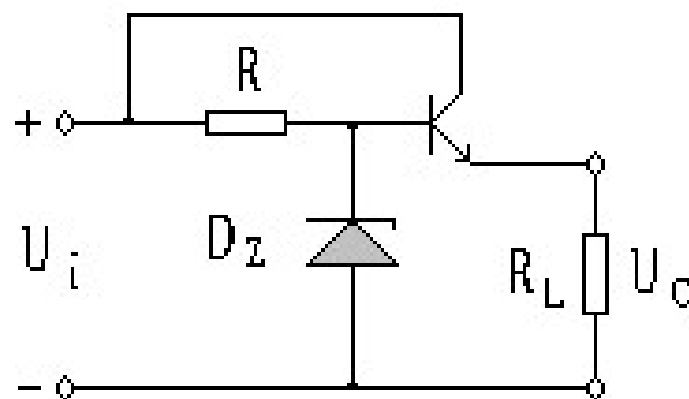
稳压电源设计-基本稳压电路

为什么叫线性电源？

因为三极管、运放工作在线性放大区



基本稳压电路-1



基本稳压电路-2

线性电源和开关电源的优缺点比较

开关电源优点

体积小，重量轻

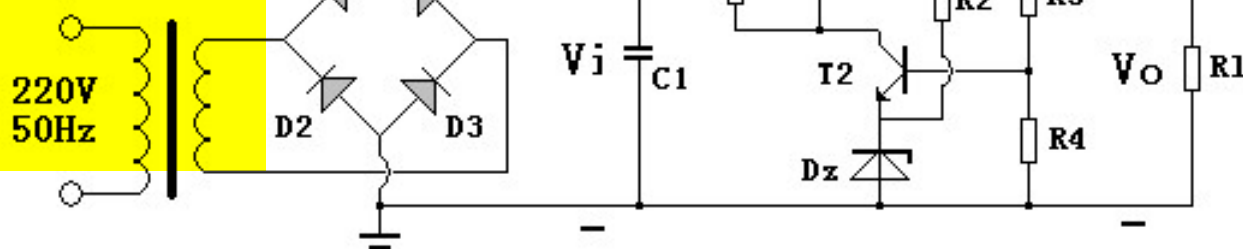
转换效率高

抗干扰能力强，电压范围宽

开关电源缺点：

输出波纹大

有较强电磁干扰



第五章 低频电子线路应用设计

稳压电源设计—具有放大环节稳压电路

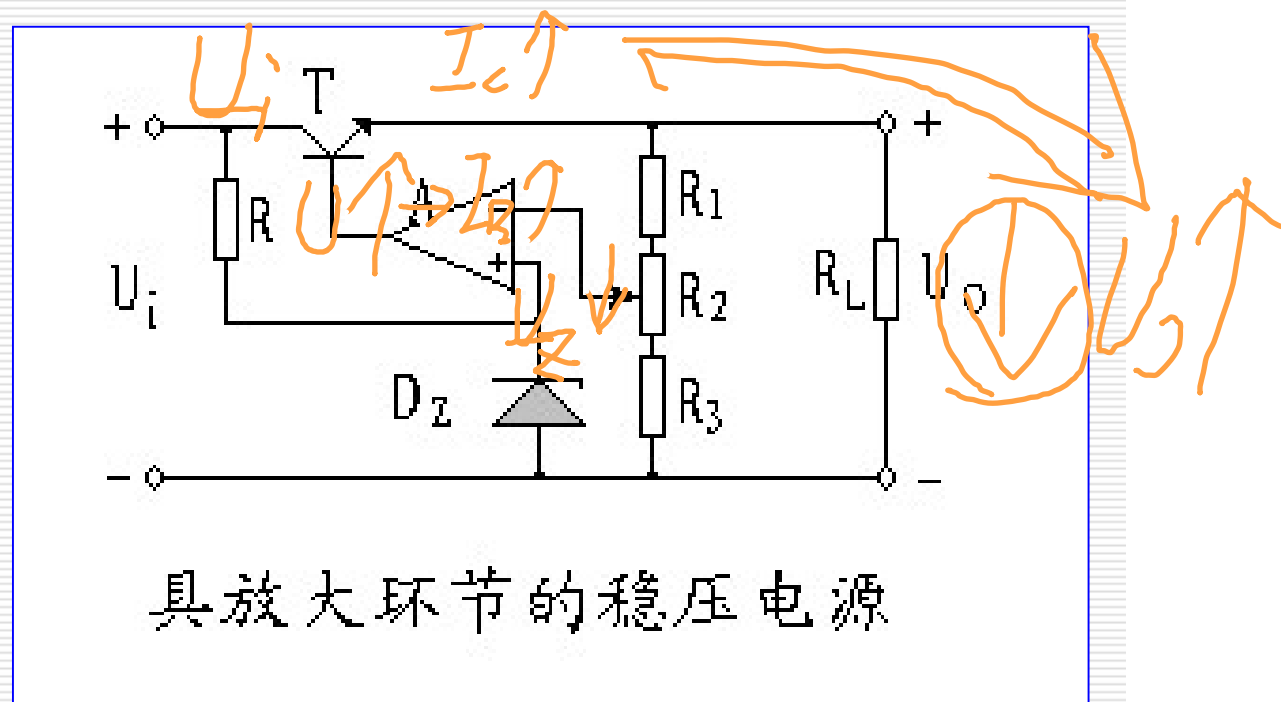
电压稳定过程:

$U_o \downarrow \rightarrow V_- \downarrow \rightarrow \text{基极电压} \uparrow \rightarrow \text{输出电流} \uparrow \rightarrow U_o \uparrow$

电压稳定范围:

$$U_{o\min} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2 + R_3} U_z$$

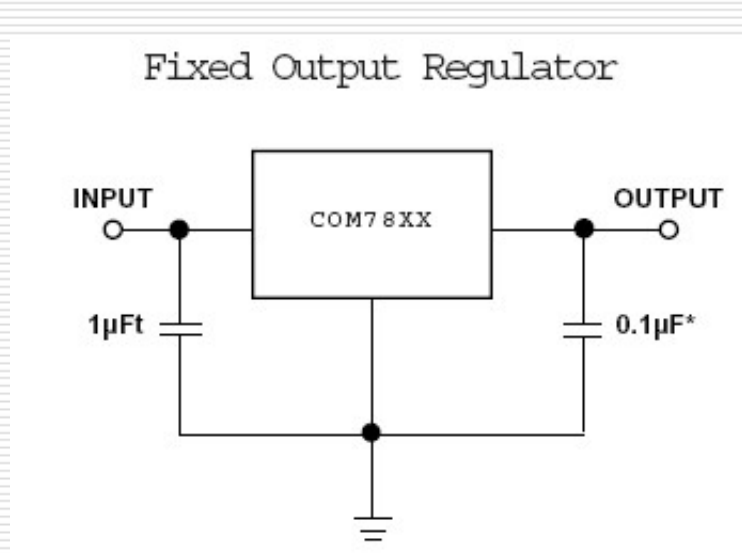
$$U_{o\max} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3} U_z$$



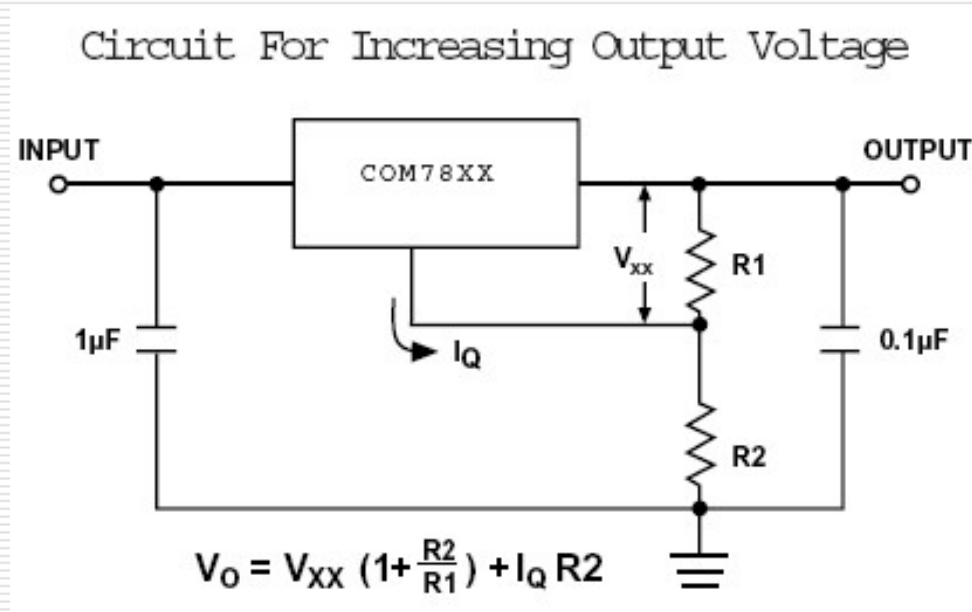
尺寸

第五章 低频电子线路应用设计

稳压电源设计—关于78系列与79系列稳压器件的使用

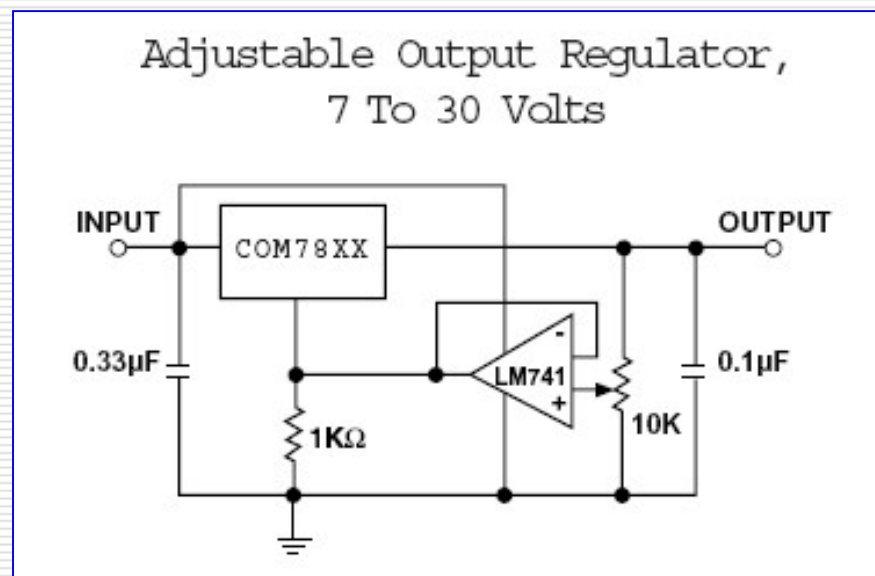


基本电路



增大输出电压

稳压电源设计-关于78系列与79系列稳压器件的使用



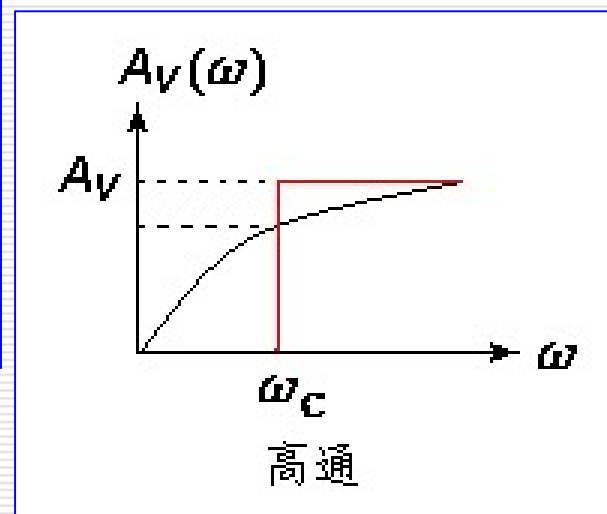
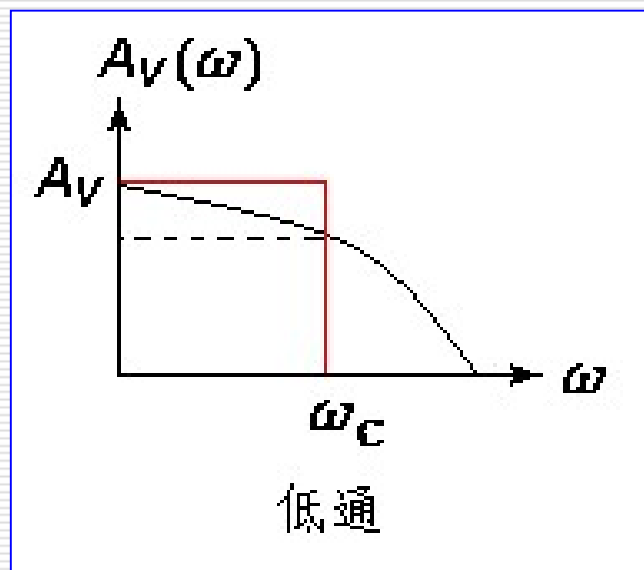
输出电压可调

第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计

滤波器幅频特性

低通
高通

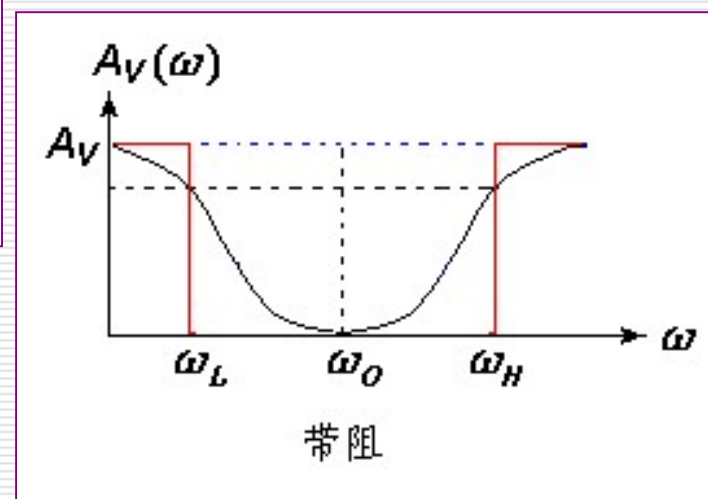
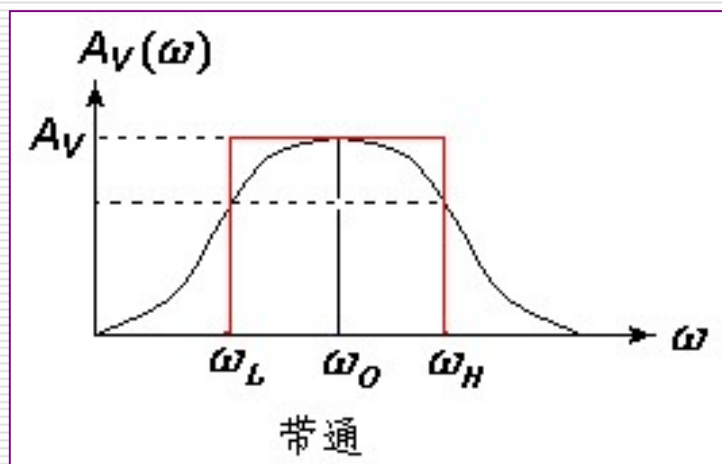


第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计

滤波器幅频特性

低通
高通
带通
带阻

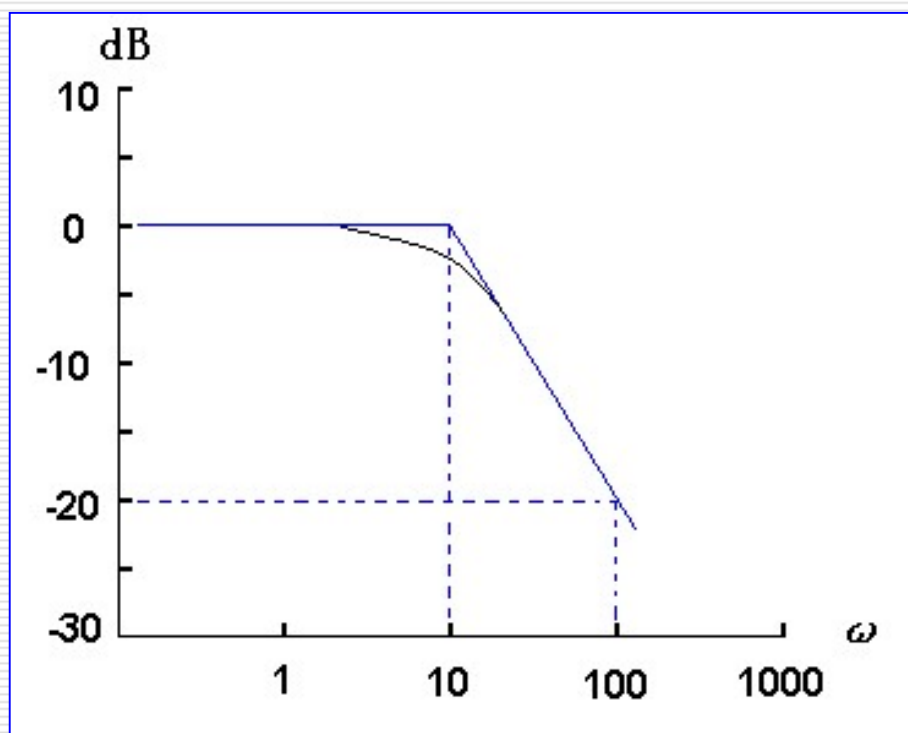


第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计

滤波器特性—对数坐标图

对数坐标图: $20\log|Av|$



$$20\log(0.7) \approx 20 * (-0.15) = -3\text{dB}$$

第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计

滤波器幅频

对数坐标图:

$$20\log |A_v|$$

截止频率:

通频带最大值降低3dB（分贝）

滤波器以阶来分类: n阶滤波器有20ndB/10倍频的斜线

一般滤波器类型:

最大平坦滤波器——巴特沃斯

等波动滤波器——切比雪夫

第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计

巴特沃斯滤波器

巴特沃斯滤波器是电子滤波器的一种。巴特沃斯滤波器的特点是通频带的频率响应曲线最平滑。

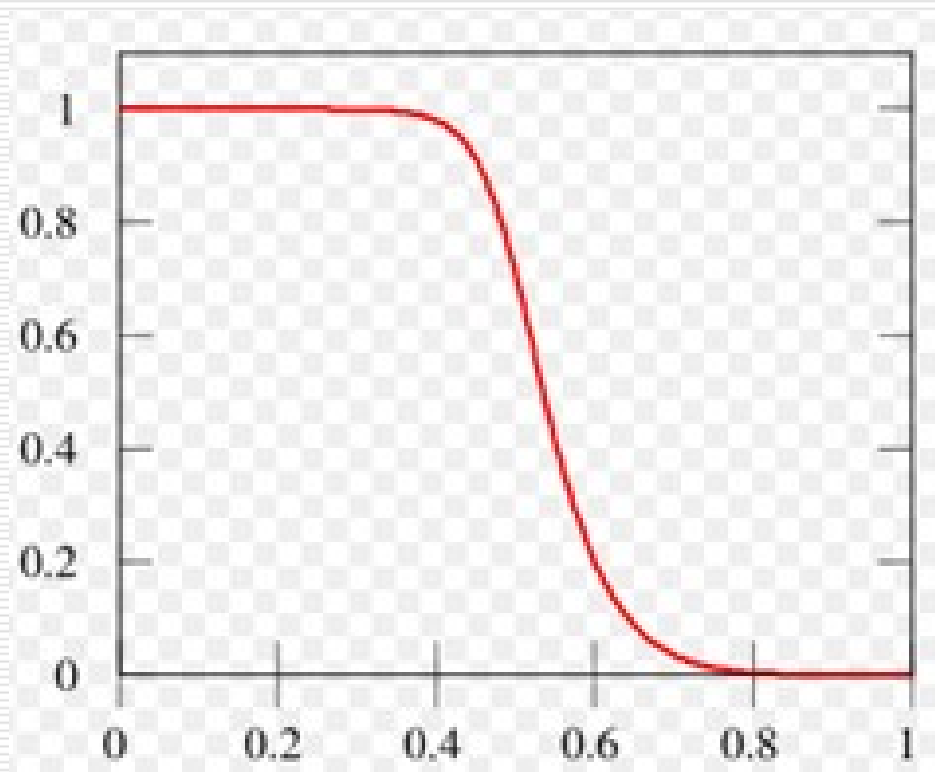
这种滤波器最先由英国工程师斯蒂芬·巴特沃斯（**Stephen Butterworth**）在1930年发表在英国《无线电工程》期刊的一篇论文中提出的。

巴特沃斯滤波器的特点是通频带内的频率响应曲线最大限度平坦，没有起伏，而在阻频带则逐渐下降为零。

第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计

巴特沃斯滤波器



第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计

切比雪夫滤波器

切比雪夫滤波器是在通带或阻带上频率响应幅度等波纹波动的滤波器。

在通带波动的为“**I型切比雪夫滤波器**”，在阻带波动的为“**II型切比雪夫滤波器**”。

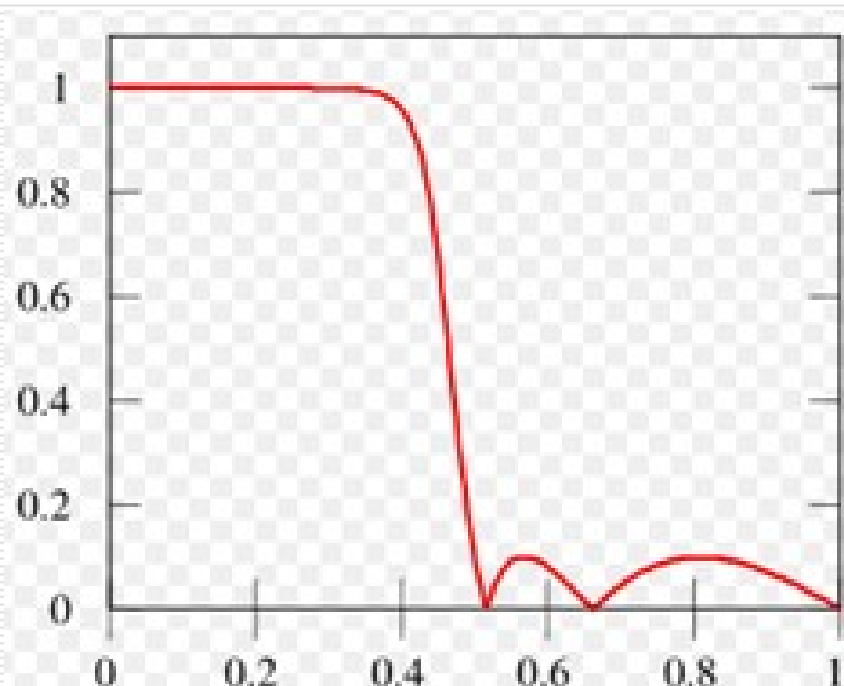
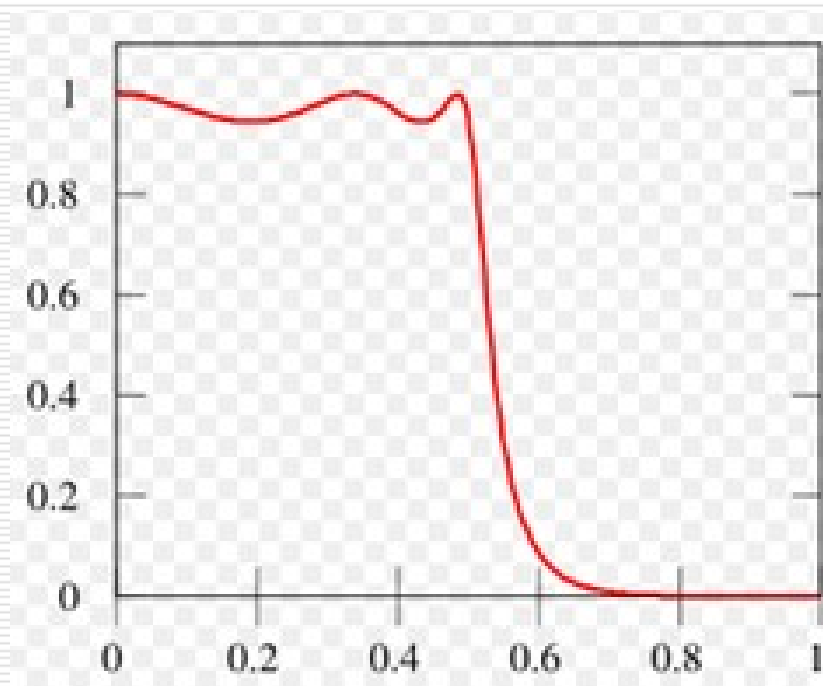
切比雪夫滤波器在过渡带比巴特沃斯滤波器的衰减快，但频率响应的幅频特性不如后者平坦。切比雪夫滤波器和理想滤波器的频率响应曲线之间的误差最小，但是在通频带内存在幅度波动。

这种滤波器来自切比雪夫多项式，因此得名，用以纪念俄罗斯数学家巴夫尼提·列波维其·切比雪夫。

第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计

切比雪夫滤波器



第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计

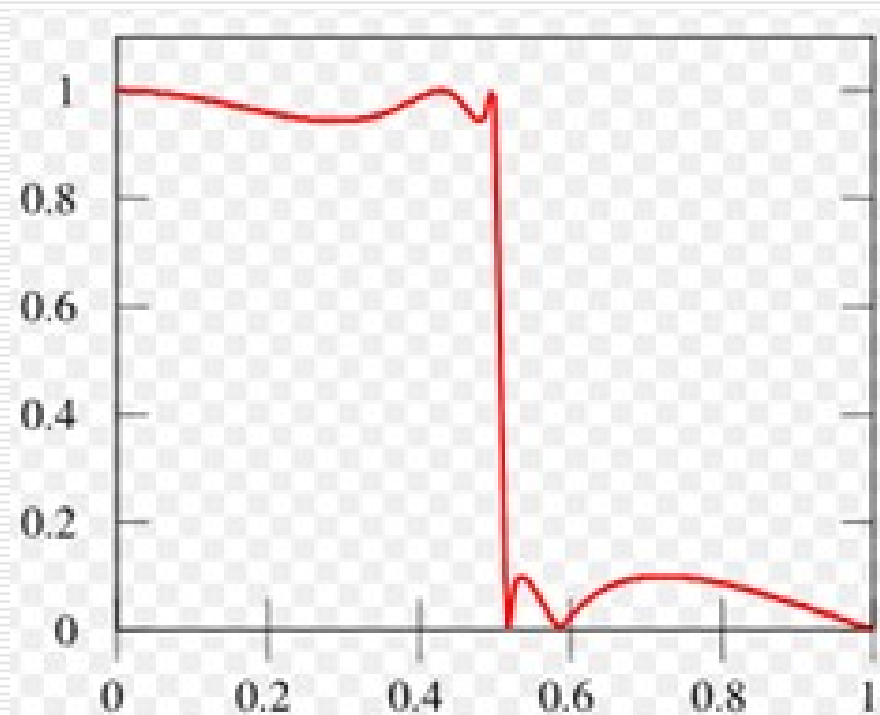
椭圆滤波器

又称考尔滤波器（**Cauer filter**），是在通带和阻带等波纹的一种滤波器。它在通带和阻带的波动相同，这一点区别于在通带和阻带都平坦的巴特沃斯滤波器，以及通带平坦、阻带等波纹或是阻带平坦、通带等波纹的切比雪夫滤波器。

第五章 低频电子线路应用设计

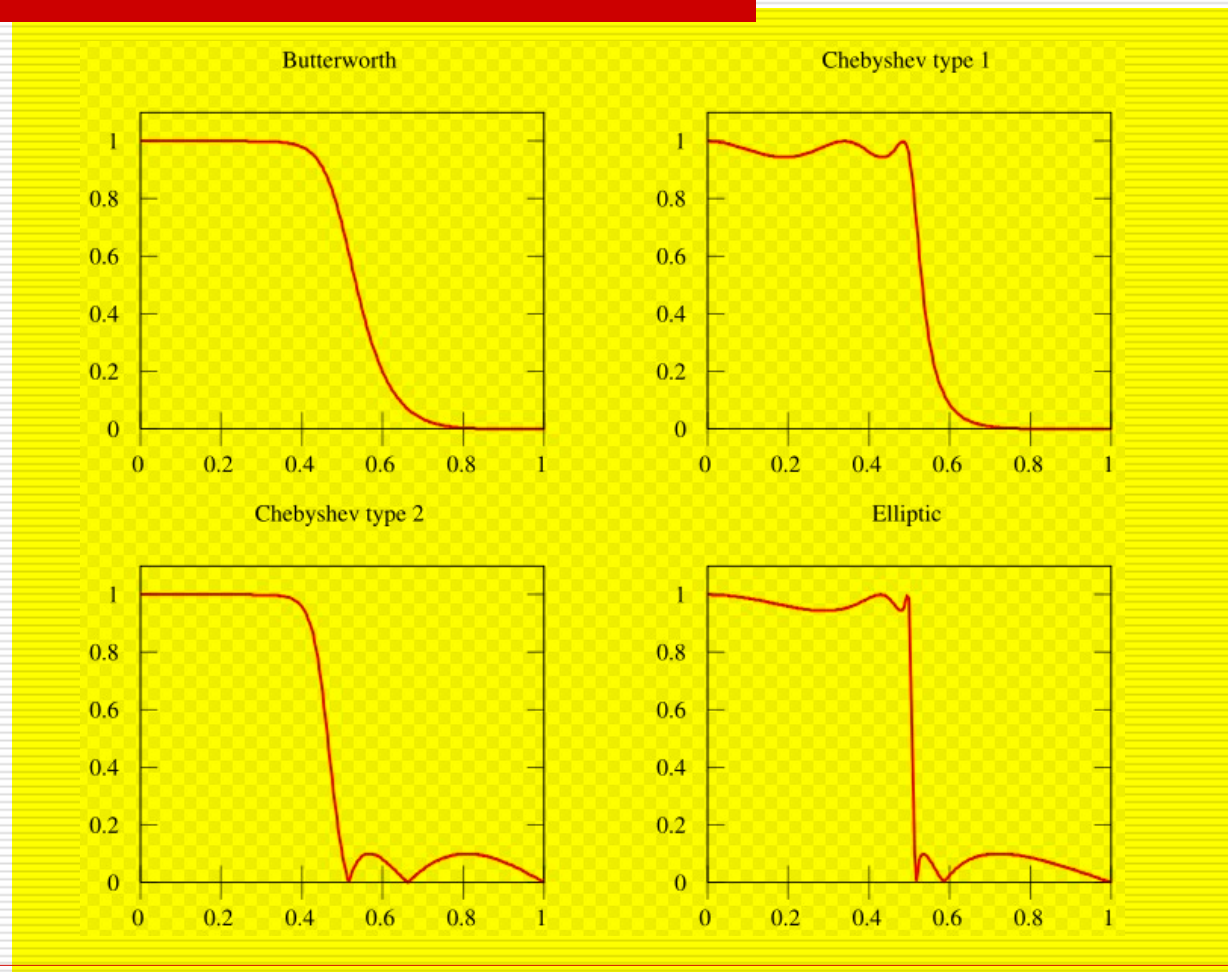
有源滤波器设计

椭圆滤波器



第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计



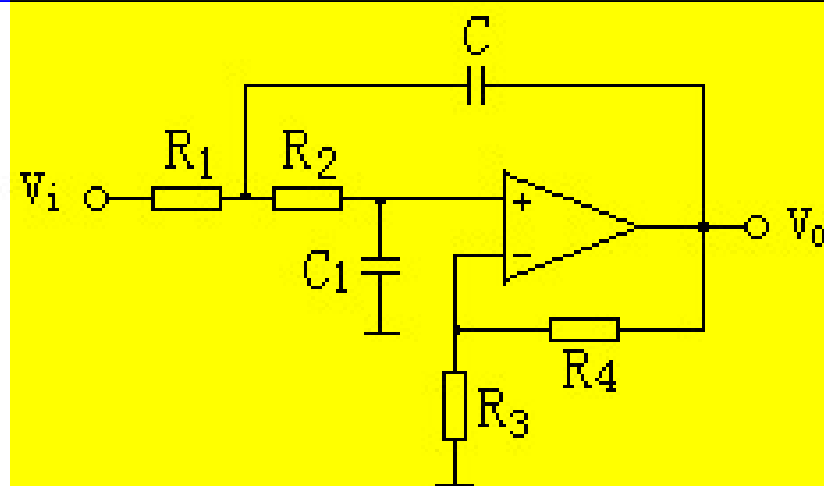
第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计

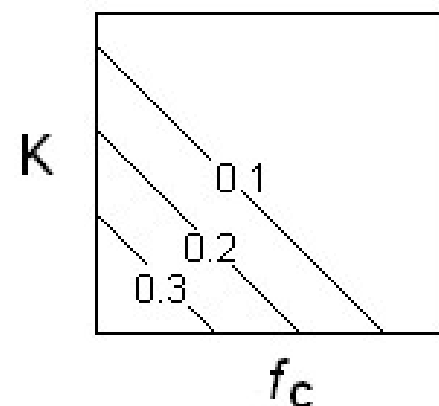
二阶低通滤波器快速设计：

- 1、根据截止频率 f_c ，选电容值C
- 2、对应 $K=100/(f_c*C)$
- 3、查表：增益Av对应的电容 C_1
- 4、Av对应的电阻值*K

Av	1	2	4	6	...
R1	1.4	1.1	0.8	0.6	
R2	5.3	2.2	1.5	2.1	
...					
C1	0.3C	C	2C	2C	



二阶巴氏低通滤波器



截止频率 f_c 、电容C及参数K

第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计

二阶低通滤波器快速设计2:

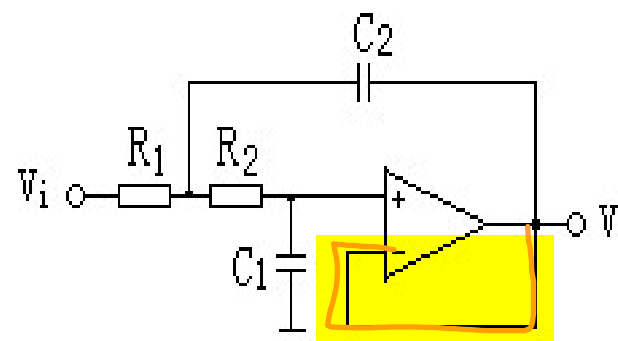
1、常数 $B=1.414214$
常数 $C=1.000000$

2、 $C2 = \frac{10}{f_c} \mu F$

3、 $C1 \leq \frac{B^2 \cdot C2}{4C}$

4、 $R1 = \frac{2}{\left\{ B \cdot C2 + \sqrt{B^2 \cdot C2^2 - 4C \cdot C1 \cdot C2} \right\} \omega_c}$

5、 $R2 = \frac{1}{C \cdot C1 \cdot C2 \cdot R1 \cdot \omega_c^2}$



二阶巴氏低通滤波器

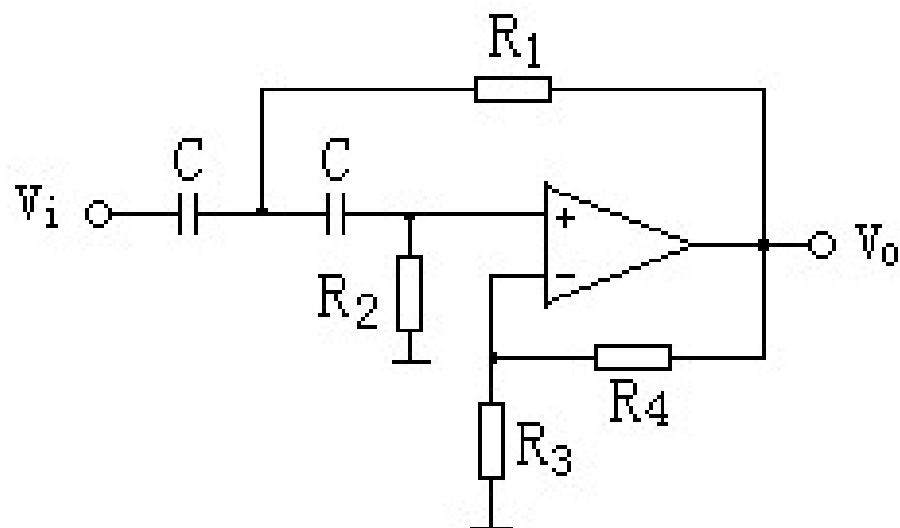
第五章 低频电子线路应用设计

有源滤波器设计

高通与低通的电容、电阻位置相反
(除了两个增益调整电阻)

二阶高通滤波器快速设计:

- 1、 $f_c = 100\text{Hz}$, 选电容值 $C = 0.1 \mu\text{f}$
- 2、对应 $K = 100 / (f_c * C) = 10$
- 3、 A_v 对应的电阻值 * K



二阶巴氏高通滤波器

若为单位增益，则R4短路，R3断路即可