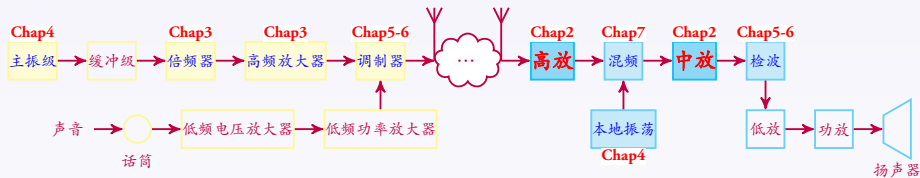


课程主要内容



① Chap2 谐振回路 高频电路基础

② **Chap2 小信号调谐放大器** 放大 选频

③ Chap3 调谐功率放大器

④ Chap3 倍频器

⑤ Chap4 正弦波振荡器

⑥ Chap5 振幅调制与解调

⑦ Chap6 角度调制与解调

⑧ Chap7 变频器

⑨ Chap8 锁相环

① 电阻、电容、电感等无源线性元件

② 二极管、三极管等有源非线性器件

③ LC 谐振回路、基本放大电路、振荡器电路等

着重讨论发送设备和接收设备各单元的工作原理和组成，以及构成发送、接收设备的各种单元电路的工作原理、典型电路和分析方法。

基本概念、基本原理、基本电路、基本分析方法

小信号调谐放大器

郑海永

选课号：0202004 课程号：071502101211

上课时间地点：周 1/34 节/7108 周 4/12 节/7108

中国海洋大学 电子工程系

2012 年 09 月



本章主要内容

- ① LC 谐振回路
- ② 单调谐放大器
- ③ 调谐放大器的级联
- ④ 集中选频小信号调谐放大器
- ⑤ 晶体管高频等效电路及频率参数
- ⑥ 高频调谐放大器
- ⑦ 高频调谐放大器的稳定性

目录

- 1 单调谐放大器
 - 基本概念
 - 基本电路
 - 基本原理
 - 基本指标
 - 思考

内容提要

1 单调谐放大器

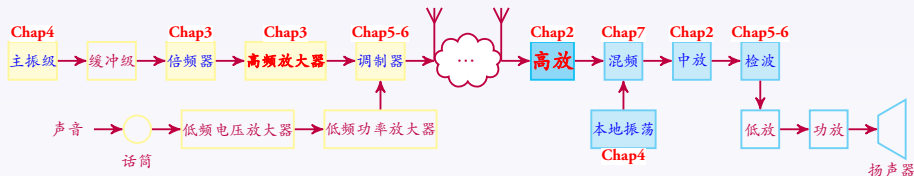
- 基本概念
- 基本电路
- 基本原理
- 基本指标
- 思考

内容提要

1 单调谐放大器

- 基本概念
- 基本电路
- 基本原理
- 基本指标
- 思考

高频调谐功率放大器 VS. 小信号调谐放大器



高频调谐功率放大器

输入信号电压

几百毫伏到几伏

晶体管工作

延伸到非线性区域（截止和饱和区）；丙类状态；发射机高放

功率和效率

输出功率大，以满足天线发射和其他负载的要求

主要指标要求

输出功率、效率和谐波抑制制度等

小信号调谐放大器

微伏至毫伏

线性范围（放大区）；甲类状态；接收机高放、中放

功率较小，但通过匹配阻抗可以获得很大的功率增益；效率较低有足够的增益，满足通频带和选择性要求，工作稳定等

选频放大器

选频和放大

- 将有用的信号不失真的放大。
- 把其他无用的干扰信号抑制掉。

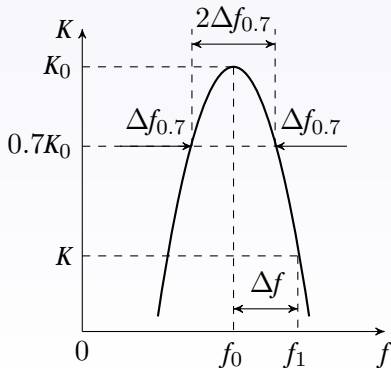
选频放大器

选频和放大

- 将有用的信号不失真的放大。
- 把其他无用的干扰信号抑制掉。

调谐放大器

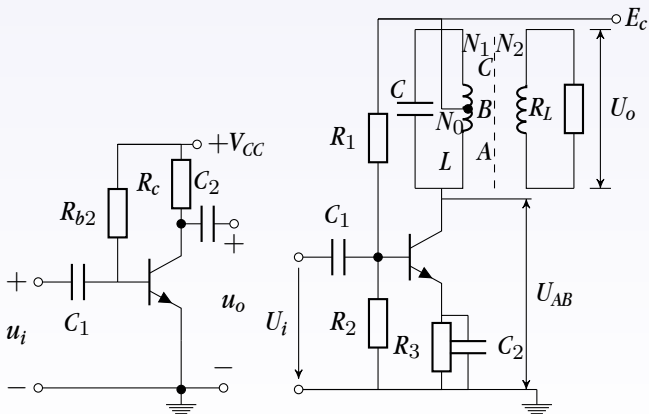
- 主要由放大器（放大）和调谐回路（选频）两部分组成。
- **调谐**：放大器的集电极负载为调谐回路。
- **选频放大**：对谐振频率 f_0 的信号具有最强的放大作用，而对其他远离 f_0 的频率信号放大作用很差。
- 希望频带尽可能窄，理论上只对单一频率的信号放大，以避免干扰和噪声的影响。



普通放大器 VS. 调谐放大器

集电极负载

纯电阻 VS. 谐振回路



频率特性

通频带宽 VS. 通频带窄

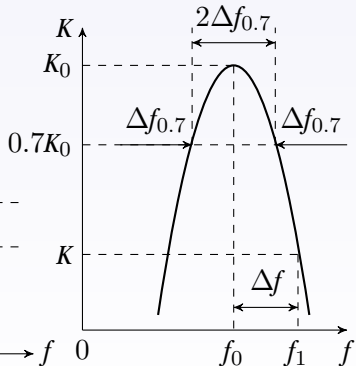
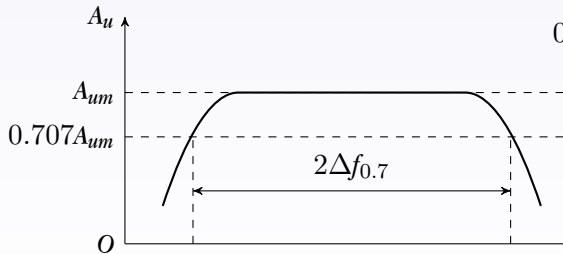
普通放大器 VS. 调谐放大器

集电极负载

纯电阻 VS. 谐振回路

频率特性

通频带宽 VS. 通频带宽



小信号调谐放大器

- 放大信道中的**高频小信号**（有选择的对某一频率的信号放大）。
- **小信号**：电压一般在微伏至毫伏数量级。
- 放大小信号的工作器一般工作在**线性**范围内。

工作状态

一般工作在**甲类**状态，多用在接收机中做高频和中频放大。

指标要求

- 有足够的**增益**，满足**通频带**和**选择性**要求，工作稳定等。
- 放大能力：谐振时的放大倍数 K_0 。
- 选择性能：通频带 B 和选择性 α 。

选频网络

- LC 谐振回路。
- 石英晶体滤波器、陶瓷滤波器和声表面滤波器等。

小信号调谐放大器

- 放大信道中的**高频小信号**（有选择的对某一频率的信号放大）。
- **小信号**：电压一般在微伏至毫伏数量级。
- 放大小信号的工作器一般工作在**线性**范围内。

工作状态

一般工作在**甲类**状态，多用在接收机中做高频和中频放大。

指标要求

- 有足够的**增益**，满足**通频带**和**选择性**要求，工作稳定等。
- 放大能力：谐振时的放大倍数 K_0 。
- 选择性能：通频带 B 和选择性 α 。

选频网络

- LC 谐振回路。
- 石英晶体滤波器、陶瓷滤波器和声表面滤波器等。

小信号调谐放大器

- 放大信道中的**高频小信号**（有选择的对某一频率的信号放大）。
- **小信号**：电压一般在微伏至毫伏数量级。
- 放大小信号的工作器一般工作在**线性**范围内。

工作状态

一般工作在**甲类**状态，多用在接收机中做高频和中频放大。

指标要求

- 有足够的**增益**，满足**通频带**和**选择性**要求，工作稳定等。
- 放大能力：谐振时的放大倍数 K_0 。
- 选择性能：通频带 B 和选择性 α 。

选频网络

- LC 谐振回路。
- 石英晶体滤波器、陶瓷滤波器和声表面滤波器等。

小信号调谐放大器

- 放大信道中的**高频小信号**（有选择的对某一频率的信号放大）。
- **小信号**：电压一般在微伏至毫伏数量级。
- 放大小信号的工作器一般工作在**线性**范围内。

工作状态

一般工作在**甲类**状态，多用在接收机中做高频和中频放大。

指标要求

- 有足够的**增益**，满足**通频带**和**选择性**要求，工作稳定等。
- 放大能力：谐振时的放大倍数 K_0 。
- 选择性能：通频带 B 和选择性 α 。

选频网络

- LC 谐振回路。
- 石英晶体滤波器、陶瓷滤波器和声表面滤波器等。

小信号调谐放大器种类

按谐振回路

- 单调谐放大器
- 双调谐放大器
- 参差调谐放大器

按晶体管连接方法

- 共基级
- 共射级
- 共集级

小信号调谐放大器种类

按谐振回路

- 单调谐放大器
- 双调谐放大器
- 参差调谐放大器

按晶体管连接方法

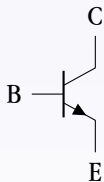
- 共基级
- 共射级
- 共集级

内容提要

1 单调谐放大器

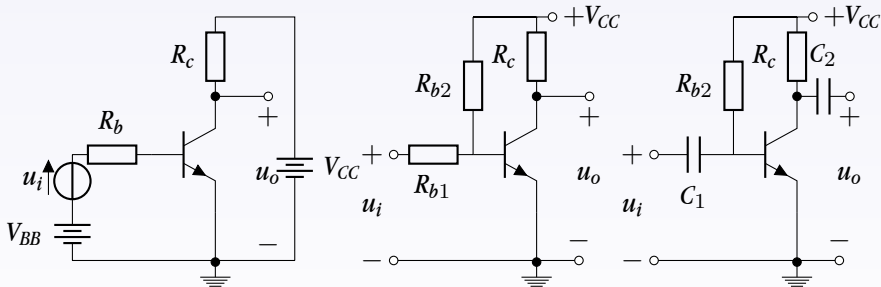
- 基本概念
- 基本电路
- 基本原理
- 基本指标
- 思考

晶体管放大电路



晶体管放大电路

基本共射放大电路 直接耦合共射放大电路 阻容耦合共射放大电路



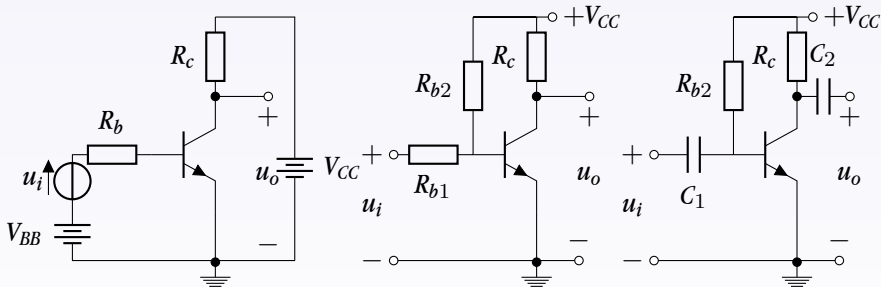
输入回路 输入的电压信号 u_i 接入基极—发射极回路；

输出回路 放大后的信号 u_o 在集电极—发射极回路；

共射 发射极是两个回路的公共端。

晶体管放大电路

基本共射放大电路 直接耦合共射放大电路 阻容耦合共射放大电路

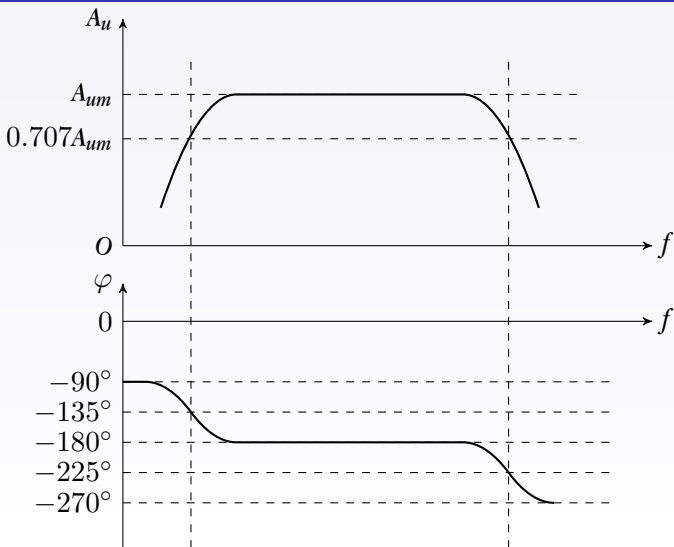


截止区 发射结电压小于开启电压且集电结反向偏置 (开关断开)

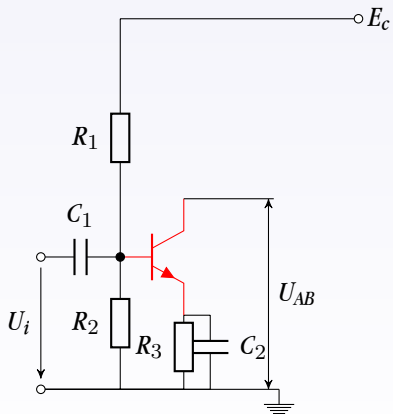
放大区 发射结正向偏置且集电结反向偏置

饱和区 发射结与集电结均处于正向偏置 (开关闭合)

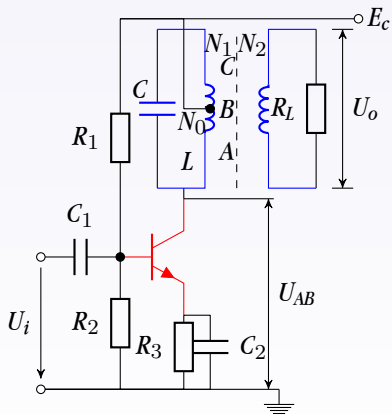
频率特性



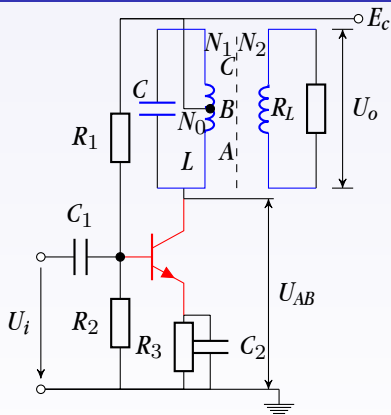
单调谐放大器的电路组成



单调谐放大器的电路组成

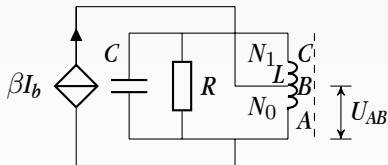
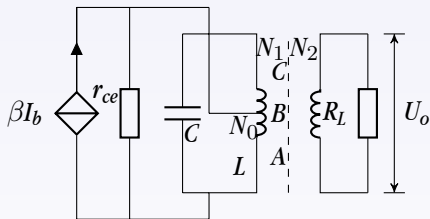
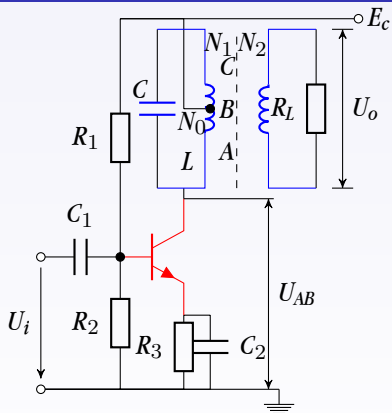


单调谐放大器的电路组成



- R_1 、 R_2 、 R_3 是工作点偏置环节， C_1 为耦合电容， C_2 为旁路电容。
- LC 谐振电路作为放大器集电极负载起**选频**作用，采用抽头接入法以减轻晶体管输出电阻对谐振电路 Q 值的影响。
- R_L 是放大器的负载，它可能是下一级输入端的等效输入电阻。

单调谐放大器的电路组成



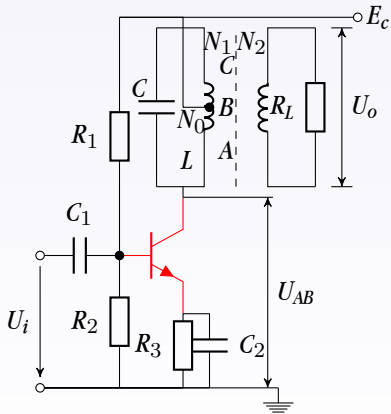
- 输入电压 U_i 形成晶体管输入电流 I_b ，通过晶体管放大，集电极电流为 βI_b 。
- 实际的集电极负载为变换到 AB 部分的阻抗 $Z_{AB} = Z_{AC} \left(\frac{N_0}{N_1} \right)^2$ 。
- 调谐放大器的工作原理分析：放大能力和选频性能。

内容提要

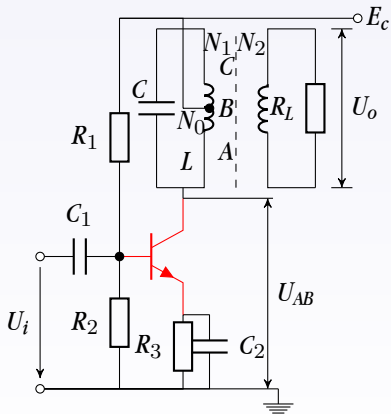
1 单调谐放大器

- 基本概念
- 基本电路
- 基本原理
- 基本指标
- 思考

单调谐放大器的放大能力

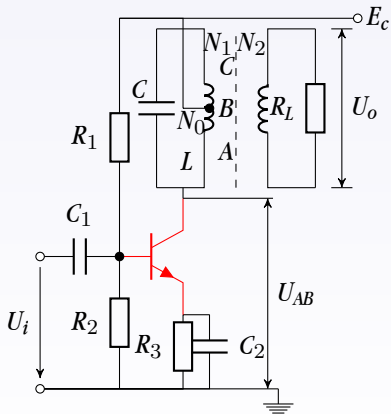


单调谐放大器的放大能力



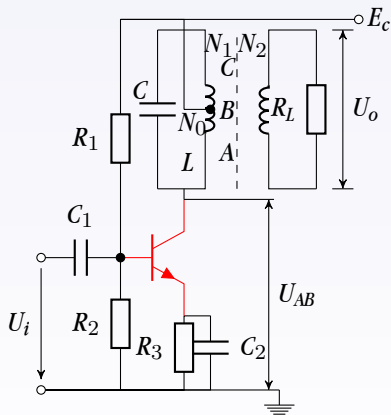
$$\begin{aligned}
 K &= \frac{U_o}{U_i} = \frac{U_o}{U_{AB}} \frac{U_{AB}}{U_i} \\
 &= \frac{N_2}{N_0} \frac{\beta I_b Z_{AB}}{I_b r_i} = \beta \frac{Z_{AB}}{r_i} \frac{N_2}{N_0}
 \end{aligned}$$

单调谐放大器的放大能力



$$\begin{aligned}
 K &= \frac{U_o}{U_i} = \frac{U_o}{U_{AB}} \frac{U_{AB}}{U_i} \\
 &= \frac{N_2}{N_0} \frac{\beta I_b Z_{AB}}{I_b r_i} = \beta \frac{Z_{AB}}{r_i} \frac{N_2}{N_0} \\
 Z_{AB} &= Z_{AC} \left(\frac{N_0}{N_1} \right)^2
 \end{aligned}$$

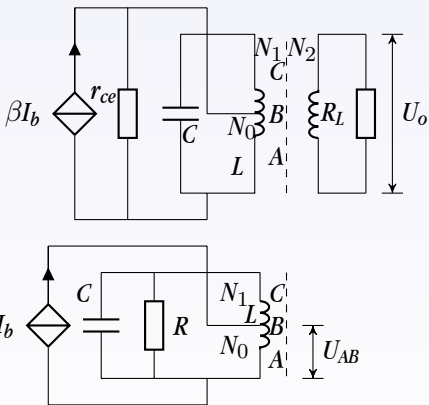
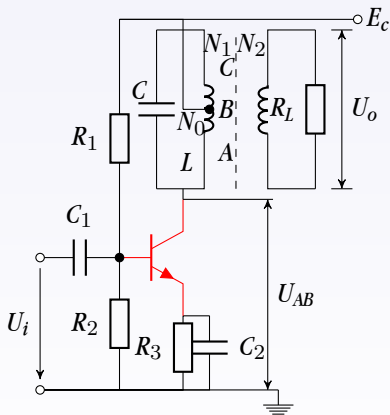
单调谐放大器的放大能力



$$\begin{aligned}
 K &= \frac{U_o}{U_i} = \frac{U_o}{U_{AB}} \frac{U_{AB}}{U_i} \\
 &= \frac{N_2}{N_0} \frac{\beta I_b Z_{AB}}{I_b r_i} = \beta \frac{Z_{AB}}{r_i} \frac{N_2}{N_0} \\
 &= \beta \frac{Z_{AC}}{r_i} \left(\frac{N_0}{N_1} \right)^2 \frac{N_2}{N_0} \\
 &= \frac{\beta}{r_i} \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right) Z_{AC}
 \end{aligned}$$

- 对于不同频率的信号， Z_{AC} 不同；对于频率 f_0 的信号， Z_{AC} 最高，故 K 也最高。
- K 的频率特性和并联谐振回路的特性相同。

单调谐放大器的放大能力



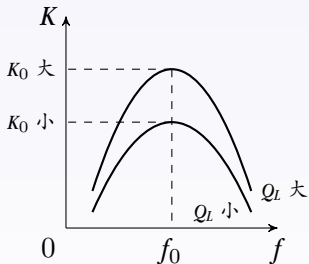
$$\text{谐振时: } Z_{AC} = R = r_{ce} \left(\frac{N_1}{N_0} \right)^2 // Q_0 \omega_0 L // R_L \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 = Q_L \omega_0 L$$

$$\text{谐振电压放大倍数: } K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

单调谐放大器的选频性能

$$\text{电压放大倍数: } K = \frac{\beta}{r_i} \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right) Z_{AC}$$

$$\text{谐振电压放大倍数: } K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

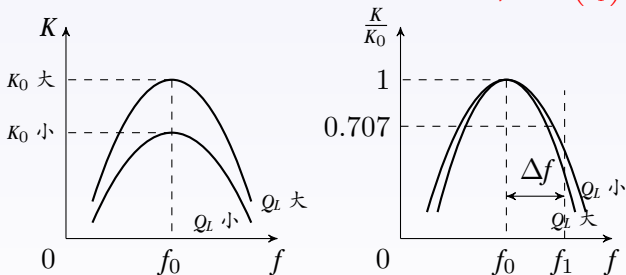


- 放大器的频率特性取决于谐振电路的频率特性，谐振电路的 Q_L 值对选频性能有很大影响。
- 当 $\omega_0 L$ 一定而 Q_L 值不同时， Q_L 越大， K_0 越大，频率曲线越尖锐。

单调谐放大器的选频性能

$$\text{电压放大倍数: } K = \frac{\beta}{r_i} \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right) Z_{AC}$$

$$\text{谐振电压放大倍数: } K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

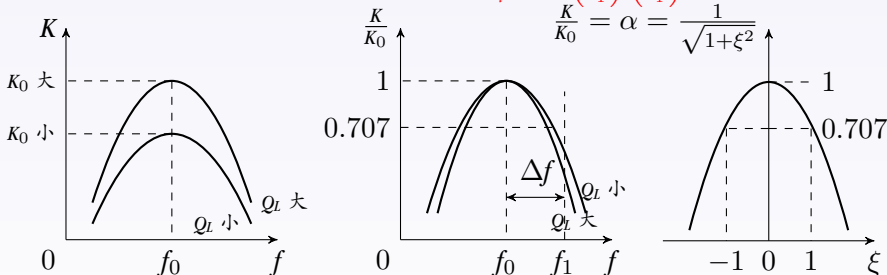


- Q_L 小，通频带 ($2\Delta f_{0.7}$) 宽；而 Q_L 大，通频带则窄。 $B = \frac{f_0}{Q_L}$
- 若以某一频偏 Δf 为参考标准，则 Q_L 大，衰减量大，选择性好； Q_L 小则选择性差。
- 实际工作中常常需要**通频带足够宽而选择性又要好**（相矛盾）。

单调谐放大器的选频性能

$$\text{电压放大倍数: } K = \frac{\beta}{r_i} \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right) Z_{AC}$$

$$\text{谐振电压放大倍数: } K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$



由并联谐振电路阻抗特性 $Z_{AC} = \frac{Q_L \omega_0 L}{\sqrt{1 + Q_L^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)^2}}$, 得

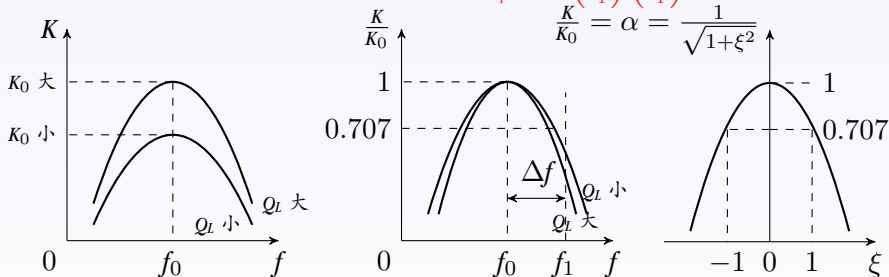
$$K = \frac{\beta}{r_i} \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right) \frac{Q_L \omega_0 L}{\sqrt{1 + Q_L^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)^2}} = \frac{K_0}{\sqrt{1 + Q_L^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)^2}}$$

$$\text{通用谐振曲线: } \frac{K}{K_0} = \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_L^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi^2}}$$

单调谐放大器的选频性能

$$\text{电压放大倍数: } K = \frac{\beta}{r_i} \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right) Z_{AC}$$

$$\text{谐振电压放大倍数: } K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$



- f 偏离 f_0 称为失谐，失谐程度通常用 $\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{f-f_0}{f_0}$ 来表示。
- 谐振点附近，广义失谐量 $\xi = Q_L \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right) \approx Q_L \frac{2\Delta f}{f_0}$ 与 $\frac{\Delta f}{f_0}$ 近似成正比。
- 谐振点， $\Delta f = 0$ ， $\xi = 0$ ； $\frac{\Delta f}{f_0}$ 愈大， ξ 越大，表明失谐程度大。
- $\xi > 0$ ，则 $f > f_0$ ； $\xi < 0$ ，则 $f < f_0$ 。 $\xi = \pm 1 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$ 对应通频带的上下边界。

最大增益及阻抗匹配条件

谐振电压放大倍数

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

最大增益及阻抗匹配条件

谐振电压放大倍数

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

- β 和 r_i 由所用管子的性能及工作点决定。
- L 由实际可用的 LC 元件决定 (以能获得较高的空载 Q_0 为度)。
- Q_L 由通频带和选择性的具体要求决定。
- 当上述各个参数决定以后, 一般通过调整匝比的方法获得高的增益。

最大增益及阻抗匹配条件

谐振电压放大倍数

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

- β 和 r_i 由所用管子的性能及工作点决定。
- L 由实际可用的 LC 元件决定（以能获得较高的空载 Q_0 为度）。
- Q_L 由通频带和选择性的具体要求决定。
- 当上述各个参数决定以后，一般通过调整匝比的方法获得高的增益。

最大增益及阻抗匹配条件

谐振电压放大倍数

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

- β 和 r_i 由所用管子的性能及工作点决定。
- L 由实际可用的 LC 元件决定（以能获得较高的空载 Q_0 为度）。
- Q_L 由通频带和选择性的具体要求决定。
- 当上述各个参数决定以后，一般通过调整匝比的方法获得高的增益。

最大增益及阻抗匹配条件

谐振电压放大倍数

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

- β 和 r_i 由所用管子的性能及工作点决定。
- L 由实际可用的 LC 元件决定（以能获得较高的空载 Q_0 为度）。
- Q_L 由通频带和选择性的具体要求决定。
- 当上述各个参数决定以后，一般通过调整匝比的方法获得高的增益。

最大增益及阻抗匹配条件

谐振电压放大倍数

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

匝比越高越好？

最大增益及阻抗匹配条件

谐振电压放大倍数

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

匝比越高越好？

$$Z_{AC} = R = r_{ce} \left(\frac{N_1}{N_0} \right)^2 // Q_0 \omega_0 L // R_L \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 = Q_L \omega_0 L$$

- 当提高 $\frac{N_0}{N_1}$ 或 $\frac{N_2}{N_1}$ 时，同时会使 Q_L 降低，而 Q_L 的降低会使 K_0 下降且选择性变坏。
- 既要保证一定的 Q_L 值，又要达到尽可能高的增益，有一个最佳匝比。
- 当变换到谐振电路的负载 R'_L 等于变换到谐振电路的内阻 r'_{ce} 时，可得最大增益。

最佳匝比 $\frac{N_0}{N_1} = \sqrt{\frac{\eta r_{ce}}{2Q_L \omega_0 L}}$ $\frac{N_2}{N_1} = \sqrt{\frac{\eta R_L}{2Q_L \omega_0 L}}$ 谐振电路的效率 $\eta = \frac{Q_0 - Q_L}{Q_0}$

阻抗匹配条件下最大电压放大倍数： $K_{0\max} = \frac{\beta \eta}{2r_i} \sqrt{r_{ce} R_L}$

内容提要

1 单调谐放大器

- 基本概念
- 基本电路
- 基本原理
- 基本指标
- 思考

放大能力和选频性能

放大

谐振电压放大倍数

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

选频

通频带和选择性

$$B = 2\Delta f_{0.7} = \frac{f_0}{Q_L} \quad \alpha = \frac{K}{K_0} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_L^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)^2}}$$

放大能力和选频性能

放大

谐振电压放大倍数

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

选频

通频带和选择性

$$B = 2\Delta f_{0.7} = \frac{f_0}{Q_L} \quad \alpha = \frac{K}{K_0} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_L^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)^2}}$$

- 单谐振回路矩形系数 $K_{0.1} = 10$ 为定值，显然选频性能不很理想（矩形系数越接近 1 越理想）。
- 提高通频带与改善选择性相矛盾。
- $K_0 B = \frac{\beta}{r_i} f_0 \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$ 为常数，增益越高，带宽就越窄。

放大能力和选频性能

放大

谐振电压放大倍数

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

选频

通频带和选择性

$$B = 2\Delta f_{0.7} = \frac{f_0}{Q_L} \quad \alpha = \frac{K}{K_0} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_L^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)^2}}$$

- 单谐振回路矩形系数 $K_{0.1} = 10$ 为定值，显然选频性能不很理想（矩形系数越接近 1 越理想）。
- 提高通频带与改善选择性相矛盾。
- $K_0 B = \frac{\beta}{r_i} f_0 \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$ 为常数，增益越高，带宽就越窄。

放大能力和选频性能

放大

谐振电压放大倍数

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

选频

通频带和选择性

$$B = 2\Delta f_{0.7} = \frac{f_0}{Q_L} \quad \alpha = \frac{K}{K_0} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_L^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)^2}}$$

- 单谐振回路矩形系数 $K_{0.1} = 10$ 为定值，显然选频性能不很理想（矩形系数越接近 1 越理想）。
- 提高通频带与改善选择性相矛盾。
- $K_0 B = \frac{\beta}{r_i} f_0 \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$ 为常数，增益越高，带宽就越窄。

放大能力和选频性能

放大

谐振电压放大倍数

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

选频

通频带和选择性

$$B = 2\Delta f_{0.7} = \frac{f_0}{Q_L} \quad \alpha = \frac{K}{K_0} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_L^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)^2}}$$

- 单谐振回路矩形系数 $K_{0.1} = 10$ 为定值，显然选频性能不很理想（矩形系数越接近 1 越理想）。
- 提高通频带与改善选择性相矛盾。
- $K_0 B = \frac{\beta}{r_i} f_0 \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$ 为常数，增益越高，带宽就越窄。

为保证足够的增益和适当的带宽 \Rightarrow 调谐放大器的级联

内容提要

- 1 单调谐放大器
 - 基本概念
 - 基本电路
 - 基本原理
 - 基本指标
 - 思考

习题：调谐放大器

2-16 高频小信号放大电路的主要技术指标有哪些？

习题：调谐放大器

2-16 高频小信号放大电路的主要技术指标有哪些？

答

- 高频小信号放大电路由**放大器**和**选频器**组成。
 - 衡量放大电路的主要技术指标有**中心频率**、**通频带**和**选择性**、**增益**、**噪声系数**与**灵敏度**。
 - 中心频率、通频带和选择性主要由选频器决定；增益、噪声系数与灵敏度主要由放大器决定。

习题：调谐放大器

2-16 高频小信号放大电路的主要技术指标有哪些？
如何理解选择性与通频带的关系？

答

- 高频小信号放大电路由**放大器**和**选频器**组成。
 - 衡量放大电路的主要技术指标有**中心频率**、**通频带**和**选择性**、**增益**、**噪声系数**与**灵敏度**。
 - 中心频率、通频带和选择性主要由选频器决定；增益、噪声系数与灵敏度主要由放大器决定。

习题：调谐放大器

2-16 高频小信号放大电路的主要技术指标有哪些？
如何理解选择性与通频带的关系？

答

- 高频小信号放大电路由**放大器**和**选频器**组成。
 - 衡量放大电路的主要技术指标有**中心频率**、**通频带**和**选择性**、**增益**、**噪声系数**与**灵敏度**。
 - 中心频率、通频带和选择性主要由选频器决定；增益、噪声系数与灵敏度主要由放大器决定。
- 选择性与通频带的关系为：**选择性越好，通频带越窄；通频带越宽，则选择性越差。**
 - 在实际工作中，常常希望通频带足够宽而选择性又要好，但两者是矛盾的。
 - 有时选择适当的 Q 值，可以兼顾两者，但有时不能兼顾，就需要另外采取措施。

习题：调谐放大器

2-18 一个调谐放大器，当提高 $\frac{N_0}{N_1}$ 或 $\frac{N_2}{N_1}$ 时，有时可以使 K_0 增加，有时却反而使 K_0 下降，为什么？

习题：调谐放大器

2-18 一个调谐放大器，当提高 $\frac{N_0}{N_1}$ 或 $\frac{N_2}{N_1}$ 时，有时可以使 K_0 增加，有时却反而使 K_0 下降，为什么？

答

- 调谐放大器的谐振电压放大倍数为

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right) \propto \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

所以，当提高 $\frac{N_0}{N_1}$ 或 $\frac{N_2}{N_1}$ 时，可以使 K_0 增加；

- 但又因为

$$Q_L = \frac{r_{ce} \left(\frac{N_1}{N_0} \right)^2 // Q_0 \omega_0 L // R_L \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2}{\omega_0 L} \propto \frac{1}{\left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)}$$

所以，当提高 $\frac{N_0}{N_1}$ 或 $\frac{N_2}{N_1}$ 时， Q_L 下降，又使 K_0 反而下降，它们之间存在一个最佳匝比问题。

习题：调谐放大器

2-18 一个调谐放大器，当提高 $\frac{N_0}{N_1}$ 或 $\frac{N_2}{N_1}$ 时，有时可以使 K_0 增加，有时却反而使 K_0 下降，为什么？

答

- 调谐放大器的谐振电压放大倍数为

$$K_0 = \frac{\beta}{r_i} Q_L \omega_0 L \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right) \propto \left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$$

所以，当提高 $\frac{N_0}{N_1}$ 或 $\frac{N_2}{N_1}$ 时，可以使 K_0 增加；

- 但又因为

$$Q_L = \frac{r_{ce} \left(\frac{N_1}{N_0} \right)^2 // Q_0 \omega_0 L // R_L \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2}{\omega_0 L} \propto \frac{1}{\left(\frac{N_0}{N_1} \right) \left(\frac{N_2}{N_1} \right)}$$

所以，当提高 $\frac{N_0}{N_1}$ 或 $\frac{N_2}{N_1}$ 时， Q_L 下降，又使 K_0 反而下降，它们之间存在一个最佳匝比问题。

