



课程名称: 影像电子学
 课题: 多级放大电路

授课班级: _____
 类型: 讲授

授课人: 赵玮
 教学时数: 2

一、教学目标 (知识目标、能力目标、思想目标)

1. 知道多级放大电路的耦合方式及特点
2. 知道阻容耦合放大电路电压放大倍数、输入、输出电阻的计算方法。

二、教学重点、难点

重点 知道多级放大电路的耦合方式及特点

难点 知道多级放大电路的耦合方式及特点

三、教学准备 (教材、教具、教学参考书)

教材:《影像电子学基础》人卫版

教参:《电工与电子技术》人卫版

四、教法与学法

讲授、讨论、练习

五、教学内容与步骤

【检查复习】

什么是射极输出器? 它是什么电路? 它的特点是什么?

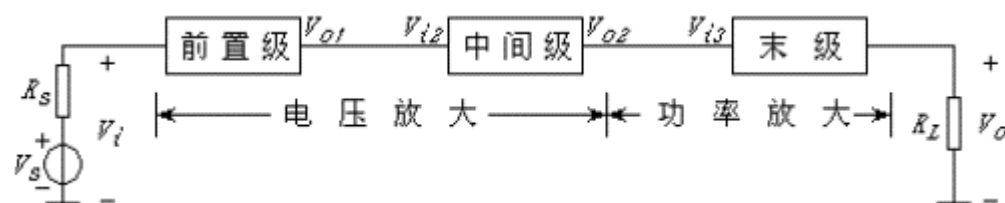
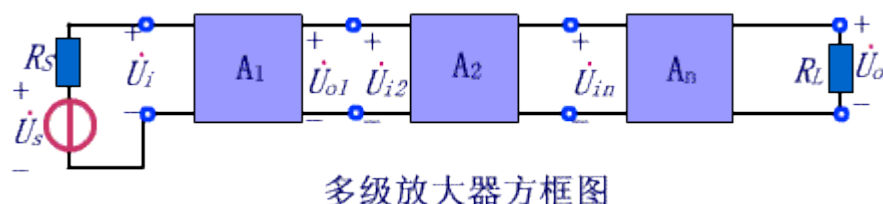
【导入新课】

电子设备中所用的放大电路常将微弱的信号放大,使之成为能带动负载的有用信号。这就要求放大电路有很高的放大倍数,并能输出一定的功率。单级放大器通常是无法胜任的。通常将若干个单级放大器串联(即将前级的输出接到后级的输入)组合形成放大器。

【讲授新课】

第六节 多级放大电路

一个多级放大器的组成如下



输入级,又称前置放大级:用来接受信号源输入信号,并初步加以放大。在工业控制中,信号往往来自一次仪表测量元件的感受件,通常它是具有一定内阻的电压源。这就要求前置放大级具有高输入阻抗和低噪声。 中间放大级:主要任务是电压放大。要求用较少的级数获得足够大的电压放大倍数。 功率放大输出级:向负载提供一定的输出功率。要求有较高的效率,较低的输出阻抗。在要求输出功率较大时,往往需要增加驱动输出级的末前级。

一、极间耦合方式

前一级的输出电压(电流)通过一定的方式加到后一级的输入端,称为耦合。



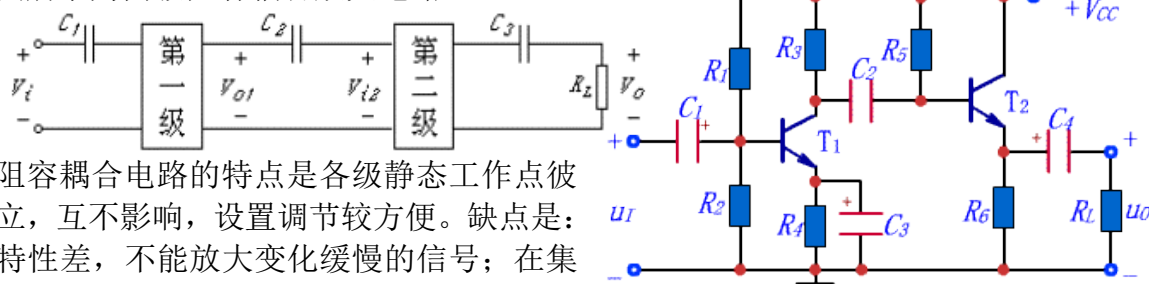
耦合电路的要求: (1)不影响各级静态工作点的正常设置。(2)应能有效地传输信号,避免失真(3)减小损失,最好从电流传输方面来说,就是要使前级的信号电流有效地流入后一级,尽量减小传输中的分流作用。从电压传输方面来说,就是要使前级的信号电压有效地加到后级的输入端,尽量减小传输中的分压作用。

多级放大电路的耦合方式: 直接耦合、阻容耦合、变压器耦合

1. 阻容耦合

阻容耦合方式: 将放大电路的前级输出端通过**电容**接到后级输入端, 称为阻容耦合方式。

如下图所示为两级阻容耦合放大电路。

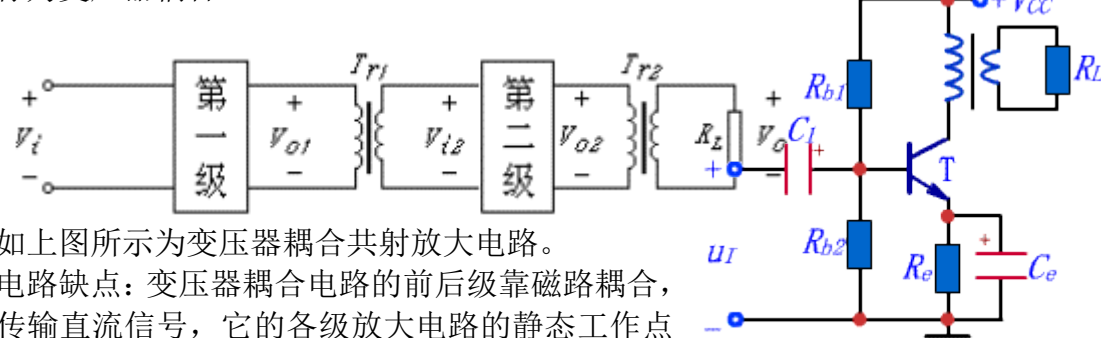


两级阻容耦合放大电路

阻容耦合电路的特点是各级静态工作点彼此独立, 互不影响, 设置调节较方便。缺点是: 低频特性差, 不能放大变化缓慢的信号; 在集成电路中制造大容量的电容很困难, 因此阻容耦合方式不便于集成化, 只适用于分立器件组成的放大电路。

2. 变压器耦合

变压器耦合: 将放大电路前级的输出端通过变压器接到后级的输入端或负载电阻上, 称为变压器耦合。



变压器耦合共射放大电路

如上图所示为变压器耦合共射放大电路。

电路缺点: 变压器耦合电路的前后级靠磁路耦合, 不能传输直流信号, 它的各级放大电路的静态工作点相互独立。它的低频特性差, 不能放大变化缓慢的信号, 且非常笨重, 不能集成化。

电路优点是可以实现阻抗变换, 因而在分立元件功率放大电路中得到广泛应用。

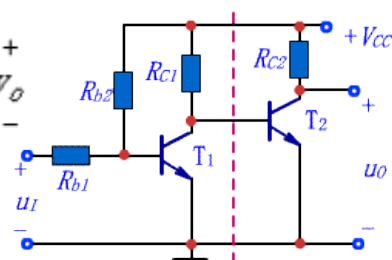
3. 直接耦合

直接耦合: 将前一级的输出端直接连接到后一级的输入端。

如右图所示为直接耦合电路。

直接耦合方式的缺点: 采用直接耦合方式使各级之间的直流通路相连, 因而静态工作点相互影响。有零点漂移现象。

直接耦合方式的优点: 具有良好的低频特性, 可以放大变化缓慢的信号; 由于电路中没



(a) 第一级电路与第二级电路直接连接



有大容量电容，易于将全部电路集成在一片硅片上，构成集成电路。

4.光电耦合：

将发光元件（发光二极管）与光敏元件（光电三极管）相互绝缘地组合在一起，如下图所示。

工作原理：发光元件为输入回路，它将电能转换成光能；光敏元件为输出回路，它将光能再转换成电能，实现了两部分电路的电气隔离，从而可有效地抑制电干扰。

目前已有集成光电耦合放大电路，具有较强的放大能力。

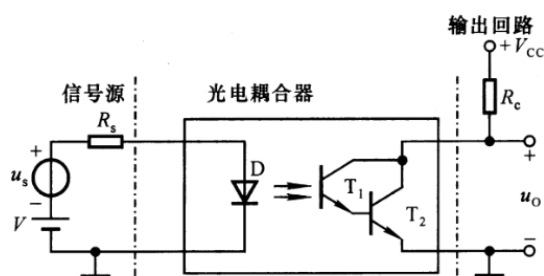
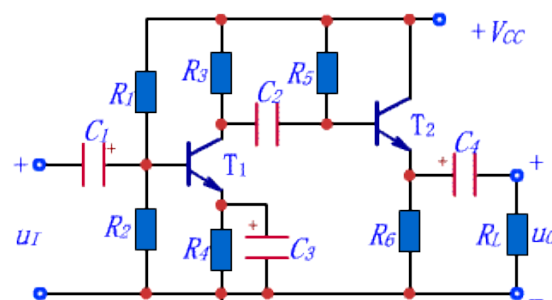


图 3.1.6 光电耦合放大电路

二、阻容耦合放大电路

直流分析：由于电容对直流量的电抗为无穷大，因而阻容耦合放大电路各级之间的直流通路不相通，各级的静态工作点相互独立。求解（或实际调试）静态工作点可按单极处理。

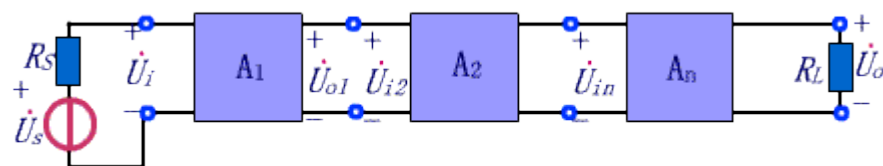
交流分析：只要输入信号频率较高，耦合电容容量较大，相当于短路，前级的输出信号可几乎没有衰减地传递到后级的输入端。前一级的输出电阻相当于后一级电路的信号源内阻（在计算后级的输出电阻是要考虑信号源内阻的影响）、后一级电路的输入电阻相当于前一级的负载电阻（在计算前级的放大倍数时要考虑负载电阻的影响）。前一级的输出电压是后一级的输入电压。



两级阻容耦合放大电路

1. 两级电压放大倍数

一个 n 级放大电路的交流等效电路方框图如图所示。



多级放大器方框图

由图可知，放大电路中前级的输出电压就是后级的输入电压，即 $\dot{U}_{o1} = \dot{U}_{i2}$ 、

$\dot{U}_{o2} = \dot{U}_{i3}$ 、...、 $\dot{U}_{o(n-1)} = \dot{U}_{in}$ ，所以，多级放大电路的电压放大倍数为



课程名称: 影像电子学
 课题: 多级放大电路

授课班级: _____
 类型: 讲授

授课人: 赵玮
 教学时数: 2

$$\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{\dot{U}_{o1}}{\dot{U}_i} \cdot \frac{\dot{U}_{o2}}{\dot{U}_{i2}} \cdot \dots \cdot \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_{in}} = \dot{A}_{u1} \cdot \dot{A}_{u2} \cdot \dots \cdot \dot{A}_{un}$$

结论: 多级放大电路的电压放大倍数等于组成它的各级放大电路电压放大倍数之积。

2. 输入电阻

多级放大电路总的输入电阻等于第一级放大电路的输入电阻。即 $r_i = r_{i1}$

3. 输出电阻

多级放大电路总的输出电阻等于最后一级放大电路的输出电阻。 $r_o = r_{on}$

注意 求解多级放大电路的动态参数时要考虑前后级的相互影响, 1. 要把后级的输入阻抗作为前级的负载; 2. 前级的开路电压作为后级的信号源电压, 前级的输出阻抗作为后级的信号源阻抗。3. 当多级放大电路的输出波形产生失真时, 应首先确定是在哪一级先出现的失真, 然后再判断产生了饱和失真, 还是截止失真。4. 多级放大电路的动态范围 U_{opp} 等于最后一级放大电路的动态范围。

三、多级放大电路的频率特性

基本交流放大电路的幅频特性指出, 在频率高低端, 电压放大倍数都会下降。

频率较低时, 耦合电容容抗变大, 传输信号损失增加, 导致电压放大倍数下降。

频率较高时, 耦合电容容抗变小, 分流效应增加, 传输信号损失增加, 导致电压放大倍数下降。

对多级放大电路来说, 结电容和耦合电容都增加了, 在高低端频率对电压放大倍数影响更大, 通频带比单级电路更窄。所以多级放大电路放大倍数提高了, 但通频带变窄了。

【教学小结】

一级: 组成多级放大电路的每一个基本放大电路称为一级。

级间耦合: 级与级之间的连接称为级间耦合。

多级放大电路的耦合方式: 直接耦合、阻容耦合、变压器耦合

$$\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{\dot{U}_{o1}}{\dot{U}_i} \cdot \frac{\dot{U}_{o2}}{\dot{U}_{i2}} \cdot \dots \cdot \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_{in}} = \dot{A}_{u1} \cdot \dot{A}_{u2} \cdot \dots \cdot \dot{A}_{un}$$

多级放大电路的输入电阻就是其第一级的输入电阻, 即

$$R_i = R_{i1}$$

多级放大电路的输出电阻等于最后一级的输出电阻, 即

$$R_o = R_{on}$$

【评价与反馈】

【布置作业】

P117 5-12