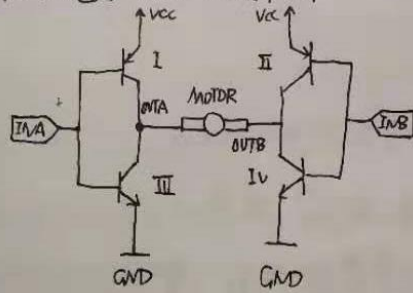


1. I_{NA} 、 I_{NB} 为以下电路的数字输入, 试给出在不同输入条件下 Motor 的运动状态, 并加以解释.



当 $I_{NA}=0$, $I_{NB}=0$ 时 I, II 导通, OUTA, OUTB 为高电平, MOTOR 不转.

当 $I_{NA}=1$, $I_{NB}=0$ 时 II, III 导通, OUTA 低, OUTB 高电平,

MOTOR 逆时针转动.

当 $I_{NA}=0$, $I_{NB}=1$ 时, I, IV 导通, OUTA 高, OUTB 低电平,

MOTOR 顺时针转动.

当 $I_{NA}=1$, $I_{NB}=1$ 时, III, IV 导通, OUTA, OUTB 为低电平,

MOTOR 不转.



大连海事大学

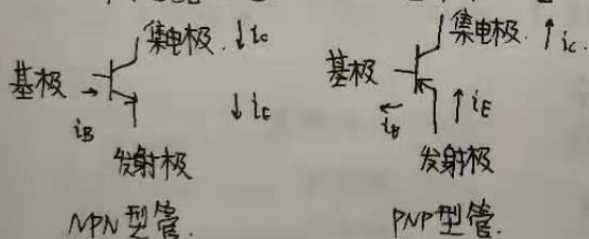
Dalian Maritime University

2. 阅读《新概念模拟电路——晶体管》section 1 至 section 13, 提交不少于 1000 字读书笔记和不少于 1000 字的读后感。

1. 晶体管基础

要将一个幅度只有 10mV 的正弦波输入电压信号放大成幅度为 100mV 的正弦波输出电压, 可以使用电压控制电压源, 将受控源控制倍率设为 10 倍, 但现实中能实现这种控制的器件只有变压器, 并且只能放大高频信号, 我们需要别的方法, 电流控制电流源实现的放大器双极型晶体管可以实现这样的功能, $u_{OUT} = -K \frac{u_{IN}}{R_{IN}} \times R_{LOAD}$.

双极型晶体管分为 NPN 管和 PNP 管:



电流方向依据发射极电流方向, 并一直有 $i_B + i_C = i_E$.

晶体管处于放大状态时, $i_C = \beta i_B$, 与 u_{CE} 无关,

$$\text{可得 } i_E = (1 + \beta) i_B = \frac{1 + \beta}{\beta} i_C.$$

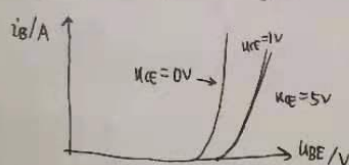


大连海事大学

Dalian Maritime University

NPN型晶体管的伏安特性.

一般用两个伏安特性来展示晶体管的特点, 输入伏安特性指基极电流 i_B 与发射结电压 U_{BE} 之间的关系,



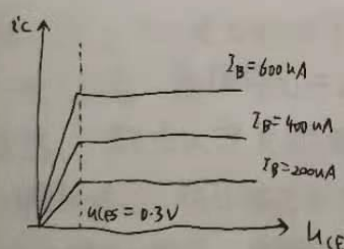
晶体管输入特性伏安曲线.

$$i_B = I_S \left(e^{\frac{U_{BE}}{U_T}} - 1 \right),$$

当 U_{BE} 远大于 U_T 时近似为一个指数表达式,

一般 $U_{BE} > 0.7V$ 时 i_B 开始出现较为明显
- 的电流.

输出伏安特性指在一个确定的 i_B 下, i_C 与 U_{CE} 之间的关系.



简化的NPN管输出伏安特性.

在放大区, $i_C = \beta i_B$, 与 U_{CE} 无关.

在饱和区, i_C 随 U_{CE} 增大而增大,

近似为线性.

截止区 $I_B = 0$.

静态, 是指某一特定的, 不变化的状态, 比如给一个无源部件施加一个电压, 此时部件确定, 电压不变, 流过部件的电流也不会变化, 电路中所有参量处于静止状态. 动态是指电路中某一个量发生一定数量的变化, 导致其它参量随之发生一定的变化, 这种变化的状态称为动态.



静态和信号耦合

静态工作点指晶体管放大电路在电源供应正常且没有施加输入信号的情况下晶体管各管脚电流及电压的集合，在伏安特性图中用Q表示。需要静态工作点的原因是让电压有足够的施展空间，避免出现信号截止等情况。

配置合适的静态工作点的方法是阻容耦合。

晶体管的4种工作状态

截止状态：指晶体管基极没有产生明显的电流， I_{BQ} 非常小， I_{CQ} 也很小，一般情况下当认定发射结零偏或者反偏，而集电结反偏时为截止状态。

放大状态：晶体管处于 I_{BQ} 合适，且满足 $I_{CQ} = \beta I_{BQ}$ 的状态，Q点处于放大区，一般当认定发射结正偏且集电结反偏时为放大状态。

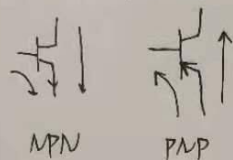
饱和状态：指在输出伏安特性图中进入饱和区，只要 U_{CEQ} 小于 U_{CES} 晶体管就处于饱和状态，重要特点是再增加 I_{BQ} ， I_{CQ} 几乎不增加。

倒置状态：指放大电路中集电极和发射极反接，一般晶体管发射结反偏，集电结正偏时为倒置状态。



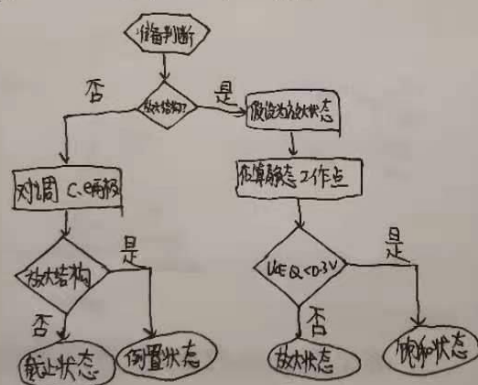
给定电路求解静态

放大结构定义和判断



当“电源电流方向”与晶体管“期望电流方向”吻合，该电路属于放大结构。

根据放大结构判断工作状态



晶体管静态估算和状态判断的标准步骤

- 1) 依据 $U_{BEQ} = 0.7V$ ，完成 I_{BQ} 的估算。
- 2) 假设晶体管处于放大状态，即 $I_{CQ} = \beta I_{BQ}$ ，求解出 U_{CEQ} 。
- 3) 如果 $U_{CEQ} \geq 0.3V$ ，则假设成立，处于放大状态， I_{CQ} 和 U_{CEQ} 如前所求。
- 4) 如果 $U_{CEQ} < 0.3V$ 则处于饱和状态， U_{CEQ} 强制等于 $0.3V$ 并计算出 I_{CQ} 。



大连海事大学

Dalian Maritime University

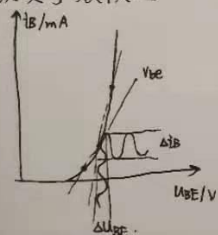
动态求解方法

核心规则：1) 输入信号只保留变化量，输出也只表示变化量。

2) 电路中的电压不变点接地，电路中电流不变支路开路。

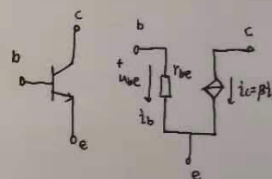
3) 电路中某个元件在某个范围内，可以用直线表示其伏安特性，且输入变化过程中该元件的工作点始终在直线上，则该元件可以用其动态电阻代替。

微变等效模型



$$U_{be} = U_{be} + \frac{U_i}{I_{BQ} r_{be}}$$

$$\Delta i_B = \frac{\Delta U_{be}}{r_{be}}$$



简化微变等效模型

双极型晶体管放大电路的动态分析

三个重要指标：1) 电压放大倍数 $A_u = \frac{U_o}{U_i}$

2) 输入电阻 $r_i = \frac{U_i}{I_i}$

3) 输出电阻 r_o



读后感

要学好模拟电路相关知识一定要深入了解元器件的基本原理和特性,说到元器件,在模拟电路中最重要元器件便是二极管和三极管,二极管较为简单,就是一个单一的PN结,三极管较为复杂,共有三种工作状态,在电路中要先判断它在所给参数下的工作状态,如果是在放大区,那么它的直流特性就有 be 结的电压为 $0.7V$,发射极电流约为集电极电流并等于基极电流的 β 倍,通过这几个关系可以把晶体管的静态工作点算出来,静态工作点其实就是 ce 间的电压和基极、集电极、发射极的电流,要计算静态工作点的原因是三极管工作需要一定的偏置条件,而交流信号又只有负值,所以不能直接放大交流信号,那么在此要用的方法就是给管子一个直流偏置,让它在放大区工作,然后在直流上叠加一个交流信号,然后由于三极管的性质,就会有放大的交流信号产生. 在分析电路时,要分成直流分析和交流分析两部分,不同的分析下,因为元件在不同的量下特性不同,因此电路图也不同,例如电容在直流下相当于开路,在交流下相当于短路,三极管在交流下的等效模型把 be 之间等效为一个电阻, ce 间等效为一个受控电流源,电流值为 βI_{be} ,要合理灵活地运用等效模型



大连海事大学

Dalian Maritime University

学习模拟电路的过程中要注意几个问题,一个是要正确理解和掌握模拟电路的基本概念和重要术语,例如 PN 结,放大作用,放大和饱和,直流通路和交流通路等.

二是注意掌握模拟电路常用的分析方法,例如分析放大电路静态工作情况和分析波形失真常用的图解法,分析放大电路的动态性能.

三是注意通过模拟电子技术的学习培养分析问题和解决问题的能力.