

1.1 实验预习题

思考题 1.1: 半导体 PN 结的单向导电原理;

半导体 PN 结的单向导电原理, 是由于 PN 结形成时, P 区和 N 区之间形成了一个电场, 在没有外加电压时, 这个电场会阻止电子和空穴的自由扩散。当施加一个与内建电场方向相同的正向偏置电压时, 会使内建电场减弱, 电子和空穴能够克服电场的作用而通过 PN 结, 此时会有电流流过, 这种状态称为正向导通;

反之, 当施加一个与内建电场方向相反的反向偏置电压时, 会增强内建电场的作用, 阻止电子和空穴通过 PN 结, 此时几乎没有电流通过, 称为反向截止。

这种单向导电的原理使得 PN 结能够作为二极管等器件的基础, 实现了电流的控制和单向导电的功能。

思考题 1.2: 二极管的大信号模型和小信号模型; 思考如何测量其小信号模型? 设计出电路图, 实验过程中搭建电路。根据测量出来的二极管伏安特性曲线选择不同正向电流尝试测量不同电流情况下的交流电阻的测量。

二极管的大信号模型和小信号模型描述了二极管在不同工作条件下的行为。大信号模型通常用于描述二极管在直流工作条件下的特性, 而小信号模型则用于描述二极管在交流工作条件下的特性。

1. 大信号模型: 当二极管正向电压比较大的情况下, 根据系统计算精度的要求, 可以把二极管简化为下列大信号模型中的一种, 如Figure 1a。这几种模型可用于二极管整流电路、钳位电路的近似分析与估算。
2. 小信号模型: 在小信号模型中, 二极管被建模为一个电阻, 这个电阻表示二极管的动态电阻, 即在交流信号下二极管的电阻值, 如Figure 1b。小信号模型通常用于分析二极管在高频或交流信号下的响应特性。

为了测量二极管的小信号模型, 可以设计一个简单的电路如Figure 1c

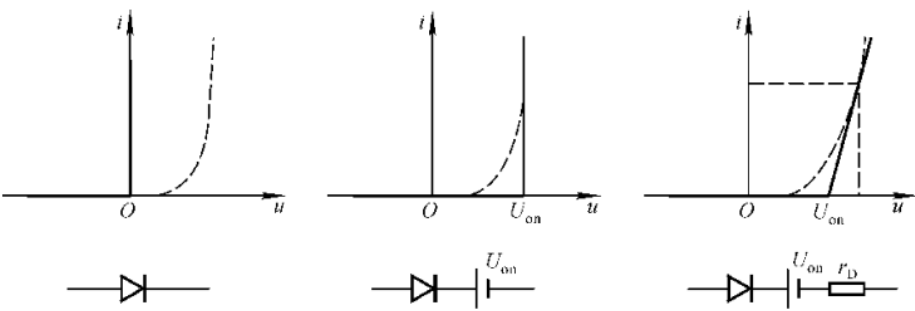
实验步骤如下:

1. 搭建电路, 包括二极管、直流电源、信号发生器和示波器。
2. 设置直流电压, 使二极管正常工作。
3. 在正向电流的基础上, 叠加一个小幅度的正弦交流信号。
4. 使用示波器测量二极管两端的交流电压和交流电流。
5. 计算交流电阻, 即交流电压与电流的比值。

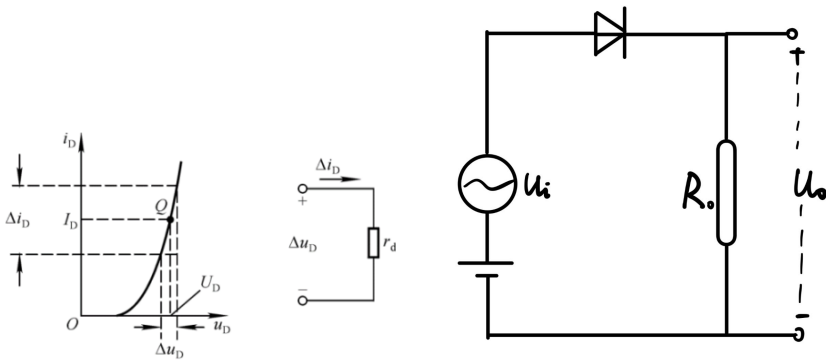
根据测量出来的二极管伏安特性曲线选择不同正向电流尝试测量不同电流情况下的交流电阻的测量, 可以根据需要选择不同的正向电流值进行测量, 以了解二极管在不同工作点下的交流电阻特性。

思考题 1.3: 三极管三种工作状态的条件和特性;

三极管(双极型晶体管)的三种工作状态分别是饱和状态、截止状态和放大状态。这些状态取决于基极(B)、发射极(E)和集电极(C)之间的电压和电流关系。以下是每种状态的条件和特性:



(a) 二极管大信号模型



(b) 二极管小信号模型

(c) 二极管小信号模型测试电路

1. 饱和状态:
- (a) 条件: 基极-发射极间的电压 V_{BE} 大于或等于硅管饱和压降 (通常为 $0.7V$), 集电极-发射极间的电压 V_{CE} 足够小, 使得三极管中的所有 PN 结都处于正向偏置状态。

(b) 特性: 三极管处于最低电阻状态, 集电极几乎与地电势相接近, 输出电压接近零, 输出电流最大。在饱和状态下, 三极管可以被视为一个开关, 完全导通。
2. 截止状态:
- (a) 条件: 基极-发射极间的电压低于硅管的硅流压降, 或者基极没有外加电压; 集电极-发射极间的电压足够高, 使得所有 PN 结都处于反向偏置状态。

(b) 特性: 三极管处于最高电阻状态, 集电极接近电源电压, 输出电压接近最大值。在截止状态下, 三极管可以被视为一个关闭的开关, 完全不导通。
3. 放大状态:
- (a) 条件: 基极-发射极间的电压大于硅管的硅流压降, 且集电极-发射极间的电压足够大, 使得三极管工作在放大区。

(b) 特性: 三极管的电流增益很大, 小信号输入可以得到大信号输出。在放大状态下, 三极管被用作放大器的核心部件。

三极管的工作状态由其外部电路提供的电压和电流决定。

思考题 1.4: 三极管处于的放大和饱和状态时, V_{CE} 受电路中的哪些因素影响?

在三极管处于放大和饱和状态时, 集电极-发射极间的电压 V_{CE} 受到电路中的以下因素影响:

1. 放大状态下的 V_{CE} 影响因素:

- (a) 输入信号的幅度和频率: 输入信号的幅度和频率会影响三极管的放大倍数, 进而影响输出信号的幅度和相位。
- (b) 负载电阻: 负载电阻的大小会影响集电极电压的稳定性和输出信号的失真程度。
- (c) 输入电压: 输入信号的大小和极性会直接影响三极管的工作状态和输出信号的波形。

2. 饱和状态下的 V_{CE} 影响因素:

- (a) 基极电压和发射极电流: 当基极电压大于或等于硅管饱和压降时, 三极管进入饱和状态, 此时 V_{CE} 约为几百毫伏, 主要取决于集电极电流和负载电流。
- (b) 负载电阻: 负载电阻的大小会影响 V_{CE} 的稳定性和输出信号的失真程度。
- (c) 输入信号的幅度和频率: 输入信号的幅度和频率对 V_{CE} 的影响较小, 但仍会影响输出信号的质量和失真程度。

总的来说, V_{CE} 受到输入信号、负载电阻和三极管本身的电流和电压特性的影响。在放大状态下, V_{CE} 主要受到输入信号和负载电阻的影响; 在饱和状态下, V_{CE} 主要受到输入信号、基极电压和负载电阻的影响。

