



南京郵電大學
Nanjing University of Posts and Telecommunications

电工电子实验报告

课程名称: 电工电子实验 (一)

实验名称: 晶体二极管及其基本应用

学 院: 集成电路科学与工程学院

(产教融合学院)

班 级: B240305

学 号: B24030513

姓 名: 李宝宣

指导教师: 郑开来

学 期: 2025-2026 学年第 — 学期

晶体二极管及其基本应用

一、实验目的

1. 测试二极管正向偏置电压、电流关系；
2. 了解限幅电路的构成，掌握限幅电路的工作原理和分析方法；
3. 设计并验证二极管限幅电路和钳位电路。

二、主要仪器设备及软件

软件：Multisim 14.3

三、实验原理（或设计过程）

根据制造时采用的材料不同，二极管可大致分为硅二极管和锗二极管两种；根据功能的不同，二极管可分为整流二极管、检波二极管、变容二极管、发光二极管、稳压二极管等。二极管具有单向导电性，被广泛应用于限幅、整流、稳压、开关及显示等电路中。

1. 二极管下限幅电路

在图 1(a) 所示的限幅电路中，因为二极管是串接在输入和输出之间的，故称它为串联限幅电路。图中，若二极管具有理想的开关特性，忽略二极管导通电压，那么当 u_i 低于 E 时， VD 不导通，此时 $u_o = E$ ；当 u_i 高于 E 时， VD 导通，此时 $u_o = u_i$ 。当输入图 1 (b) 所示的正弦波时，输出波形如图 1 (c) 所示。可见，该电路将输出信号的下限电压限定在某一固定值 E 上，所以称这种电路为下限幅电路。若将电路图中二极管的极性对调，则得到将输出信号的上限电压限定在某一数值上的上限幅电路。

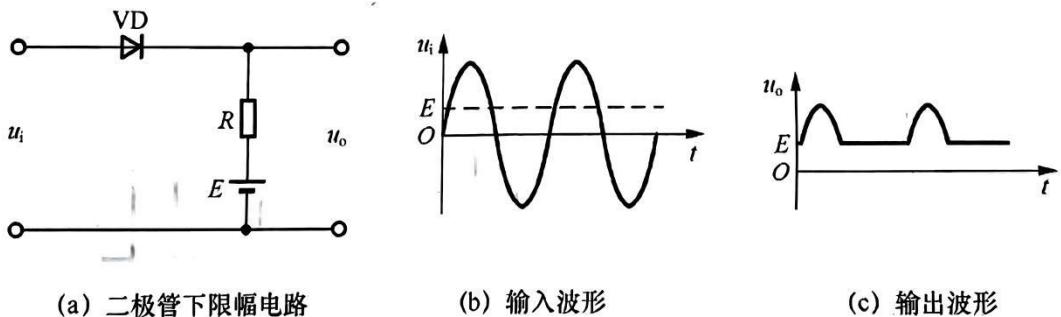


图 1 二极管下限幅电路及其输入、输出波形

2. 二极管上限幅电路

在图 2 (a) 所示二极管上限幅电路中，当输入信号电压低于某事先设计好的上限电压时，二极管截止，输出电压将随输入电压而变化；但当输入电压达到或超过上限电压时，二极管导通，忽略二极管导通电压，输出电压将保持为一个固定值 E ，不再随输入电压而变化。当输入如图 2 (b) 所示的正弦波时，输出波形如图 2 (c) 所示。这样，信号幅值在输出端受到限制。

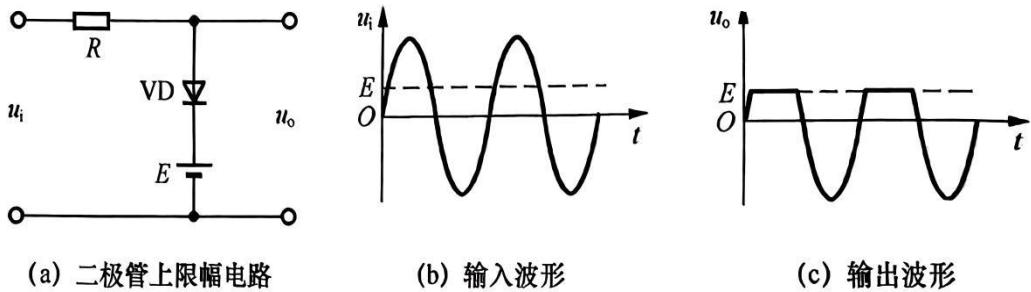


图 2 二极管上限幅电路及其输入、输出波形

3.二极管双向限幅电路

将上、下限幅电路组合在一起，就组成了图 3 (a) 所示的双向限幅电路。当输入图 3 (b) 所示的正弦波时，输出波形如图 3 (c) 所示。可见，该电路将输出信号的上、下限电压都限定在某一值上。（输出波形忽略了二极管导通电压）

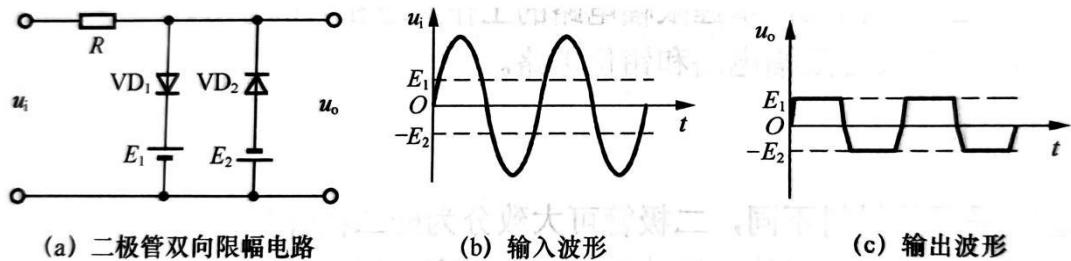


图 3 二极管双向限幅电路及其输入、输出波形

四、实验电路图

1.图 4 中参数为： $U_D=0.7V$, $R_1=100\Omega$, $R_L=620\Omega$, 输入正弦信号, $U_{inpp}=10V$, $f_{in}=1kHz$ 。

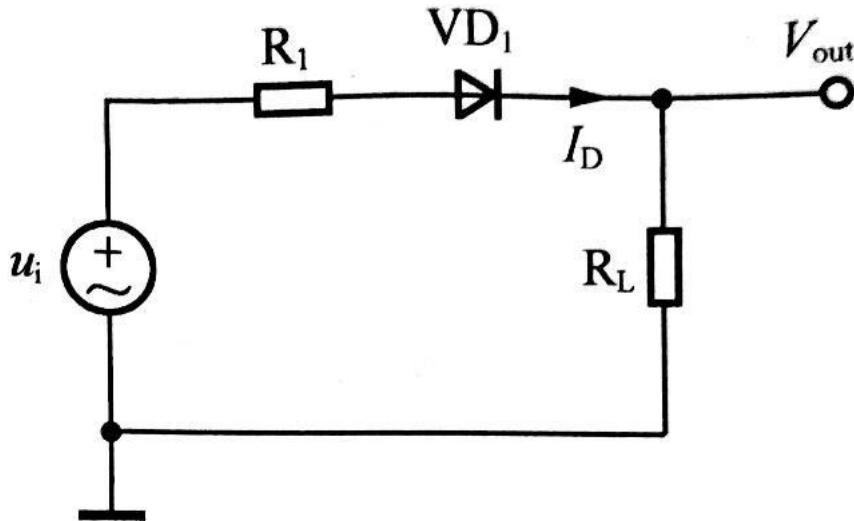


图 4 测量二极管输出波形电路

2.图 5 中参数为： $R=1k\Omega$, 两个二极管的型号为 1N4007, 两个直流电源为可调电源, 输入信号为频率为 1kHz, 峰峰值为 10V 的方波信号。

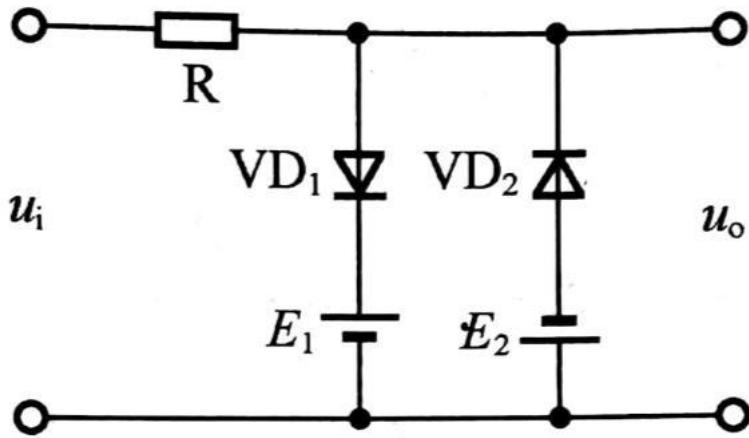


图 5 二极管上下限幅电路

五、实验内容和实验结果

1. 测量二极管输出波形的电路如图 4 所示, 其中 $R_1=100\Omega$, $R_L=680\Omega$, VD 选用 1N4007, $U_D=0.7V$ 。输入信号 u_i 是频率为 1kHz 的正弦信号, 峰峰值为 10V。根据理论计算 R_L 两端的输出电压, 用 EDA 软件仿真并用示波器观测 u_i 和 u_o 的波形。比较分析计算值、仿真值的误差。

实验数据如表 1 所示, 仿真结果如图 6 所示, 手绘波形如图 7。

表 1 实验内容 1 数据记录表格

	$U_{o\max}/V$
计算值	3.703
仿真值	3.806

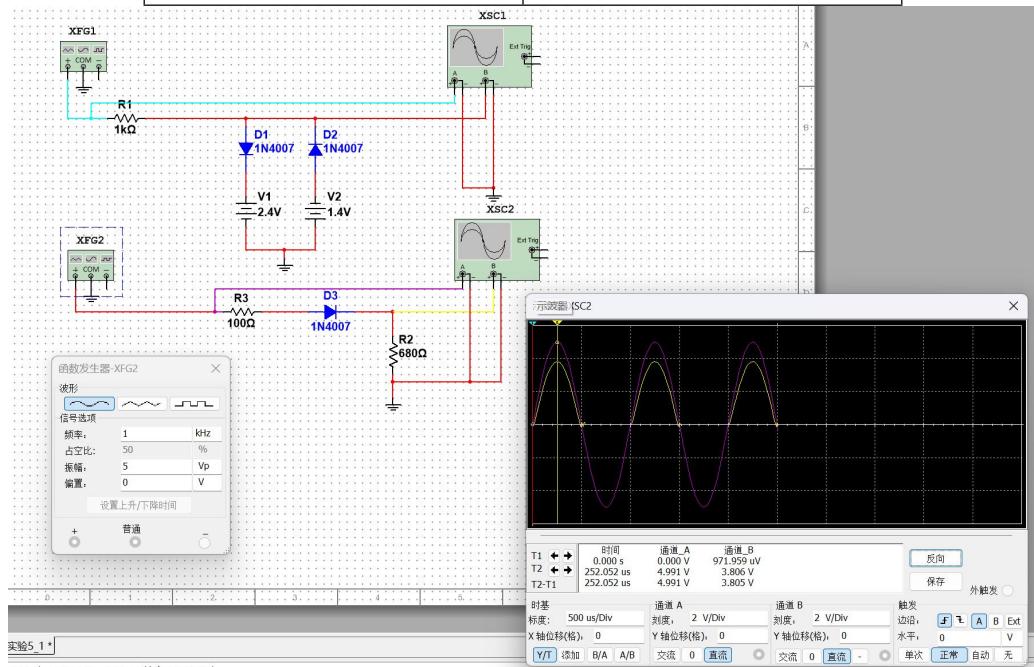


图 6 二极管下限幅电路仿真结果

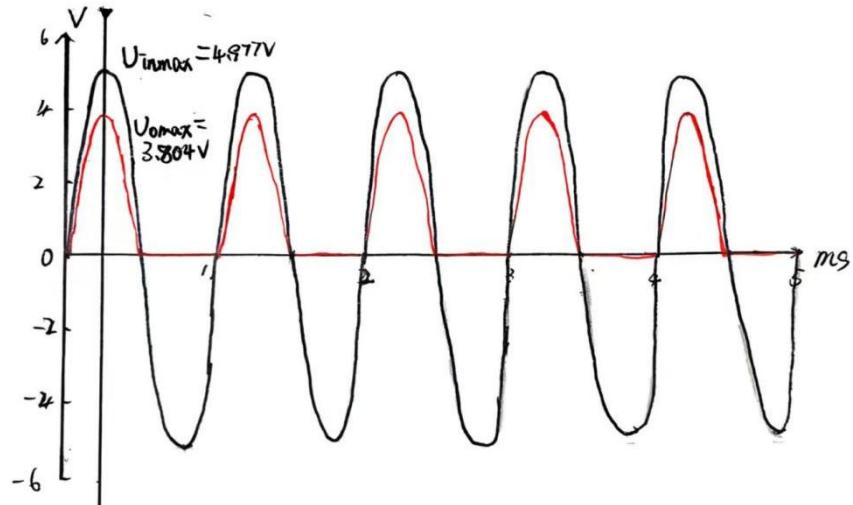


图 7 二极管下限幅电路输入、输出波形

2.用一个阻值为 $1\text{k}\Omega$ 的电阻、两个二极管 1N4007 ($U_D=0.7\text{V}$) 和两个直流电源设计一个限幅电路。要求将输入频率为 1kHz 、峰值为 5V 的正弦信号限幅在正峰值为 3V 、负峰值为 -2V 。请通过仿真验证设计并连接电路，记录输入、输出波形，比较实验测量值与理论设计值之间的不同。仿真电路如图 8 所示，实验结果如表 2，手绘波形如图 7。

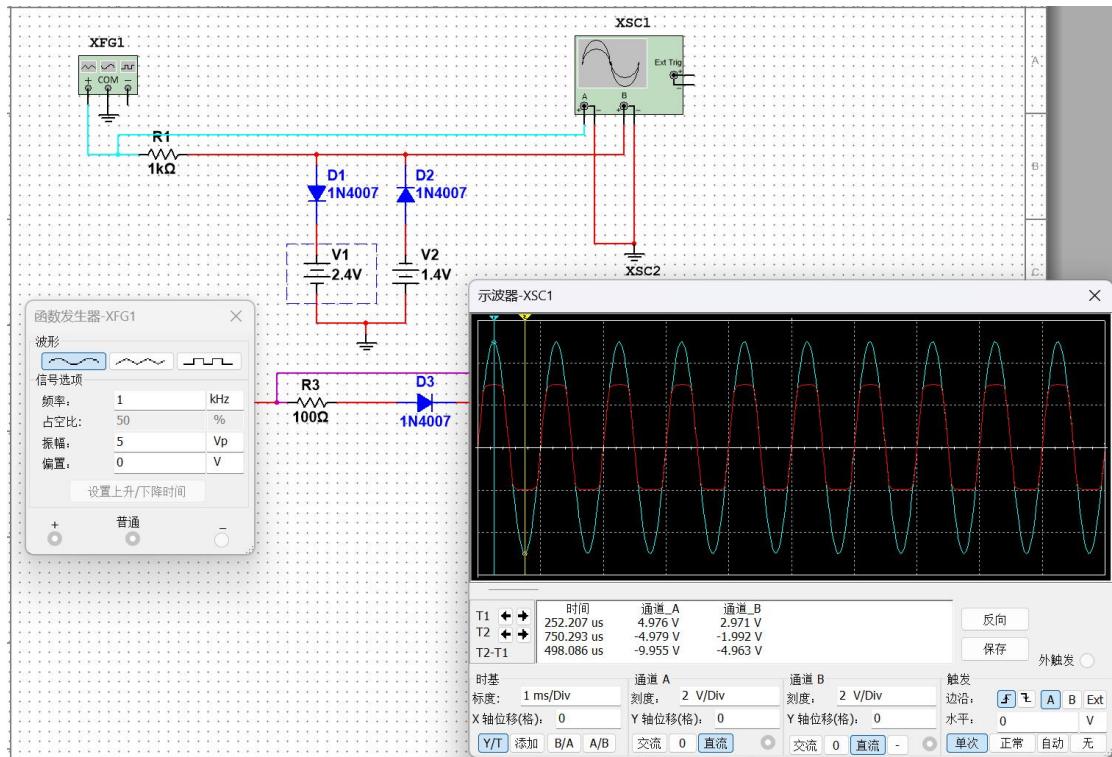


图 8 二极管双向限幅电路仿真

表 2 实验内容 2 数据记录表格

	E_1/V	E_2/V	U_{\max}/V	U_{\min}/V
理论值	2.3	1.3	3.000	-2.000
仿真值	2.4	1.4	2.971	-1.992

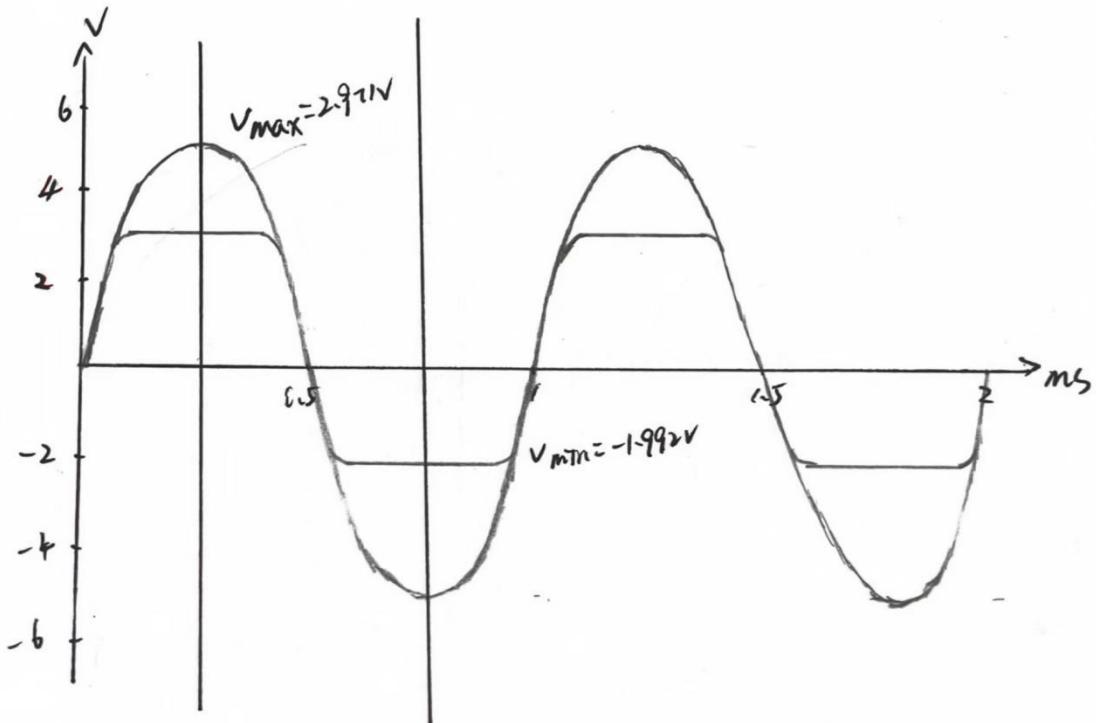


图 9 二极管双向限幅电路输入、输出波形

六、结果分析

1. 实验内容 1 中, 通过理论计算得出负载电阻 RL 两端的最大输出电压为 3.703V, 而仿真结果为 3.806V, 两者存在约 2.78% 的相对误差。这一差异主要源于以下几个方面: 首先, 仿真软件中二极管的实际导通特性与理论简化模型存在偏差, 实际导通电压并非严格保持 0.7V; 其次, 仿真环境中的元件参数具有理想化特征, 与理论计算时采用的简化假设不完全一致。从波形特性来看, 输出信号在正半周出现明显的限幅现象, 与二极管单向导电性的理论预期相符, 验证了下限幅电路的基本工作原理。

2. 实验内容 2 设计的双向限幅电路成功实现了将输入正弦信号 (峰值 5V) 限制在正峰值 3V、负峰值-2V 的设计要求。理论计算确定的上、下限幅电源电压分别为 $E_1=2.3V$ 、 $E_2=1.3V$, 而仿真实际采用的电源电压为 $E_1=2.4V$ 、 $E_2=1.4V$ 。输出波形正峰值测量值为 2.971V, 负峰值为-1.992V, 与理论值的误差均控制在 1.5% 以内。这种微小偏差可能来源于二极管导通压降的非线性特性、仿真模型中电源电压的设置精度以及电路寄生参数的影响。特别值得注意的是, 输出波形在正负峰值处都呈现出良好的限幅特性, 波形失真度较小, 表明电路参数设计合理, 达到了预期的限幅效果。

七、实验小结

本次实验通过理论分析、仿真验证和结果对比等多个环节, 系统研究了二极管在限幅电

路中的应用特性。在实验内容 1 的单向限幅电路研究中，我们不仅验证了二极管下限幅电路的基本工作特性，还通过计算值与仿真值的对比分析，深入认识了理想模型与实际器件之间的差异。这一环节培养了电路参数计算和仿真分析的基本技能。

实验内容 2 的双向限幅电路设计则体现了更高的综合性要求。从电路结构设计、参数计算到仿真验证，完整经历了电路设计的全过程。在这个过程中，我们不仅加深了对二极管限幅原理的理解，还掌握了如何根据设计要求确定合适的电源电压和电阻参数。特别值得关注的是，通过对理论设计与仿真结果，我们认识到二极管实际导通特性对电路性能的重要影响，这种认识对今后的工程实践具有重要指导意义。

实验过程中也暴露出一些值得注意的问题。例如，仿真软件中的理想化模型可能与实际器件存在一定差异，这在今后的电路设计中需要引起重视。建议在后续实验中可以增加实际电路搭建和测试环节，通过仿真与实测的对比，更全面地掌握电路特性。此外，还可以进一步研究温度变化、信号频率变化等因素对限幅电路性能的影响，以深化对二极管非线性特性的理解。

通过本次实验，我们不仅巩固了二极管特性及其应用的相关理论知识，更重要的是培养了电路设计、仿真分析和结果评估的综合能力。这些经验和技能为后续更复杂的电子电路实验打下了坚实基础，也提高了我们解决实际工程问题的能力。