

《电路实验》课程教学大纲

课程代码：A390003

课程名称：电路实验

学分/总学时：1 学分/16 学时

课程类别：集中实践环节

开课学期：三

适用专业：电子信息工程、电子科学与技术、自动化、电气工程及其自动化

先修课程：高等数学、大学物理、电路基础 A

后续课程：数字逻辑电路、模拟电子电路

课程负责人：

一、课程目标

本课程通过实验教学来巩固电路理论课程，培养学生的实验能力、独立分析问题和解决问题的能力以及电路设计水平和工程实践能力，为学习后续专业课程以及进行电子电路系统设计和科研打下必要的基础。通过在实验教学中融入课程思想政治教育，为培养学生科学严谨的科研精神、树立正确的人生观、价值观，树立远大的理想信念，弘扬爱国主义精神打下坚实的基础。

本课程的课程目标：

1. 知识目标：掌握电路的测试方法，掌握电工电子实验台的操作规程和使用方法，掌握理论知识应用到实际的测试方法，掌握理论和实际关联分析的方法，掌握曲线分析的基本方法。（支撑毕业要求：电子科学与技术专业 1-2/L；电子信息工程专业 1-2/H；自动化专业 1-2/H）

2. 能力目标：掌握实验操作能力、信息检索能力、语言表述能力、数据分析处理能力、分析和设计电路能力、创新思维和实践能力。（支撑毕业要求：电子科学与技术专业 2-3/H、4-3/H、4-3/H；电子信息工程专业 3-2/M、4-2/H、5-2/H；自动化专业 3-2/H、4-2/H、4-3/H；电气工程及其自动化专业 4-1/H、5-1/M）

3. 课程思政目标：培养吃苦耐劳、不怕困难和钻研的精神；培养团结协作能力，提高集体荣誉感；培养用辩证的观点看待问题和解决问题；理解生命的意义，珍惜生命，热爱生活；引导学生见证、铭记历史，不忘初心，突出强调爱国主义教育，应当为实现中华民族伟大复兴而奋斗，培养坚定的政治立场，拥有家国情怀。

二、课程目标与教学内容和教学环节的关系

序号	课程目标	教学内容	教学环节	
			课堂教学	实验
1	掌握元件伏安特性的测试方法,了解电工电子实验台,掌握直流设备与仪表的操作规程和使用方法,掌握线性电阻和非线性元件的伏安特性测试方法,掌握伏安特性的绘制方法,掌握曲线分析的基本方法。	元件伏安特性测试		+
2	验证叠加定理,掌握直流电压源、电流源的使用方法、掌握叠加定理的验证方法,掌握叠加定理的使用范围,掌握实验结果的基本分析方法。	叠加定理的验证		+
3	验证戴维南和诺顿定理,掌握戴维南定理和诺顿定理的含义,掌握验证定理的实验方法,掌握等效电阻的多种测量方法,掌握实验结果的基本分析方法。	戴维南定理的验证		+
4	掌握交流电路参数的测定方法,掌握功率表的使用方法,掌握交流强电设备与仪表的操作规程和使用方法,掌握利用三表法和三电压法实现交流电路参数的测量。	交流电路参数的测定		+
5	研究电路的频率特性,掌握 RC 串并联选频网络和一阶 RC 低通滤波电路的幅频特性,掌握幅频特性的测试和绘制方法,掌握电路中 f_0 的查找方法。	电路频率特性的研究		+
6	掌握三相交流电路电压、电流的测量与分析方法,	三相电路的研究		+

	掌握三相电源的相序判别方法，掌握三相电路星形负载的电路连接方法，掌握三相电路中电压、电流的测量方法，研究负载是否对称时中线的作用。			
--	---	--	--	--

三、课程内容与学时分配

1. 元件伏安特性的测试（3 学时）

必做：

（1）测量线性电阻的伏安特性

根据要求设计测试表格测量线性电阻的伏安特性，并画出其伏安特性曲线，根据测量值计算 R_X 的平均值为测量值，分析其伏安特性。

注意：实验过程中将待测电阻 R_X 由 $10\ \Omega$ 更改为 $20\ \Omega$ ，测试表格的 100mA 更改为 80mA ，或者将待测电阻更改为 $50\ \Omega$ ，但注意此时电压表量程需要进行相应调整为 20V 。

（2）测试二极管的正向伏安特性

①用指针式万用表 $R \times 100$ 挡和 $R \times 1\text{K}$ 挡测量硅二极管的正反向电阻；

②根据要求设计测试表格测量二极管的正向伏安特性，并画出其伏安特性曲线，分析曲线。

（3）测试稳压二极管的反向伏安特性

根据要求设计测试表格测量稳压二极管的反向伏安特性，并画出其伏安特性曲线，分析曲线。

创新：

（1）研究分析表前法和表后法分别适用的范围

（2）参照实验内容 1，设计大电阻伏安特性测试内容和表格，记录测试数据，并且和实验内容 1 进行对比分析。

2. 叠加原理的验证（2 学时）

必做：

（1）验证线性电路中的叠加原理

根据书本上电路图，完成叠加原理的验证，并完成表格，分析结果。

创新：

（1）参照线性网络中叠加原理的实验内容，设计非线性网络的实验电路和表格，记录实验数据，并分析实验结果。

（2）分析线性电路中，功率是否满足叠加原理

(3) 研究 IS 串联/并联电阻 (阻值自取), 对测试结果的影响
(4) 自行设计叠加原理实验内容 (至少包含一个电压源和一个电流源)
参照实验内容 1, 根据电路设计设计测试表格, 记录测试结果, 并且分析结果。

3. 验证戴维南和诺顿定理 (2 学时)

必做:

- (1) 根据书上电路图完成电路的搭接。
用开路电压短路电流法测量等效电阻, 完成表格;
- (2) 用伏安法测量等效电阻, 完成表格;
- (3) 负载实验, 完成表格, 绘制负载特性, 并分析结果;
- (4) 验证戴维南定理, 完成表格, 绘制负载特性, 并分析结果。

创新:

验证诺顿定理

- (1) 根据之前实验内容, 参照戴维南定理验证, 完成诺顿定理验证的测试表格。
- (2) 自行设计验证电路, 根据电路设计测试表格, 记录测试结果并分析。

4. 交流电路参数的测定 (3 学时)

必做:

(1) 三表法测量交流阻抗

①测量 Z1: 电阻 ($9\ \Omega$) 串联电感 (约 $15\ \Omega + 100\text{mH}$)

用万用表测量电感内的电阻值;

缓慢调大单相调压器输出电压, 至电流表读数分别为 0.15A 和 0.20A 时, 将此时的电压 U、有功功率 P 和 $\cos\varphi$ 记入测试表中, 计算完成表格。

②测量 Z2: 电阻 ($50\ \Omega$) 串联电容 (约 $25\ \mu\text{F}$)

缓慢调大单相调压器输出电压, 至电流表读数分别为 0.15A 和 0.20A 时, 将此时的电压 U、有功功率 P 和 $\cos\varphi$ 记入测试表中, 计算完成表格。

(2) 三电压法测量交流阻抗

①测量 Z1: 电感 (约 $15\ \Omega + 100\text{mH}$)

缓慢调节单相调压器输出电压, 至电压表读数为 10V 止, 将此电压的实际值 U 记入测试表格。再依次将电压表接至 r, Z1 两端, 分别测量 U1, U2 的数值记入测试表中, 计算完成表格。

②测量 Z2: 电容 (约 $25\ \mu\text{F}$)

接线完毕, 重复内容 1, 至电压表读数为 10V 止, 将此电压的实际值 U 记入测试表格。再依次将电压表接至 r , $Z2$ 两端, 分别测量 U_1 , U_2 的数值记入测试表中, 计算完成表格。

创新:

思考并查阅交流阻抗参数的其他测量方法。

5. 电路频率特性的研究 (3 学时)

必做:

(1) RC 串并联选频网络幅频特性的测试

①连接实验电路。输入端加频率可调的有效值为 5V 的正弦信号。

②按照测试表格中频率点 (也可自行选取), 先调节好频率, 然后用交流电压表测量 $\dot{U}_1$ 的有效值, 保证 $\dot{U}_1$ 有效值 5V 不变, 将交流电压表从 $\dot{U}_1$ 端取下, 接在 $\dot{U}_2$ 两端, 测量 $\dot{U}_2$ 两端的有效值, 记录数据, 并在对数坐标上画出幅频特性曲线。(交流电压表量程为 50V)。

③保证 $\dot{U}_1$ 有效值 5V 不变的情况下, 由低到高调整频率, 观测 $\dot{U}_2$ 的有效值的变化, 确定 $\dot{U}_2$ 的有效值的最大值, 并记录此时频率点 f_1 ; 保证 $\dot{U}_1$ 有效值 5V 不变的情况下, 由低到高调整频率, 观测 $\dot{U}_2$ 的有效值的变化, 确定 $\dot{U}_2$ 的有效值的最大值, 并记录此时频率点 f_2 , 计算 f_0 。

注意: 表格中 $\lg f$ 计算时 f 要化成以 Hz 为单位的数值计算。

(2) 一阶 RC 低通滤波电路幅频特性测试

①按图搭接电路。

②按照测试表格中频率点 (也可自行选取), 先调节好频率, 然后用交流电压表测量 $\dot{U}_1$ 的有效值, 保证 $\dot{U}_1$ 有效值 5V 不变, 将交流电压表从 $\dot{U}_1$ 端取下, 接在 $\dot{U}_2$ 两端, 测量 $\dot{U}_2$ 两端的有效值, 记录数据, 并在对数坐标上画出幅频特性曲线。(交流电压表量程为 50V)。

③保证 $\dot{U}_1$ 有效值 5V 不变的情况下, 由低到高调整频率, 观测 $\dot{U}_2$ 的有效值的变换, 并确定当 $U_1 = 5\text{V}, U_2 = 0.707U_1 = 3.535\text{V}$ 时的频率点 f_0 。

创新:

设计高通滤波器， $f_0=1.59\text{kHz}$ ，参数自选

6. 三相电路的研究（3 学时）

必做：

（1）三相电源降压

为了防止在实验过程中出现由于连接错误而造成灯泡、保险丝烧毁，以及保证人身安全的需要，实验中把三相四线制电源（线电压 380V，相电压 220V）降压为线电压 220V，相电压 127V 的三相四线制电源。连接实验电路。

（2）三相电源的相序判断

在一相上接一电容，其他两相接灯泡，通电测试，观察灯泡亮暗并判断相序。

（3）三相负载星形连接电路的电压、电流测量

将负载按照星形接法连接，并测量每一相的线电压、相电压、线电流、相电流、中线电压和中线电流。

（4）负载星形连接电路有功功率的测量

①将功率表中的电压表和电流表的同名端相连，电压表的非同名端接第一组灯泡的 N1，将电流专用插头的接电流表部分接好，然后将另一端插入第一组灯泡的线流插孔。此时功率表显示的是第一组灯泡的功率 P_A 。

②由于 N1、N2、N3 已相连，只需将电流专用插头的一端插入第二组灯泡的线流插孔，此时功率表显示的是第二组灯泡的功率 P_B 。

③将电流专用插头的一端插入第三组灯泡的线流插孔，此时功率表显示的是第三组灯泡的功率 P_C 。

创新：

测量三相负载三角形连接电路的电压、电流和有功功率。

四、教学方法

要求学生在课前做好实验内容的预习，了解实验中的难点和可能出现的问题，以及解决这些问题的方法；在实验结果中出现错误时，尽可能独立分析原因，或者与授课教师讨论，在课上及时解决问题；课后认真撰写实验报告（模板见实验指导书），详细记录实验测量数据和计算结果，以及实验中出现的問題和分析解决方法。鼓励学生在课前和课后通过软件仿真等方法加深对课程内容的理解，做到虚实结合。

五、考核方式与成绩评定

1. 考核环节及要求、成绩比例

考核环节	分值	要求	考核/评价细则
平时	60%	学生在实验过程中按照实验室规定进行实验的准备、操作和整理,保持实验台的洁净和整齐,正确使用实验仪器。	学生的出勤、实验预习情况、课上实验态度、独立完成实验的情况、操作规范、操作熟练程度、测量数据和数据处理方法是否正确
实验报告	40%	按时上交实验报告,报告规范。	认真独立撰写实验报告,详细记录实验测量数据和计算结果,以及实验中出现的问题和解决方法。

2. 课程目标与课程考核环节的关系（考核环节可根据课程过程化考核方案调整）

序号	课程目标	考核环节		合计
		平时（60%）	实验报告（40%）	
1	掌握元件伏安特性的测试方法,了解电工电子实验台,掌握直流设备与仪表的操作规程和使用方法,掌握线性电阻和非线性元件的伏安特性测试方法,掌握伏安特性的绘制方法,掌握曲线分析的基本方法。	16.7	16.7	16.7
2	验证叠加定理,掌握直流电压源、电流源的使用方法、掌握叠加定理的验证方法,掌握叠加定理的使用范围,掌握实验结果的基本分析方法。	16.6	16.6	16.6
3	验证戴维南和诺顿定理,掌握戴维南定理和诺顿定理的含义,掌握验证定理的实验方法,掌握等效电阻的多种测量方法,掌握实验结果的基本分析方法。	16.6	16.6	16.6
4	掌握交流电路参数的测定方法,掌握功率表的使用方法,掌握交流强电设备与仪表的操作规程和使用方法,掌握利用三表法和三电压法实	16.7	16.7	16.7

	现交流电路参数的测量。			
5	研究电路的频率特性，掌握 RC 串并联选频网络和一阶 RC 低通滤波电路的幅频特性，掌握幅频特性的测试和绘制方法，掌握电路中 f_0 的查找方法。	16.7	16.7	16.7
6	掌握三相交流电路电压、电流的测量与分析方法，掌握三相电源的相序判别方法，掌握三相电路星形负载的电路连接方法，掌握三相电路中电压、电流的测量方法，研究负载是否对称时中线的作用。	16.7	16.7	16.7
合计		100%	100%	100

六、建议教材与教学参考书

书名：电路实验白皮书

作者：主编 电工电子实验中心