

基于成果导向教育理念动态电路仿真分析

张明芹

黑龙江职业学院, 哈尔滨 150080

摘要: 在高职电路分析课程教学中, 以课程思政理念为指导, 运用“成果导向+行动学习”教学模式, 实现知行合一, 学以致用。用仿真操作分析 RC 动态电路构建积分电路和微分电路的方法, 探究电路参数变化时, 对输出信号的影响。培养学生科学分析方法, 不断创新工程思维, 提升用电路软件验证设计应用电路的能力, 解决生活实际问题。

关键词: 动态电路; 成果导向; 微分电路; 积分电路; 仿真分析

Dynamic circuit simulation analysis based on achievement oriented education concept

Zhang Mingqin

Heilongjiang Vocational College, Harbin 150080

Abstract: in the teaching of circuit analysis course in higher vocational colleges, under the guidance of the ideological and political concept of the course, the teaching mode of “result oriented + action learning” is applied to realize the integration of knowledge and practice and the application of learning. The method of constructing integral circuit and differential circuit with RC dynamic circuit is analyzed by simulation operation, and the influence of circuit parameters on output signal is explored. Cultivate students’ scientific analysis methods and innovative engineering thinking, improve their ability to verify and design application circuits with circuit software, and solve practical problems in life.

Key words: dynamic circuit; Result oriented; Differential circuit; Integrating circuit; Simulation analysis

一、引言

《电路分析》是高职工科类专业基础课, 是学习电信、计算机、机电、测控技术的入门的技术基础课程, 课程内容结构严谨, 实践性强, 应用广泛。在教学实践中, 重视理论与实际的结合, 用仿真软件搭建应用电路解决实际问题为主线, 将系统观、工程的观念、科学进步的观念、辩证法、定性定量相结合等融入教学中, 将立德树人内化在知识学习中, 引导学生形成正确的价值观, 养成认真求实的职业态度, 提升工程思维。

在课程实践教学中, 以学生学习为中心小组合作探究学习, 以“仿真+实验”为载体, 实现理论、仿真与实验相结合, 加深学生对基础理论的理解, 发挥学生的主观能动性, 启迪思维, 让学生在行动探究中获取知识, 通过学生动手分析设计验证电路功能, 培养科学严谨、精益求精的工匠精神。

教学活动中用 Multisim12 仿真软件中的瞬态分析和参数扫描分析功能, 进行 RC 动态电路的暂态过程分析, 帮助理解用微分方程求解电压的过程, 直观理解微分、积分电路, 实现波形变换功能。

以学习成果为激励, 引领全员学习, 开展学习活动, 成果不仅包括学生所学习到的知识、技能, 还包括在知识内化, 技能积累, 过程与方法体验过程中发生的情感态度变化, 人生价值观的不断升华^[1]。

二、学习任务与瞬态分析

一阶 RC 动态电路是指用电阻和电容串并联组成的电路, 利用对电容的充放电实现积分和微分等功能的电路。电容充放电的快慢, 取决于时间常数的大小, 经过 (3~5) 倍的时间常数, 充放电基本完成。

(一) 学习任务

教师先演示仿真案例导入新课, 先观看电路功能, 再去分解学习理论知识, 引导学生全方位参与学习活动, 提升自主学习能力。教学活动遵循实践, 认识, 再实践, 再认识。

学生亲自设计搭建微分、积分电路, 调试电阻、电容参数, 探究电路参数对波形的影响, 明确时间常数的物理意义; 并用 Multisim 12 中的参数扫描分析功能, 分析电路参数发生变化时对输出信号的影响, 分别测试电压值、记录波形, 观

察总结动态电路的激励与响应。

学生通过瞬态分析看到 RC 一阶电路中电阻和电容两端电压随时间变化的曲线, 分析电容充放电暂态过程。教师指导学生将仿真操作结果与理论上的结论比较, 学生得出微分、积分电路的条件及电路的作用。直接获取所需的知识点与技能, 熟知电路特点及应用, 能熟练调试示波器与信号源、测试电路参数, 提升实践和创新能力。

(二) 瞬态分析及参数设置

瞬态分析是电路在时域的动作分析, 相当于连续性的操作点分析, 通常是为了找出电子电路的动作情形, 就像示波器一样^[2]。在激励信号的作用下分析电路的时域响应, 观测响应曲线, 测试瞬态电压值。检测数据是通过仪器、仪表 (如示波器、电压表) 或指示器件 (如 LED、数码管) 来显示, 灵活简捷, 所见即所得。

Multisim 瞬态分析设置的主要参数如下:

(1) 电路的初始条件 (Initial Conditions): 初始条件是指在时间为 0s 时, 电容、电感之类的储能元件的初始值, 根据问题需设定, 如: 设置为 0, 或电容器初始值 10V 等, 默认设置是“自动确定初始条件”。

(2) 仿真开始 (Start Time) 与结束时间 (Stop Time): 设置开始时间, 根据问题所需设定, 如: 0s 或 0.01s, 设置仿真结束时间, 如: 0.08s。

(3) 最大时间步长设置 (TMAX): 可以设置最大时间步长, 或自动生成时间步长。这个值越小精度越高, 仿真时间变长。

(4) 初始时间步长 (TSTEP): 设置初始的仿真时间步长, 默认系统自行确定。

(5) 输出值 (OUTPUT): 设置待分析的输出节点的电压、电流等参数。

三、微分电路仿真分析

(一) 搭建微分仿真电路

按如图 1 所示调用元件, 建立 RC 积分电路。以电阻两端的电压 u_R 作为响应输出, 且满足 RC 一阶电路的时间常数 τ 远小于输入电压信号的脉

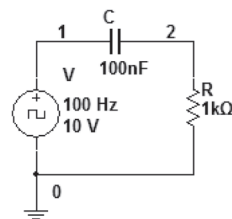


图 1 微分仿真电路

冲宽度^[3]。输出电压与激励信号电压的微分成正比,微分电路可将输入的矩形脉冲变换为尖脉冲输出,以传送信号的变化量。

图中激励源为矩形波信号源,占空比为50%,电压为幅值为10V、频率100Hz,脉冲宽度为10ms/2=5ms,电阻为1k Ω ,电容为0.1 μ F。

图中时间常数 $\tau=RC=1\times103\times100\times10^{-9}=0.1\text{ms}$,远小于5ms符合微分电路条件。

(二) 微分电路扫描分析

扫描分析可以非常直观的看到参数变化对仿真结果的影响,是对电路里的元件,分别以不同的参数值进行分析。

用Multsim 12中的参数扫描分析功能,分析电阻、电容阻值发生变化时对输出信号uR的影响,分别得出输出响应波形。

打开微分仿真电路,单击仿真→分析→参数扫描分析按钮。在弹出的参数扫描分析对话框中的“扫描参数”选项中选择“设备参数”,然后在“设备类型”中设置电容(Capacitor)或电阻(Resistor)为分析对象,在扫描变量类型中选择“线性”扫描方式,然后设置初始(启动)电容值为0.1 μ F,终值(停止)为1 μ F,分隔间断点数为3,步进增量为450nF。(或设置初始电阻为1k Ω ,终值为5k Ω ,点数为3,步进数为2k Ω);在Output(输出)选项中,选定待

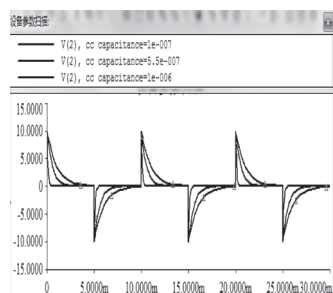


图2 微分仿真电路参数扫描分析输出信号波形

分析的输出电路节点V(2)为分析节点,在扫描分析分析类型中,设置选项为“瞬态分析”;在编辑分析编辑区中,设置参数的起始时间0s,结束时间0.03s等相关参数。单击仿真(Simulate)按钮,得到输出响应波形,如图2所示。调用仿真中的示波器,可观察电容的充放电过程电压波形,可用游标检测瞬态电压的数值。

图中是在电阻值不变即为1k Ω 改变电容值时,参数扫描分析得出的结果。横轴表示时间单位为毫秒(ms),纵轴表示瞬时电压值单位为伏特,三条曲线中脉冲较宽较平缓的为1 μ F对应的输出波形(见正脉冲的左属第三条),脉冲较尖锐较窄是电容值为0.1 μ F对应的输出波形(见正脉冲的左属第一条),中间一条为0.55 μ F对应的输出波形。

从仿真波形看到,电路随着矩形脉冲周期性输入则输出为周期性的正、负向尖脉冲,输出的尖脉冲随着电容值、电阻值的改变而发生变化。可检测到电容值越小,过渡过程越快,尖脉冲信号越尖锐;电阻值越小,过渡过程越快,尖脉冲信号越尖锐。

经过分析得出仿真结果和理论相同,理论和实践相统一,增强学习动力,提高了专业技能。

四、积分电路仿真分析

积分电路要求以电容两端电压uC作为响应输出,同时满足时间常数 τ 远大于输入电压信号的脉冲宽度。其输出信号电压与激励信号电压的积分成正比。

积分电路可将矩形脉冲变换为三角波,可用作示波器扫描电路作为模-数转换器。将图1中的电阻和电容的位置互换,电阻为10k Ω ,电容为1 μ F,其他参数不变。计算的时间常数 $\tau=RC=1\times104\times1\times10^{-6}=10\text{ms}$ 。

(一) 输出响应瞬态分析

启动菜单命令“Simulate/Analyses/Transient Analysis”,即单击以下按钮:仿真→分析→瞬态分析,在弹出的Analysis Parameter(分析参数)选项设置对话框中,选择初始条件为置零,设置仿真起始时间和终止时间分别为0.01s和0.06s,最大时间步长设置为0.01s,在Output(输出)选项中设置分析的输出节点为V2。单击Simulate按钮运行仿真,进行瞬态仿真分析,得出uC(t)(电容电压的瞬时值)响应

曲线(曲线为三角波,波形图略)。同时打开示波器,观察输入、输出电压波形,可看到输入为方形波,输出为三角波。

(二) 分析参数不同时对输出信号的影响

单击参数扫描分析按钮,设置电阻(Resistor)为分析对象,初始为10k Ω ,终值为20k Ω ,点数为3,步进数(增量)为5k Ω 。在Output(输出)选项中,选定待分析的输出电路节点V(2)为分析节点,在扫描分析分析类型中,设置选项为“瞬态分析”。在编辑分析编辑区中,设置参数的起始时间0s,结束时间0.06s等相关参数。单击仿真(Simulate)按钮,运行仿真,输出电压uC瞬态分析如图3所示。

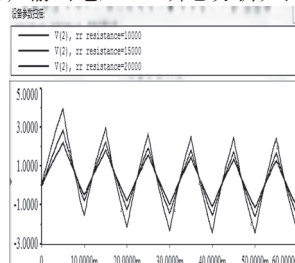


图3 积分仿真电路参数扫描分析输出信号波形

在图中,横轴表示时间单位为毫秒(ms),时间为60ms,纵轴表示瞬时电压值单位为伏特。看出三条曲线都是三角波,最上方的波形表示电阻为10k Ω 时,对应的输出波形;中间一条表示15k Ω 时,对应的输出波形;最下方一条表示20k Ω 时,对应的输出波形。可看到,在电容不变(1 μ F),增大电阻的阻值,输出响应随着变化,即电阻阻值越大,波形越平缓,反之越尖锐,仿真分析与理论分析相同。即时间常数越大,电容电压uC增长越缓慢,零状态响应曲线越平缓,过渡时间越长;反之,时间常数越小,充电过程完成的越快,过渡时间越短。

用仿真可以方便、直观、简明地分析动态电路,熟悉瞬态分析过程,提升学生的劳动素质与工作素质。

五、结语

电路分析课程以课程思政理念为指导,以理实同步情景化的学习方式,以直观操作的“成果”为主线,自教、自学、自评同步运行[4]。用直观仿真动态学习,教师和学生处于同频,实现了多元评量个性化的学习,提高课程的双育人功能。在学习活动中善用学生的语言、学生的思维方式,引导学生使用EWB、Edison、Multisim等仿真软件,使电路虚拟仿真与电路实验有机地融合,提高教学效果。学习活动中坚持“踏实、认真、求实”的探究精神,熟悉电路的原理、规律及分析方法,不断夯实基础,形成专业技能,才能在复杂的工程环境下工作,解决实际工程问题。

作者简介:张明芹(1968-),女,本科,教授,黑龙江哈尔滨人,主要从事电子技术实验教学研究。

通讯地址:黑龙江省哈尔滨市双城区迎宾路162号,黑龙江职业学院,张明芹,电话18348541141 邮箱18348541141@163.com。

课题(基金)项目:本文系黑龙江省教育科学“十四五”规划2022年度重点课题:“高职工科类专业基础课程思政的实践研究”研究成果,课题编号:ZJB1422014;黑龙江省高等职业教育教学改革项目课题,“‘双高’建设背景下高等职业院校专业统整课程教学改革研究与实践”研究成果,课题编号: SJGZY2020216。

参考文献:

- [1] 高金华. OBE背景下高职院校课程思政教学督导标准构建探索[J]. 新时代教育, 2021(7): 27.
- [2] 刘贵栋, 张玉军. 电工电子技术Multisim仿真实践[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2013: 41.
- [3] 甘祥根. 电路分析基础[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2012: 180.
- [4] 李广志, 张明芹. 基于课程思政理念组合逻辑仿真设计[J]. 新时代教育, 2021(7): 32.