

收音机调谐电路的建模仿真研究

卫俊玲

(天津职业大学 机电工程与自动化学院, 天津 300410)

摘 要:收音机调谐电路模型是典型的 RLC 串联谐振电路, 是电路分析课程中的一个教学难点。为了有效化解该教学难点, 借助 Multisim 仿真工具软件, 对收音机调谐等效电路进行建模仿真与分析。该电路的幅频特性仿真曲线、电压与电流仿真波形解决了 RLC 串联谐振电路不易或无法用实验仪器进行测试的问题, 有助于直观、形象地理解学习该电路, 收到了良好的教学效果。

关键词:调谐电路; 等效电路; 建模仿真; 教学效果

中图分类号: TN851

文献标识码: A

DOI: 10.15913/j.cnki.kjycx.2017.02.098

收音机调谐电路模型是典型的 RLC 串联电路, 调节收音机的选台旋钮, 可调节 RLC 串联电路中电容 C 的值, 即可调节 RLC 谐振电路的谐振频率。当电路的谐振频率, 即电路的固有频率与某广播电台的电动势信号频率相同时, 电路发生谐振即可完成选台过程。

收音机调谐电路是《电路分析》课程中的教学内容, 为了直观、清晰地了解收音机的选频过程, 可借助于 Multisim 电路仿真软件, 分析该电路的频率特性及电路的其他特性。

1 收音机调谐电路模型

收音机调谐电路模型是 RLC 串联电路, 其实际模型如图 1 所示, 等效电路如图 2 所示。ei 是来自 i 电台的电动势信号, RL2, L2 (固定电感) 与 C (可调电容) 组成谐振电路。调节收音机的选台旋钮即可调节谐振电路电容 C 的值, 即可调节谐振电路的谐振频率。当电路的谐振频率即电路的固有频率与 i 电台的电动势信号频率相同时, 电路发生谐振即可完成选台过程。可以看出, 收音机调谐电路模型即为 RLC 串联谐振电路。

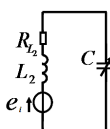
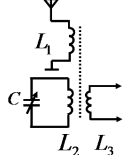


图 1 收音机调谐电路实际模型 图 2 收音机调谐等效电路模型

2 RLC 串联谐振电路

RLC 串联电路发生谐振时的频率为:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C}} \quad (1)$$

这时, 即使有许多频率成分的电动势信号激励, 也只能对该频率的电动势激励信号产生谐振。

RLC 串联谐振电路呈阻性, 电感与电容之间的无功功率完全相互补偿, 电动势信号供给的能量全部被电阻所消耗, 电路的无功功率等于零。发生谐振时, 电路的总阻抗达最小值, 谐振电流为最大, 且谐振电流与电动势信号同相位。在图 2 中, 只要稍微改变可调电容值, 电路的固有频率就会发生变化, 电流值就会大幅度的下降。当电路的输入端含有多种频率成分的信号时, 通过调谐可得到所需要的频率信号, 这种从多种频率信号中挑选出所需频率信号的能力称为“选择性”, 电路的阻值越小, 其选择性越好。

3 Multisim 中收音机调谐电路的建模与仿真分析

Multisim 是一款以 Windows 为基础的仿真软件, 很适合用于电路分析、数字电路、模拟电路的仿真分析与设计。该软件

具有丰富的元件库、仪器仪表库, 可以很方便地建立各种电路模型。将其用于电路相关课程的教学, 将虚拟实验与实际实验相结合, 可有效、快捷地提高学生的电路分析能力。

在 Multisim 中进行收音机调谐电路的仿真, 可直观地分析电路的频率特性, 分析谐振曲线和电路发生谐振时的特点。如果收音机调谐电路的参数为 $L_2 = 300 \mu\text{H}$ 、 $R_{L2} = 30 \Omega$, e_i 电台频率 $f_i = 780 \text{ kHz}$, 要收听到电台 ei 的节目, 通过分析计算可知

可调电容的值 $C = \frac{1}{(2\pi \times 780 \times 10^3)^2 \cdot 300 \times 10^{-6}} = 138.8 \text{ pF}$ 。

在基本元件库中选择“RESISTOR”电阻系列, 放置 30Ω 电阻元件, 选择“INDUCTOR”电感族, 可放置 $300 \mu\text{H}$ 电感元件; 选择“VARIABLE_CAPACITOR”可变电容族, 可放置 350 pF 可调电容。

用函数信号发生器 (XFG1) 来模拟电台发出的电动势信号, 用波特图仪 (XBP1) 来分析电路的幅频特性。如图 3 所示为收音机调谐电路仿真模型, 可调电容值调值默认为最大值的 50%。

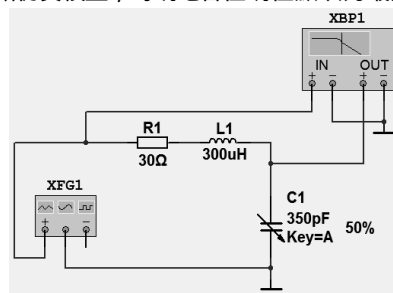


图 3 收音机调谐电路仿真模型

当可调电容值为 138.8 pF 时, 电路发生谐振。在仿真分析之前, 将可调电容值调为最大值的 39%, 即 138.8 pF 时, 进行电路幅频特性仿真。如图 4 所示为收音机调谐电路幅频特性仿真曲线, 调整游标指针, 可以读出该电路在 780 kHz 时发生了谐振, 可以收听到 ei 电台的信号。

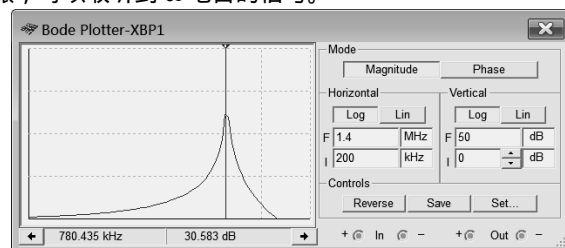


图 4 收音机调谐电路幅频特性仿真曲线

Multisim 中的电流探测器可用来测量电路中导线的电流, 探针的输出端连接到示波器, 可测电流信号的波形。图 5 所示为收音机调谐电路电压、电流仿真模型。将函数信号发生器设置为: Frequency 频率 780 kHz、幅值 10 mV 的正弦电动势信号, 将电流探测器电压对电流的比例设置为 1 V/mA。图 6 所示为收音机调谐电路电压、电流仿真波形, 可以看出, ei 电台电动势信号与电路的电流信号同相, 调整游标指针, 可读出此时电路中电流的值约为 331 mV, 根据电流探测器电压与电流的比例 1 V/mA, 可计算出电流值约为 0.33 mA, 同谐振电路分析的结果相一致, 此时电路的电流达最大值, 电路呈阻性。

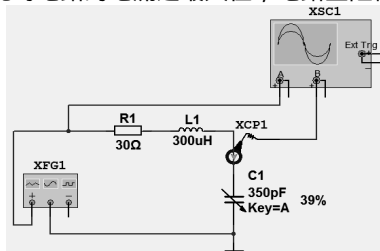


图 5 收音机调谐电路电压、电流仿真模型

4 结束语

收音机调谐电路是《电路分析》课程中一个教学难点, 用实验仪器对该电路进行测试时, 仪器输出参数调整较烦琐, 且信号频率偏高或偏低时, 波形显示不稳定。通过 Multisim 仿真工具软件, 可以方便地建立电路模型, 并对电路进行仿真分析。通过分析幅频特性仿真曲线、电压与电流仿真波形, 解决了 RLC 串联谐振电路不易或无法用实验仪器进行测试的问题, 有助于直观、形象地进行教学, 弥补了实际电路难以理解分析的缺点,

有效化解了教学难点, 收到了良好的教学效果。

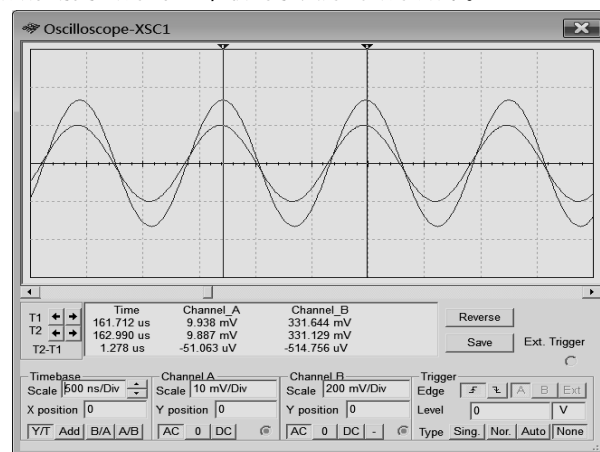


图 6 收音机调谐电路电压、电流仿真波形

参考文献

- [1] 卫俊玲, 董春霞. 电路仿真与印制电路板设计 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2013.
- [2] 苗红宇. Multisim 和 Excel 在谐振电路实训教学中的应用 [J]. 实验室科学, 2014, 17 (2).
- [3] 祁国权. RLC 串联电路谐振特性的 Multisim 仿真 [J]. 电子设计工程, 2012, 20 (1).
- [4] 刘景夏. 关于电路频率特性的教学方法讨论 [J]. 电子世界, 2012 (2).

(编辑: 王霞)

(上接第 96 页)

4.3 PLC 与以太网的通信

通信模块实现了 PLC 与以太网的通讯, 将其处理器用于工业以太网上, 能够独立处理数据通信。在 PLC 硬件组态时, 先要设置通信的 IP 地址和子网掩码, 然后设置安装有 WinCC 的计算机 IP 地址和子网掩码, 以保证计算机的 IP 和通信模块的 IP 在一个网段, 用网线连接起来就可以完成数据传送。

5 结束语

综上所述, 加大对基于 PLC 的环境模拟试验控制系统的探讨是非常必要的。在具体工作中, 相关人员要明确环境模拟试验技术的概念, 了解环境模拟试验的类型, 研究环境模拟试验

控制系统的构成, 比如高温试验制冷子系统、蒸汽子系统、循环风子系统和新风子系统等。在此基础上, 工作人员还要把握基于 PLC 的环境模拟试验系统控制要点, 包括 PLC 端口地址分配、PLC 硬件组态和 PLC 的通信等, 以期顺利完成工作。

参考文献

- [1] 章涵. MIL-STD-810G 主要特点分析 [J]. 航空标准化与质量, 2012, 13 (5): 21.
- [2] 卢祖炎. 基于的环境模拟试验控制系统研究 [D]. 南京: 南京理工大学, 2013.

(编辑: 白洁)

(上接第 97 页)

2.3.3 做好自动化控制工作总结

在工作中, 煤炭生产企业应做好自动化控制工作的总结, 一方面, 总结生产目标是否顺利实现, 分析没有完成的原因, 对选煤系统加以针对性的优化和改进。另一方面, 针对选煤系统自动化控制中出现的问题加以分析和讨论, 制订有针对性的解决对策, 不断提高选煤系统自动化控制操作管理水平。

3 结束语

选煤系统自动化控制在选煤工作中的优势非常明显, 因此, 煤炭生产企业应充分认识到选煤系统自动化控制的重要性, 结合自身生产实际, 选择合理的选煤工艺, 确保选煤系统设计的

合理性, 并加大对操作人员的管理力度, 充分发挥选煤系统的价值, 以促进企业的长远、健康发展。

参考文献

- [1] 薛章华. 复合式干法选煤自动控制系统 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2014.
- [2] 夏乃钦. 选煤厂自动化系统的研究与设计 [D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2011.
- [3] 吴梅花. 集中自动化控制系统在选煤厂的应用 [J]. 电子世界, 2014 (11): 88-89.

(编辑: 白洁)