



基于 Multisim 调幅发射机的仿真与分析*

郑文

(滨州学院航空工程学院 山东 滨州 256603)

(收稿日期:2016-03-09)

摘要:调幅发射机的主要任务是完成低频信号对高频载波的调制,将其变为在某一中心频率上具有一定带宽、适合通过天线发射的电磁波。本文以高频电子线路为基础,以调制电路、功率放大电路为单元,完成了调幅发射机的电路搭建,并用 Multisim 软件对单元电路进行了仿真。仿真分析表明,所搭建单元电路能实现其基本功能,符合调幅发射机的要求。

关键词:高频 Multisim 调幅发射机

1 引言

19 世纪末迅速发展起来的以电信号为消息载体的通信方式,称为现代通信系统,即无线通信系统^[1]。无线通信具有方便、不受距离和周围地理环境限制等优点,受到广泛关注。无线通信系统包括无线发射机和接收机,发送设备主要有两大任务:一是调制,二是放大。

简易调幅发射机的机构如图 1 所示。高频信号源作为载波,音频信号源可以是语音,可以是音乐,也可以是固定的单音频。高频信号与音频信号经幅度调制后变为调幅波,然后送往高频功放,经高频功放放大后,通过天线发射出去。

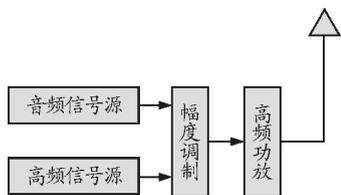


图 1 简易调幅发射机结构图

Multisim 软件是一款基于 Windows 的仿真软件,由美国国家仪器(NI)有限公司所推出,被誉为计算机里的电子实验室,其特点是图形界面操作,易学、易用,快捷、方便,真实、准确,能够对电路图进行

软件连接,具有较为强大的仿真能力,广泛应用于电子电路的演示和实验课程^[2]。高频电子电路作为电子信息工程专业的重要专业课,是理论性和技术性要求很强的一门课程。高频电子线路实验是对理论学习的有力补充,但受实验设备及实验环境的影响^[3],很难达到理想的实验效果。利用 Multisim 搭建的实验平台进行仿真分析,符合实践教学的需要^[4]。

本文通过 Multisim 软件搭建了由幅度调制电路和高频功率放大电路构成的简易调幅发射机,并对各功能电路的相关性能进行仿真测试。

2 振幅调制电路

振幅调制就是用低频信号去控制高频载波信号的振幅,使载波的振幅随调制信号成正比地变化。由于集成电路的发展,集成模拟乘法器得到广泛的应用,本电路采用 MC1496 集成模拟乘法器来实现调幅之功能。

2.1 模拟乘法器 MC1496

模拟乘法器 MC1496^[5]是构成调幅器的核心器件,但在 Multisim 的元件库中没有,首先创建该电路作为子电路,在以后应用中可以随时调用。

* 滨州学院实验技术研究项目,项目编号: BZXYSYXM201102

作者简介:郑文(1982-),女,硕士,讲师,从事电子与通信的教学与研究工作。

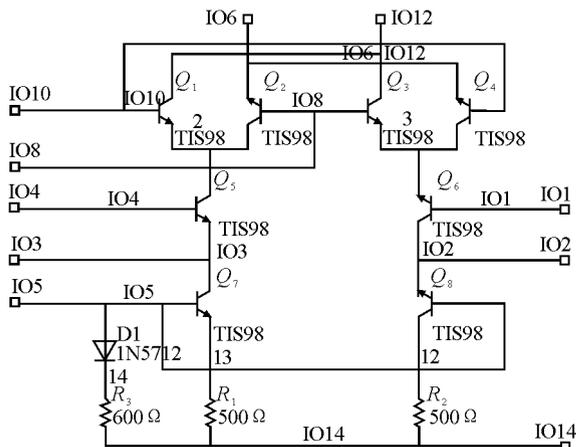


图2 MC1496内部结构图

MC1496内部结构如图2所示. MC1496是一种四象限模拟乘法器, 电路中采用了以反极性方式连接的两组差分对, 且这两组差分对的恒流源管又组成了一个差分对, 称为双差分对模拟乘法器.

2.2 振幅调制电路

以模拟乘法器MC1496为核心构成的振幅调制电路如图3所示.

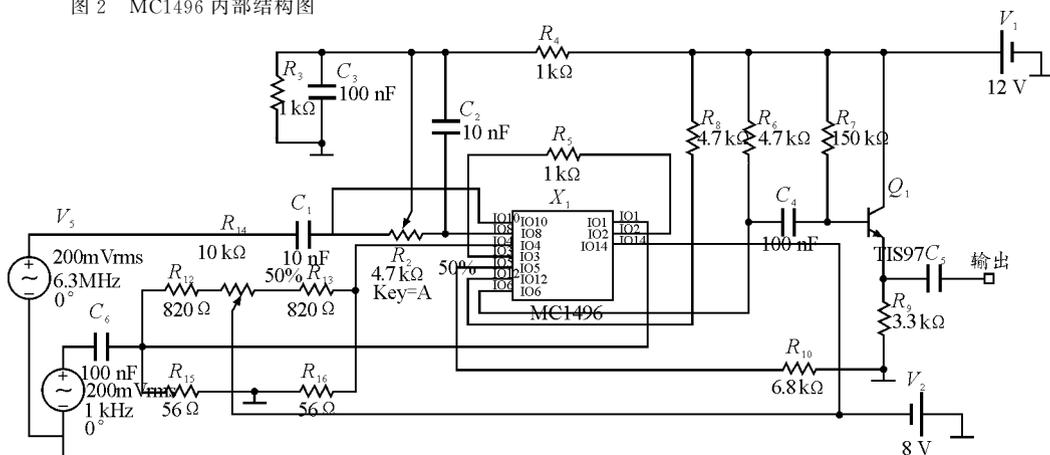
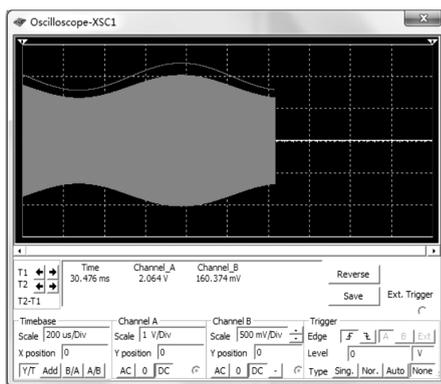


图3 振幅调制电路

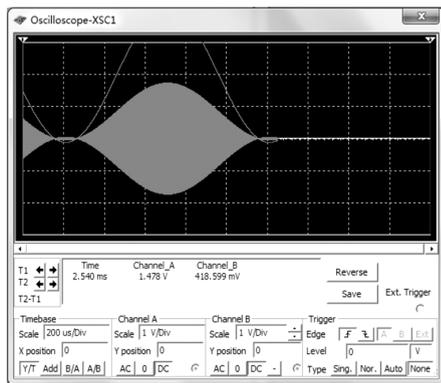
图3中, $Q_1 \sim Q_4$ 的输入端即乘法器8与10引脚间接高频载波信号, 差动放大器 Q_5 与 Q_6 的输入端即1与4引脚间接音频信号, 双差动放大器的两集电极即6与12引脚分别经集电极电阻 R_6 与 R_8 接到正电源 +12 V 上, 并从6与12引脚间取出已调信号. 电位器 R_{14} 用来调节1与4引脚间的平衡, 电位器 R_2 用来调节8与10脚间的平衡. 晶体管 Q_1 为射极跟随器, 以提高振幅调制器的带负载能力.

2.3 调幅电路仿真

通常所要传送的信号(如语言、音乐等)的波形是很复杂的, 包含了许多频率成分. 为简化分析手续, 在本文中分析调制时, 可以认为信号是正弦波形. 因为复杂的信号可以分解为许多正弦波分量, 因此, 只要已调波能够同时包含许多不同调制频率的正弦调制信号, 复杂的调制信号也就如实地被传送出去了. 设置调制信号为单频信号, 频率为1 kHz; 高频载波信号幅值300 mV, 频率为6.3 MHz, 运行仿真开关, 打开示波器观察窗口, 可得仿真输出调幅波如图4所示.



(a)



(b)

图4 幅度调制电路输出波形

设置调制信号幅度为 300 mV, 仿真输出波形如图 4(a) 所示. 从图中可以看出该输出为普通调幅波, 已调波的振幅同调制信号有相同的变化规律, 即载波振幅随调制信号的规律变化.

调整调制信号幅度为 1 500 mV, 其他参数不变, 仿真输出波形如图 4(b) 所示. 从图中可以看出, 已调波振幅变化与调制信号不一致, 产生了严重的失真, 这种情况称为过调失真, 在实际应用中应尽量避免.

3 功率放大电路

高频功率放大器是通信系统中发送装置的重要组成部分, 是一种能量转换器件, 它将电源供给的直流能量转换为高频交流输出^[6].

3.1 功率放大电路

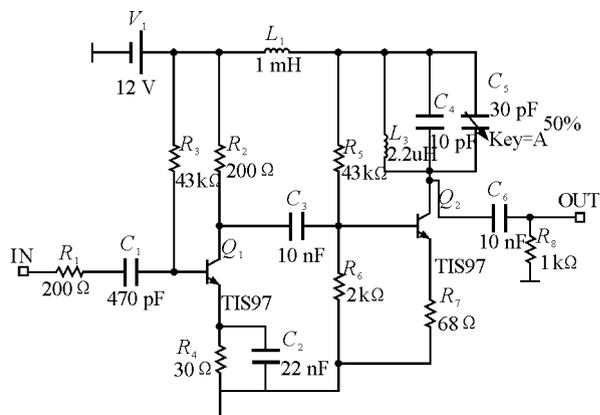


图5 高频功率放大电路

高频功率放大电路如图 5 所示. 高频功率放大电路由两级放大器组成, Q_1 是前置放大级, 工作在甲类线性状态, 以适应较小的输入信号电平, 由于该级负载是电阻, 对输入信号没有滤波和调谐作用, 因而既可作为调幅放大, 也可作为调频放大. Q_2 为次级放大器, 令 R_5 开路, 可构成丙类高频功率放大电路, 其基极偏置电压为零, 通过发射极上的电压构成反偏. 因此, 只有在在载波的正半周且幅度足够大时才能使功率管导通. 其集电极负载为 LC 选频谐振回路, 该选频回路由 L_3 , C_4 , C_5 构成, 谐振在载波上以选出基波, 因此可以获得较大的功率输出. 当输入信号为调幅波时, 调幅波在波谷时幅度较小, Q_2 将不能导通, 导致输出波形严重失真. 因此, 输入信号为调幅波时, R_5 接入回路, 即 Q_2 工作在甲类状态.

3.2 功率放大电路仿真

将前级幅度调制电路, 即图 4(a) 所示信号作为该级功放输入信号, 输出端接虚拟示波器, 以显示输出信号. 调节调谐回路可变电容器参数, 使回路调谐在 6.3MHz, 得到输出信号波形如图 6 所示.

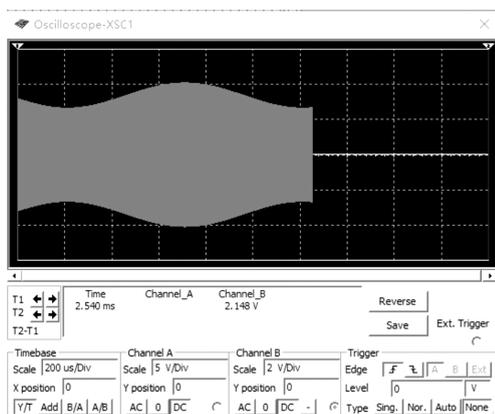


图6 高频功率放大电路输出波形

从图 6 可以看出, 输出信号仍为普通调幅波, 调制规律不变, 信号幅度增大, 实现功能要求, 可将此信号通过天线有效辐射.

4 结论

利用 Multisim 软件搭建了由幅度调制电路和高频功率放大电路构成的调幅无线电发射机, 并对发射机各功能单元的性能进行了仿真测试. 仿真分析表明, 由 MC1496 构成幅度调制器, 改变调制信号幅度, 可改变输出已调波信号调制度; 高频功率放大电路在不失真的情况下可有效增大信号幅度, 基本实现功能电路基本要求.

参考文献

- 1 曾兴雯, 刘乃安, 陈建. 高频电路原理与分析(第四版). 西安: 西安电子科技大学出版社, 2006
- 2 任丹. 基于 Multisim 的高频功率放大器特性分析. 辽宁学院学报: 自然科学版, 2011, 18(2): 114 ~ 117
- 3 马英. 高频电子线路实验箱利弊的思考. 实验科学与技术, 2007, 5(2): 93 ~ 94
- 4 郑文. 基于 Multisim 的高频功率放大器仿真分析. 实验科学与技术, 2014, 12(1): 22 ~ 23
- 5 王旭. 模拟乘法器 MC1496 的应用研究. 电子测试, 2015(8): 46 ~ 50
- 6 龙珍, 牟雪娇, 等. 收发机系统的制作. 电子制作, 2015(6): 54