

智能化数控调谐文氏电桥陷波器

朱 真, 陈金颖, 赵 宁

(东南大学 电子工程系, 江苏 南京 210096)

摘要:介绍文氏电桥陷波器及其在失真度测量中的应用, 提出一种智能化数控调谐的文氏电桥陷波电路。该电路利用 AD536 型真有效值检波器对文氏电桥陷波后的残余信号进行检测并进行模-数转换, 由单片机控制文氏电桥的分档电容器和数控电位器, 实现谐振频率的智能调谐。

关键词:失真度; 智能调谐; 文氏电桥; 陷波滤波器

中图分类号: TN713+.7

文献标识码: B

文章编号: 1006-6977(2006)07-0041-04

Numerical control tuning Wien bridge trap filter

ZHU Zhen, CHEN Jin-ying, ZHAO Ning

(Department of Electronic Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract : The wien bridge trap filter and its application in the distortion measurement are introduced, the kind of intelligent numerical control tuning Wien bridge trap filter circuit is proposed. The circuit uses the true RMS-to-DC converter AD536 to detect the residual signal which trapped by Wien bridge trap filter and converts it to digital signal. The range capacitance and digital potentiometers are controlled by singlechip, the intelligent tuning of resonance frequency is realized.

Key words : degree of distortion; intelligent tuning; Wien bridge; trap filter

1 引言

测量非线性失真一般采用基波抑制法(单音法), 可通过基波抑制网络来实现。基波抑制网络即陷波滤波器, 可将基波电压分量滤除。常见的有文氏电桥组成的 RC 陷波电路和双 T 形电桥组成的陷波电路。

高性能的失真度测量仪必须使用高性能的陷波器, 它应能完全滤除基波而不衰减其他谐波。新式失真度测量仪产生的基波衰减或陷波深度可达 100 dB 甚至更大, 而对谐波只产生 1 dB 或更小的衰减。要获得这样高的性能, 需要 Q 值很高的滤波器, 而且调谐必须非常准确, 通常采用的手动调谐几乎无法实现。高性能的失真度测量仪可以自动调谐到基频, 其偏差只有百分之几。失真度的测量主要是设计和选择高性能的陷波滤波电路。

文氏电桥陷波器是失真度仪设计中最常用的器件, 其基波衰减深度一般可达 80 dB 以上, 但是老式的失真度仪中往往使用手动调谐的方式。笔者在

原来的手动调谐文氏电桥陷波网络的基础上进行了改进, 设计了智能化数控调谐文氏电桥陷波器。

2 文氏电桥陷波的原理

由文氏电桥组成的基波抑制电路(陷波器)如图 1 所示。电桥的元件参数关系为

$$R_1=2R_2, C_1=C_2=C, R_3=R_4=R$$

此时, 电桥的抑制频率为

$$f_0=1/2RC \quad (1)$$

因为 $R_1=2R_2$, 对任一频率信号, $U_{AD}=U_i/3$ 。由计算可知: 当输入信号频率 $f=f_0$ 时, $U_{BD}=U_i/3$, 则 $U_{AB}=0$ 。此时, 电桥处于平衡状态, 输出为 0。当输入

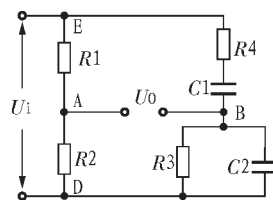


图 1 文氏电桥陷波器电路



分档电容器与继电器相连。使用双刀单掷继电器,每个继电器控制2个容值相同的电容器。继电器作为图4中的开关,平时处于常断状态,由单片机控制继电器的通断以接通所需的电容档,7档电容对应7个继电器,分别与单片机P1.0~P1.6口相连。各档电容值的选取在此电路中相当重要,首先要考虑能否使频率调谐范围覆盖系统要求的整个频带,每档电容对应一定范围的频率,在单片机选定电容档后,数控电位器的步进对应于频率的步进量要小,以减小陷波中心频率和基频之间的误差。在文氏电桥工作时,之后一档电容被选通,这样可减小继电器对RC谐振网络的干扰。考虑到以上3点,经过计算及实践证明,在10 Hz~1 MHz频率范围内选取了7档比较

4.2 检波与 A/D 转换

考虑到在失真度测量中输入信号本身就是不规则的失真信号, 而由分立元件组成的有效值检波电路是在检测出信号的峰值后按照一定的关系计算得出有效值, 一般只能用于检测规则信号(诸如正弦波等信号), 输出误差比较大, 不适用于失真度仪, 所以本系统交流检测信号-直流有效值的转换采用了 AD536 型转换电路。AD536 是美国 ADI 公司推出的专门用于真有效值-直流转换的单片集成电路。它的性能与混合或模数器件相当甚至更优。

电容值/ μF	频率范围/Hz
2.2	10 ~ 50
0.47	50 ~ 100
0.22	100 ~ 500
0.047	500 ~ 1 k
0.022	1 k ~ 9 k
0.0022	9 k ~ 90 k
0.00022	90 k ~ 1 M

而价格则低得多。AD536A 可直接计算出任何包含直流的交流分量的复杂输入波形的真有效值, 并将其转换成直流输出信号。AD536A 可广泛用于标准正弦波或非周期、非正弦且叠加直流电平的各种噪声及机械传感信号的精确测量。为了减小输出中的纹波成分, 最好使用后向滤波器, 如图 4 中的 R9、C18 和 C19 起到了滤波作用。

在本系统中必须对每次文氏电桥谐振频率调整后的输出信号进行测量, 并与前后的测量相比较, 有了上述真有效值检波, 就可以直接检测陷波后信号有效值的大小。笔者使用 ADC0809 型通用 8 位并行模/数转换器将检波后的直流信号转换为 2 进制数据由单片机处理。ADC0809 有 8 路模拟输入通道, 本系统只需使用一路。ADC0809 的 8 位数据输出端与单片机的 P0 口相连, CLK 信号与单片机的 ALE 口相连, CE 和 START 分别与单片机的 P2.6 和 P2.7 口相连, EOC 与单片机的 $\overline{\text{INT0}}$ 端口相连。因为在本系统之前已经设计了 1 个 ALC(自动电平控制) 电路, 对输入文氏电桥的电压幅值进行合理控制, 所以 ADC0809 的参考电压可取 5 V, 采用 LM336-5 型集成稳压电源即可。

4.3 单片机控制

本系统选用了 AT89C51 型单片机。无论从成本、处理速度或存储容量考虑, 选用 AT89C51 都是很合理的。经过计算可知, 当电容比较小时, 数控电位器每改变 100 Ω 时的对应频率改变量比较大, 为了缩短调谐时间, 程序设计从容值最小的电容器开始依次扫描, 搜寻合适的陷波中心频率。

系统启动后, 单片机程序首先初始化(即电容值选取 0.22 nF, 数控电位器为最小值 40 Ω), 然后单片机控制 ADC0809 进行采样, 读取 P0 口数据进行处理。先对整个系统进行粗扫, 也就是说先不改变数控电位器的阻值, 只进行电容换挡, 当程序扫描完整个 7 档电容后, 对 ADC0809 的数据进行比较, 取最小值对应的电容档作为系统所需要的档。接着再用数控电位器进行精确扫描, X9C103 有 100 个抽头, 但不可能再扫 100 次。在笔者编写的程序中, 设定扫描到 1 个数值之后再扫 5 个数值, 如果这 5 个数值都比前面那个数值大, 那么那个数值就是最小值, 其对应的数控电位器值就是所需的, 系统就会稳定。X9C103 接口是 3 总线式, 通信协议比较简单, 编程较方便。图 5 所示为本系统的软件流程。

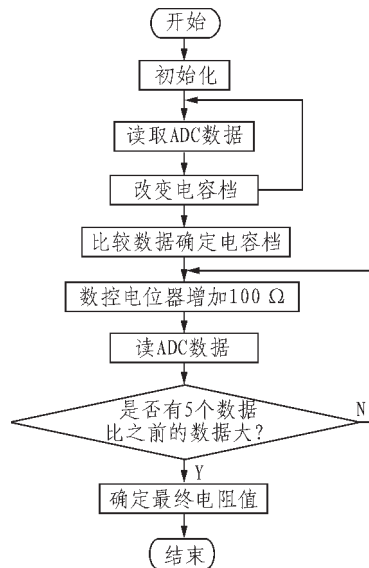


图 5 软件流程

5 结束语

本文叙述了失真度测量仪中基波抑制网络的设计, 为了能很好完成其功能, 笔者设计并制作了智能数控调谐文氏电桥陷波器, 一级文氏电桥陷波器虽然陷波深度还不错, 可以达到 60 dB 以上, 但是其陷波频带不够宽, 而多级串联可实现陷波频带的展宽, 一般三级陷波即可具备非常好的性能。陷波器同样适用于其他类似的场合。

参考文献:

- [1] 林占江. 电子测量技术[M]. 北京:电子工业出版社, 2003.
- [2] 刘京南. 电子电路基础[M]. 北京:电子工业出版社, 2003.
- [3] 张俊谟. 单片机中级教程—原理与应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002.
- [4] 胡伟, 季晓衡. 单片机 C 程序设计及应用实例[M]. 北京:人民邮电出版社, 2003.

作者简介:朱真(1984-), 男, 东南大学电子工程系电子科学与技术专业大四学生, 业余从事电子设计与制作;陈金颖(1982-), 男, 东南大学电子工程系电子科学与技术专业大四学生, 业余从事电子设计与制作;赵宁(1961-), 男, 1981 年毕业于东南大学电子工程系电子技术与应用专业, 大学本科学历, 现为该校工程师, 长期从事真空电子技术与应用研究。

收稿日期:2005-12-08

咨询编号:060716