

简易频率特性测试仪

张益宁 张晓君 徐旭云 王应龙

(沈阳工学院, 辽宁 抚顺 113122)

摘要:频率特性测试仪是一种非常重要的仪器,由于实际应用需要不同频率的波形,因此频率特性测试仪的设计具有一定的实际意义。

关键词:DDS 芯片 AD9850; 51 单片机; 乘法器; FPGA

频率特性测试仪是使输出电压和输入信号频率相对应的电路,用于频率误差测量,如用在自动频率控制环路中产生误差信号的鉴频器。本系统以 DDS 芯片 AD9850 为核心,使用 51 单片机对 DDS 芯片进行控制,产生正交扫频信号源,将正交扫频信号源输出的正交信号中的一路信号通过被测网络作为载波信号,然后利用乘法器,与载波相干的参考信号相乘,根据积化和差公式,可利用低通滤波器将被测信号幅度和相位滤出,经过 AD 转换将模拟量转换成数字量后,控制 FPGA 芯片将被测信号的幅频和相位在液晶屏 LCD12864 上显示出来。

1 项目方案

总体设计方案:

系统的总体设计要求如图 1 所示。系统由正交扫频信号源、乘法器、测量显示三部分组成,核心部分在于将正交扫频信号源输出的两路正(余)弦信号分别与通过被测网络,从而通过滤波器和 A/D 模数转换,经过傅里叶变换后,将幅频特性曲线显示在液晶屏 LCD 上。

2 电路设计

2.1 乘法器

负载 $A\cos\omega t$ 信号输出被测网络后分为两路,幅频功能部分与正交扫频信号源产生的相干信号 $A\cos\omega t$ 相乘,得到 $AB\cos(\omega t+\varphi)\cos\omega t$,利用积化和差公式可以得到 $1/2*AB*(\cos(\omega t+\varphi)+\cos(2\omega t+\varphi))$ 。相频功能部分与正交信号源产生的相干信号 $A\sin\omega t$ 相乘,得到 $AB\cos(\omega t+\varphi)\sin\omega t$,利用积化和差公式可以得到 $-1/2*AB*(\sin\varphi-\sin(2\omega t+\varphi))$ 。

本系统电路采用 AD835 乘法器专用芯片,能完成 $W=XY+Z$ 功能,AD835 可以实现 250MHz 带宽内的,这对于我们的设计完全满足要求;而且其输出幅度在不同频率值时相对稳定,外围电路相对简单,不需要进行复杂的调零调试,只需要将 Z 的直流输入相对调整即可,但是 AD835 对小信号的乘法较高,不易产生输出新的频率分量;鉴于此,对 X 和 Y 的输入幅度也做了相应的调整,例如本机振荡信号的输入 I_L 经过了减法器进行调整使之变成双极性信号,同时由于减法器具有的一定衰减作用,把的本机振荡信号 I_L 幅度减到 mV 级,使 AD835 获得了最佳理想效果。电路如图 2。

2.2 低通滤波器

在混频模块中,将混频后的信号经过滤波,混频功能部分的信号 $1/2*AB*(\cos(\omega t+\varphi)+\cos(2\omega t+\varphi))$ 滤去高频部分,即得信号 $1/2*AB\cos\varphi$ 。鉴相电路将输出的信号经过低通滤波器得到被测网络移相信号 $-1/2AB\sin\varphi$ 。最后,将两路信号送 A/D 进行数据采集。电路如图 3。

3 软件设计

信号源的程序设计:

FPJA 控制 DDS 芯片生成正交扫频信号的程序框图如图 4 所示。

AD9851 是一款可以生成不同频率、相位和幅度正弦波的芯片,FPJA 输出控制指令,使两个 AD9851 芯片以 90° 的相位差同时开始工作,两片 AD9851 生成的正弦波经低通滤波器除杂后,输出稳定的正交扫频信号。通过对中断源的设置,实现正交信号以 100kHz 的步进在两秒内从 10mhz 扫频至 40mhz。需要注意的是,从 FPJA 输出到 AD9851 的两根导线必须等长,连接晶振的两根导线也必须等长,这样才能保证两路信号为步进一致的正交信号,由于 FPJA 的时钟频率很高,所以对晶振没太大要求。

结束语

扫频仪的使用看起来不难,但是其中一些基本概念容易被人们忽视,从而导致测量错误或者因为使用上的不当而导致一些莫名其妙的现象出现,在使用扫频仪是,不仅要关心扫频仪本身的使用方法,而且还要关心被测网络的基本特征,从而使得被测网络在测量中保持原有特

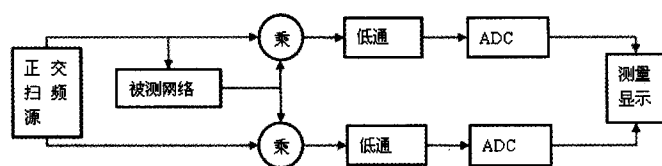


图1 总体设计方案

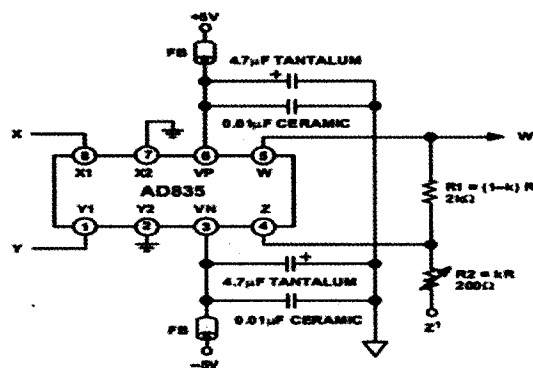


图2 乘法器电路

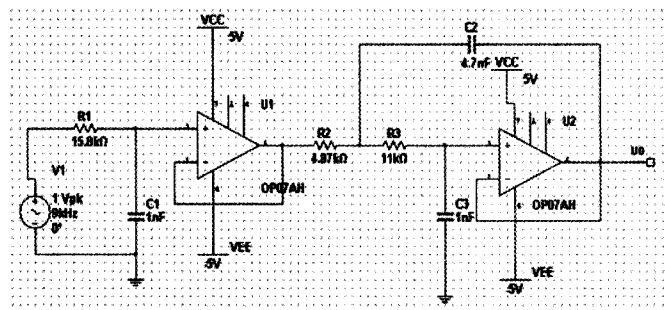


图3 低通滤波器

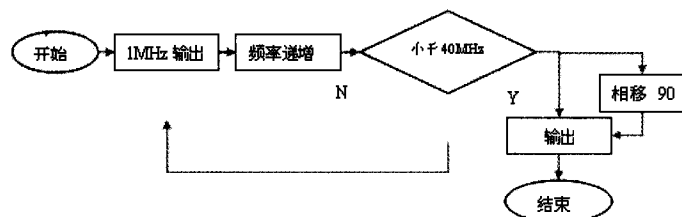


图4 信号源程序框图

性,否则将会导致被测网络在测量过程中的特性发生改变,与被测网络在实际使用中的特性不同,所得到的测量结果就不真实。

参考文献

- [1]王卫东.高频电子线路(第二版)[M].北京:电子工业出版社.
- [2]余孟尝.模电电子线路基础(第三版)[M].北京:高等教育出版社.
- [3]EDA 先锋工作室.Altera FPGA_CPLD 设计[M].北京:人民邮电出版社.