

磁导航智能车中的正弦波峰值检测电路设计

西南科技大学信息工程学院 赵亮 鲁云 陈晓东 武丽 何杰

【摘要】在智能车磁导航中通常以电磁线圈作为赛道路径识别传感器。测量出电磁线圈输出感应电动势为毫伏级的正弦波信号,而智能车控制电路需要0-5V的直流电压信号。以此为出发点,以NE555定时器为核心,设计了一种正弦波峰值检测电路。先用电磁线圈输出的正弦波产生一个控制信号,再用此控制信号触发采样保持器采样,最后保持并输出当前正弦波峰值电压。通过这种方法确保了信号检测的实时性、准确性和实用性。

【关键词】智能车;磁导航;正弦波;峰值检测

1. 整体电路设计框图

检测线圈输出的正弦波信号需要进行放大和电压抬高运算。放大和电压抬高电路输出的信号一路送入移相电路,另一路送入采样保持电路。移相后输出的信号进入电压比较电路,产生的方波送往多谐振荡电路,在方波的下降沿触发多谐振荡器动作,产生一个窄脉宽的低电位脉冲,然后经过一个反相器,得到一个窄脉宽的高电位脉冲,用此脉冲信号控制采样保持电路进行采样。最后输出峰值检波后的直流电压信号。整体电路设计框图如图1所示。

2. 检测线圈中感应电动势的计算

1) 磁导航智能车竞赛使用路径导航的交流电流频率为20KHz,产生的电磁波属于甚低频(VLF)电磁波,波长为10-100Km。赛道中心载流导线和小车尺寸远远小于电磁波的波长,电磁场辐射的能量很小,所以能感应到电磁波的能量非常小。因此,可以将导线周围变化的磁场近似缓变的磁场,按照检测静态磁场的方法获取导线周围的磁场分布,从而进行位置检测。

由于赛道长度远远大于小车尺寸,因此,可将赛道中心线处的载流导线近似看作无限长直导线。那么载流长直导线周围感应磁场的分布是以导线为轴的一系列同心圆,圆上的磁场强度B大小相同,方向为电流i的右手螺旋切向。距离导线r处P点的磁感应强度为:

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi r} \quad (1)$$

式中 μ_0 为真空磁导率,i为长直导线中的交变电流。

2) 导线中的电流按一定规律变化时,导线周围的磁场也将发

息整合,节省了企业的开支,还带来了更多的利益,当我们逐步进入2010年,Web Service在各个层面均获得了长足的进展。在公司内部,Web Service协议栈逐渐成型,开发商们迫切地期望Web Service相关规范尽快完善,可见Web Service技术已经成为企业中必不可少的一部分。

参考文献

- [1] 苏红超.ASP.NET深入解析[M].北京:科学出版社,2003:5-10.
- [2] 李明刚,肖建.ASP.NET WEB站点高级编程范例[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [3] Simon Robinson.Professional C#[M].北

京:清华大学出版社,2005:2-35.

[4] 陆昆仑.Web Services编程一用C#.NET开发网络服务[M].北京:北京希望电子出版社,2003:128-150.

[5] 刘晓华.NET Web服务开发指南[M].电子工业出版社,2002.

[6] 刘家茂,柴晓路.Web Services原理与研发实践[M].北京:机械工业出版社,2006.

[7] 张海藩.软件工程[M].北京:人民邮电出版社,2006.

[8] 柴晓路.Web服务架构与开放互操作技术[M].北京:清华大学出版社,2002.

[9] Jonh Kauffman.ASP.NET数据库入门经典[M].北京:清华大学出版社,2002.

[10] A.Deutsch,M.Fernandez,D.Florescu.XML-Q L:A Query Language for XML.World Wide Web Consortium QI04[M].2004.

[11] 仇谷峰,澎洪洪.Visual C#.NET网络编

程[M].北京:清华大学出版社,2004.

[12] 孙勇强,杨丽坤.Visual C#.NET中文Web服务开发基础[M].北京:清华大学出版社,2002.

[13] 赵晓东,张正礼,许小荣.ASP.NET 3.5从入门到精通[M].北京:清华大学出版社,2009.

[14] 龚赤兵.Web开发新体验:ASP.NET 3.5 MVC架构与实战[M].电子工业出版社,2009.

[15] 帕派佐格罗.Web服务原理和技术[M].机械工业出版社,2010.

作者简介: 宋维璞(1976—),男,大学本科,助理工程师,现供职于南京扬子信息技术有限公司计算机站。

生变化, 则线圈中将感应出一定的电动势。线圈内部感应电动势E与磁场B(t)、电磁线圈的圈数N、截面积A的关系有:

$$E=(NA) \times (\mu_0 \mu_r) \frac{dB(t)}{dt} = l \frac{d\phi(t)}{dt} \quad (2)$$

由于导线中通过的电流频率较低, 且线圈较小, 令线圈中心到导线的距离为r, 认为小范围内磁场分布是均匀的, 则线圈中感应电动势可近似为:

$$E=l \frac{d\phi(t)}{dt} = \frac{k di}{r} = \frac{K}{r} \quad (3)$$

即线圈中感应电动势的大小正比于电流变化率, 反比于线圈中心到导线的距离, 其中常量K为线圈摆放方法。经实验测得感应线圈输出的信号是以0V为基准, 随着与载流导线位置关系变化而变化的正弦波信号。

3. 正弦波峰值检测电路设计

由于检测线圈输出的是以0V为基准的正弦波信号。而单片机A/D输入端要求0~5V之间的单极性电压。为了把检测线圈输出的信号转变成单片机能够识别的信号, 可以在将检测线圈输出的信号放大适当倍数的同时把基准电压抬高2.5V, 使得原信号变成以2.5V为基准, 波峰低于5V的正弦波信号。然后由峰值检波电路获取当前正弦波峰值电压, 输出供单片机A/D端口采样。

智能车供电电源来自一个电

压为7.2V的蓄电池, 随着工作时间持续, 蓄电池电压必定下降。同时, 信号检测电路中各器件工作电压和参考电压要求非常稳定, 所以在智能车系统中设计了5V和2.5V的稳压电路, 确保信号检测电路稳定地工作。正弦波峰值检测电路如图2所示。

1) 放大和电压抬高电路

输入信号放大和电压抬高电路采用Burr-Brown公司生产的精密仪表放大器INA118, 内置输入过压保护, 且可通过外置不同大小的电阻实现不同的增益(从1到1000)。由于其独特的电流反馈结构使得它在较高的增益下也能保持很高的频带宽度(G=100时带宽为70KHz), 因而完全能胜任于本设计。同时将其第5脚参考引脚接至2.5V, 即能实现将信号基准电压抬高2.5V。

2) 移相电路

移相电路采用了Burr-Brown公司生产的高精度, 低噪声运算放大器OPA2227, 由于运放OPA2227的共模抑制比极高, 典型值CMRR=138dB, 所以在单电源条件下可正常工作。调整该电路阻容原件参数以控制正弦波移相角度在80°~90°范围内。

3) 电压比较电路

比较电路选用Philips公司的

LM393, 由于其具有精度高, 失调电压低(最大为2.0mV), 即使在单电源供电时它的共模输入电压范围接近地电平的特点, 因此完全能满足本电路的设计需求。将移相后的正弦波与参考电压经过比较器后产生一系列规则的方波, 并且该方波的下降沿产生在移相后所得正弦波的电压幅值过2.5V时刻。

4) 多谐振荡电路

将555定时器的高触发端TH和低触发端TR连接在一起, 控制端CON作为信号输入端, 即可构成多谐振荡器。在本设计中, 其工作过程是: 当控制端CON输入方波信号的下降沿到来时触发振荡器动作, 并在输出端OUT输出一列周期等同于输入端信号的低电位窄脉冲, 脉冲的宽度可由电阻R6调节。把振荡器输出信号经过一路非门即可获得一系列周期不变的高电位窄脉冲。

5) 采样保持电路

采样保持器由信号采样和保持电路构成, 在本设计中, 采样开关选择Texas Instruments公司生产的高速, 低功耗、高抗干扰传输门器件CD4016, 其控制端C输入高电平时触发对应端口I/O和O/I导通。本设计中, 在CD4016控制端C输入高电平期间正好是放大和电压抬高电路输出正弦波的波峰时间, 这样即可把所需正弦波峰值电压采集到信号保持电路。同时通过对阻容元件的充放电实现当前电压的输出和保持功能, 直到下一个波峰到来。这样即可稳定地输出当前信号经放大和电压抬高电路后的正弦波峰值电压,

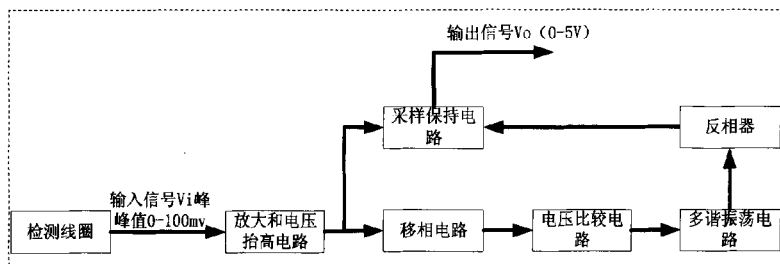


图1 整体电路设计框图

实验证明, 本电路输出的电压跟随性极好。

4. 正弦波峰值检测电路各环节输出波形

假定输入的正弦波信号起始点为零, 则电路各环节的输出波形如图3所示。

在图3中, 可通过调节移相电路中阻容元件的参数来控制移相角度在 80° ~ 90° 范围内, 使其经过

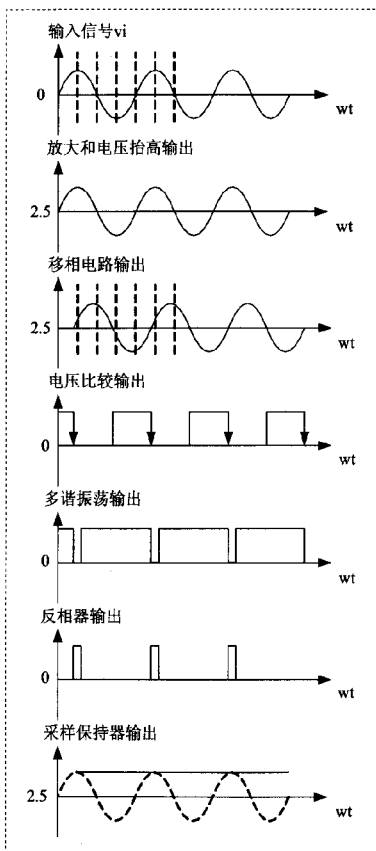


图3 电路各个环节输出波形图

电压比较器输出方波的下降沿相位适当, 进一步利用该方波的下降沿触发多谐振荡器动作, 产生一个窄脉宽的低电位脉冲, 然后经过反相器得到一个窄脉宽的高电位脉冲。从图3中可以直观地看出该高电位的窄脉冲正好在放大和电压抬高电路输出正弦波的波峰范围内, 最后利用反相器输出的高电位窄脉冲控制采样保持器动作, 以获得正弦波峰值电压信号, 并在下一次波峰到来之前保持和输出该电位信号。同时, 采样保持器输出的直流电压大小和相位随原始信号的变化而变化, 跟随性极好。

5. 结论

以这种方法设计的峰值检测电路首先利用自身的波形产生控制信号, 再利用这个控制信号来控制采样峰值, 所以本设计既能够有效消除干扰, 也能保证采样信号的实时性和准确性。

上述电路设计能满足磁导航智能车系统对信号检测的要求。在实际应用中, 由于检测线圈输出的感应电动势会随着线圈与赛道载流导线的位置关系变化而变化, 同时兼顾到电路制版面积和系统成本, 本设计的潜在优势在于对任意多个同一系统中的信号检测线圈, 只需要一路完整的本

电路来提供采样脉冲, 其余检测线圈输出信号则可省去移相、电压比较、多谐振荡和反相电路。因此, 在整个信号检测系统中, 所有检测线圈输出信号经放大和电压抬高后在同一时刻被采样, 返回单片机各个A/D端口的则是同一时刻的路径信号。以这种方法设计的电路板成功地实现了所需要的功能, 并改善了原有系统的性能。这种正弦波峰值检测方法也可用于仪器仪表中的峰值检测功能。

参考文献

- [1] 第七届全国大学生“飞思卡尔”杯智能汽车竞赛竞速比赛规则与赛场纪律[EB/OL]. <http://www.smartcar.au.tsinghua.edu.cn/web/rules.html>.
- [2] 康华光, 等. 电子技术基础[M]. 高等教育出版社, 2006.
- [3] 彭容修, 等. 数字电子技术基础[M]. 武汉理工大学出版社, 2006.
- [4] 王兆安, 黄俊. 电力电子技术[M]. 机械工业出版社, 2011.
- [5] 卢成健. 555定时器的功能模型及其应用[J]. 玉林师范学院学报, 2006(5).
- [6] 杨昌金, 王涛. 精密低功耗仪表放大器INA118及其应用[J]. 国外电子元器件, 2000(6).

作者简介:

赵亮(1990—), 男, 四川德阳人, 大学本科, 现就读于西南科技大学信息工程学院。

鲁云(1990—), 男, 四川西昌人, 大学本科, 现就读于西南科技大学信息工程学院。

陈晓东(1989—), 男, 四川自贡人, 大学本科, 现就读于西南科技大学信息工程学院。

武丽(1967—), 女, 山东加祥人, 副教授, 西南科技大学信息工程学院自动化系主任。

何杰(1989—), 男, 四川资阳人, 大学本科, 现就读于西南科技大学信息工程学院。

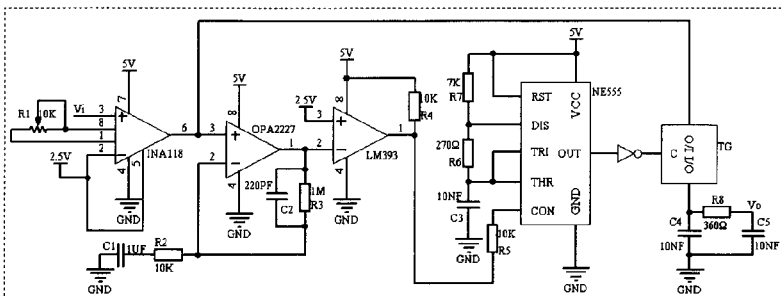


图2 正弦波峰值检测电路图