基于 TMS320F2812 变频电源的交流采样系统设计

王荣海，乔之勇
（绵阳职业技术学院 四川 绵阳 621000）

摘 要：详细介绍利用 HCNR200 及 TMS320F2812 内置 ADC 采集交流电压和负载电流信号的系统设计。HCNR200 是一款专门用于模拟信号隔离采样的高精度线性光耦。它的使用能有效地将主电路与控制电路进行隔离，并具有较高的线性度，检测误差小。DSP 内置 ADC 为 12 位转换器，具有转换精度高，转换时间短(12.5 MSPS)，设计简单等优点。

关键词：HCNR200；TMS320F2812；模拟隔离；交流采样
中图分类号：TP368.1 **文献标识码**：B **文章编号**：1004-373X(2009)24-189-03

Design of AC Sampling System Based on TMS320F2812 Variable-Frequency Power Supply

WANG Ronghai, QIAO Zhiyong
(Miangyang Vocational and Tecnology College, Mianyang, 621000, China)

Abstract: In this paper, the design of AC sampling system by linear optocoupler HCNR200 and TMS320F2812 ADC module is introduced in detail. HCNR200 is a high accuracy linear optocoupler witch is specially used in the analog signal isolation sampling. Its use can effectively isolate between the main circuit and the control circuit, and it has high linearity so that the measurement error is small. The inner ADC module is a 12-bit pipelined analog-to-digital converter, and its fast conversion time runs at 25 MHz

Keywords: HCNR200; TMS320F2812; analog isolation; AC sampling

0 引 言

在三相变频电源设计中，需要采样交流电压及负载电流，用以实现双闭环控制和保护，因此交流电压、电流采集系统的设计直接关系到变频电源的性能。三相变频电源以 TMS320F2812(简称 F2812)为控制芯片，该芯片内置 16 通道的 12 位 ADC。采用 F2812 内置 ADC 进行交流采样时，避免了复杂的硬件设计，并降低了成本。电源要求输出线电压为 380 V，输出功率为 3 kW。要采集该交流电压、电流信号并送到 DSP 芯片，必须设计隔离电路，用以防止高电压、强电流串入控制系统，烧坏低压器件。HCNR200 是一款用于模拟信号隔离的专用高精度线性光耦。本文详细介绍了利用 F2812 的内置 ADC，并结合 HCNR200 进行交流电压、电流的采样。

1 TMS320F2812 内置 ADC 简介[1]

TMS320F2812 芯片系 TI 公司于 2003 年底推出的 32 位定点 DSP，是一款高性能、满足电机实时性控制要求的控制器，工作频率最高可达 150 MHz，其内置了 16 通道、12 位 ADC，含两路采样保持器，一个转换单元，可实现双通道同步采样，最小转换时间为 80 ns。

收稿日期：2009-06-30

内置 ADC 的外设内部结构如图 1 所示。

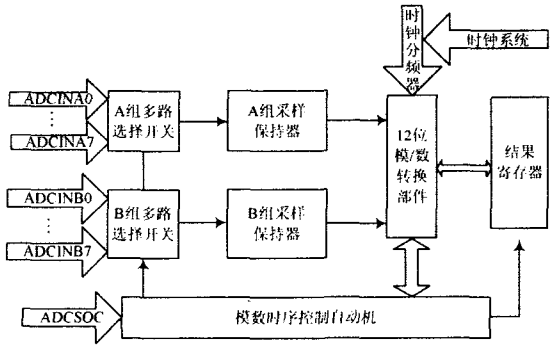

图 1 ADC 部件原理图

模拟量由 16 个通道输入，被分为 A，B 两组，ADCINA0～7 为 A 组，ADCINB0～7 为 B 组，每组都有一个完全独立的多路选择器和采样保持器，共用一个 12 位 ADC。整个转换时序和转换过程都由 ADC 时序控制自动机完成，不需要 DSP 中央处理单元的干预。编程时只需要配置寄存器，设定合适的值，自动机就会按照设定的顺序和模式自动地实现多通道 ADC，并将其结果写入到 16 Word 的转换结果寄存器中。结果寄存器为双缓冲结构，这就保证对于结果寄存器、自动机的写操作和中央处理单元的读操作不会产生时序冲突，大大提高了 DSP 的并行运行能力。输入管脚 ADCSOC 是 ADC 的外部触发输入，用于要求严格同步触发

采样的场合。ADC 的时序基准频率由处理器的主频分频提供,可以通过改动相关配置寄存器的值来设定分频系数,从而改变 ADC 的转换速率。

TMS320F2812 的 ADC 有 4 种工作模式:触发顺序模式、触发同步模式、周期顺序模式和周期同步模式。

通道的模拟电压容许输入范围在 0～3 V 之间。对于交流采样系统,必须为前级的运放电路提供电平偏置和保护。

2 HCNR200 简介及其工作原理[2]

HCNR200 光电耦合器的内部结构如图 2 所示。其中,LED 为发光二极管;PD1,PD2 是两个相邻匹配的光敏二极管。光敏二极管的 PN 结在反向偏置状态下运行,它的反向电流与光照强度成正比,这种封装结构决定了每个光敏二极管都能从 LED 得到近似相等的光强,从而消除了 LED 的非线性和偏差特性所带来的误差。当电流 I_f 流过 LED 时,LED 发出的光被耦合到 PD1 和 PD2,在器件输出端产生与光强成正比的输出电流 I_{PD1} 和 I_{PD2}。I_{PD1} 用来调节 I_f,以补偿 LED 的非线性和漂移特性;I_{PD2} 与 PD1 发出的伺服光通量成线性比例。其中,I_f,I_{PD1} 和 I_{PD2} 满足以下关系:

$$I_{PD1} = K_1 I_f,\ I_{PD2} = K_2 I_f,\ K = I_{PD2}/I_{PD1} \quad (1)$$

式中:K_1,K_2 分别为输入/输出光电二极管的电流传输比,其典型值均在 0.05%左右,K 为传输增益。当一只 HCNR200被制造出来后,其输出侧光电流 I_{PD2} 和输入侧光电流 I_{PD1} 之比是一个恒定值 K,K 在 1±0.15 之间。

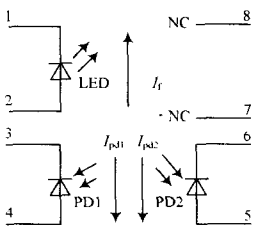

图 2　HCNR200 的内部结构原理图

这种先进的光电二极管调整设计确保了光电耦合器 HCNR200 的高线性度和稳定性,可以较好地实现模拟量与数字量之间的隔离。

3 硬件电路设计[3]

假设三相变频电源接三角形负载,则在三相负载的每相上串一精密小电阻,通过检测小电阻的端电压就可以由 DSP 中断程序计算出所需的电压、电流值。由 HCNR200 构成的电压采集电路如图 3 所示,电路由反馈电路、隔离电路、电流电压转换电路、限幅电路等几部分构成。两个运放接在不同的工作电源和地上,实现了隔离。运放选择高精度运放 CA3130A,该运放采用 15 V单电源供电,最大共模输入电压为 15 V,最大输出电压为 13.3 V,负载为 2 kΩ[4]。

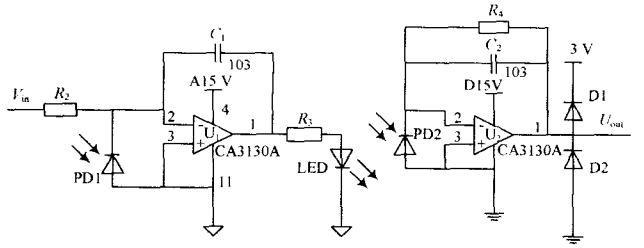

图 3　变流电压采集电路

图 3 中,U_1 构成反馈电路。利用 PD1 检测 LED 的光输出量,并自动调整通过 LED 的电流,以补偿 LED 光输出的变化及任何其他原因引起的非线性,因此该反馈放大器主要用于稳定 LED 的光输出,并使其线性化。输入信号 V_{in} 是被测量,由采样电阻两端的交流电压经二极管整流得到,其范围取在 0～5 V 之间。

U_2 组成输出电路。进行电流与电压之间的转换,用以将输出光敏二极管 PD2 输出的稳定、线性变化的电流转换成电压信号并输出。

I_f 的范围为 1～20 mA。根据运放最大输出电压为 13.3 V,结合 $I_{PD1}=0.005I_f$,R_3 不宜过大,取 200 Ω。光电二极管 PD1 的电流为:

$$I_{PD1} = V_{in}/R_2 \quad (2)$$

当 $V_{in}=5$ V,其最大值为:

$$I_{PD1} = 5/R_2 \quad (3)$$

由于 I_{PD1} 的取值一般小于 50 μA,且实验发现,在选用 R_2 时,实际值比理论计算值要大一些,这样才能取得更好的隔离效果,故选取 $R_2=200$ kΩ。

$$I_{PD2} = U_{out}/R_4,\ K = I_{PD2}/I_{PD1} = 1 \quad (4)$$

所以,

$$I_{PD1} = I_{PD2},\ U_{out}/V_{in} = R_4/R_2 \quad (5)$$

当 $V_{in}=5$ V 时,$V_{out}=3$ V,可以推导出:

$$R_4 = R_2(U_{out}/V_{in}) = 340\ \text{k}\Omega \quad (6)$$

在实际工程中,选用 $R_4=470$ kΩ 的电位器,用以调节放大倍数。

在输出端加一个二极管限幅电路,限制 V_{out} 在 0～3 V以内。

4 软件设计

运用 TMS320F2812 内置 ADC 进行数据采集时,程序首先对 ADC 进行初始化,当 ADC 非常忙时,启动 ADC 通道进行转换,主程序进入死循环;当 ADC 正常转换完毕后,进入中断服务子程序。中断服务程序将

ADC 转换结果读入存储器中，进行必要数字滤波、补偿等处理，然后再次启动 A/D 通道进行转换，如此循环往复。程序设计使用 C 语言编写源程序，主程序流程图如图 4 所示。

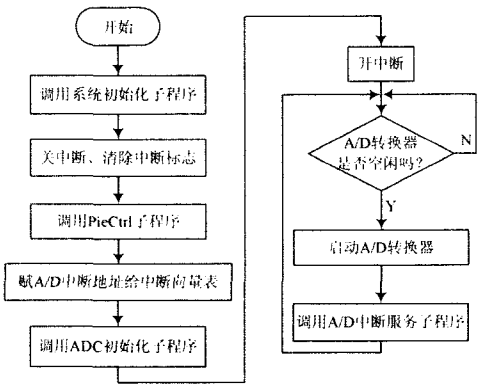

图 4 主程序流程图

5 结 语

实践证明，利用 TMS320F2812 内置 ADC，并结合模拟信号隔离用高精度线性光耦 HCNR200 构成的交流信号采集电路，具有硬件电路及软件设计简单、高精度、高线性度、抗干扰能力强等优点，有效地解决了模拟信号与数据采集系统隔离的问题。在电流、电压双闭环控制的变频电源设计中发挥了重要的作用。

参 考 文 献

[1] 张卫宁. TMS320F28X 系列 DSP 的 CPU 与外设[M]. 北京：清华大学出版社，2005.

[2] 刘凤君. 现代逆变技术及其应用[M]. 北京：电子工业出版社，2006.

[3] 周志敏. 变频电源实用技术——设计与应用[M]. 北京：中国电力出版社，2005.

[4] 童诗白. 模拟电子技术[M]. 3 版. 北京：高等教育出版社，2003.

[5] Agilent Technologies. High - Linearity Analog Optocouplers Technical Data[Z]. 2000.

[6] Intersil Corporation. CA3130，CA3130A Data Sheet[Z]. 1999.

[7] 谭颖琦，范大鹏，陶溢. 基于线性光藕 HCNR200 的 DSP 采集电路设计与实现[J]. 电测与仪表，2006(6)：46 - 48.

[8] 张宝生，王念春. 基于高线性模拟光耦器件 HCNR200 的模拟量隔离板[J]. 仪表技术，2005(5)：59 - 60.

[9] 夏军. 一种实用的高压开关电源采样隔离反馈电路[J]. 高压电器，2006(4)：295 - 297.

[10] 赵云丽，欧阳斌林，李晓辉. 基于线性光电耦合器的电流检测电路[J]. 东北农业大学学报，2006(1)：82 - 85.

作者简介 王荣海 男，1969 年出生，副教授。研究方向为电力电子及电气传动。
乔之勇 男，1978 年出生，工学硕士。研究方向为电力电子变频技术。

（上接第 172 页）

5 结 语

该系统采用了 MAX132 芯片，实现了模拟信号到数据信号的转变，又用 IA4421 实现了数据的无线传输。考虑了系统的实用性与灵活性，可以灵活的布线，不受物理环境影响，且采用 S3C2410 作为数据处理模块的主芯片。

参 考 文 献

[1] 缪爱国，刁扣锁. 基于嵌入式 Linux 和 GPRS 的无线数据通信的设计与实现[J]. 电子器件，2004，27(4)：715 - 718.

[2] 贺中武，肖明清，赖根. 串行模/数转换器 MAX132 与标准并行口接口及编程[J]. 电子测量技术，2003(2)：12 - 13.

[3] 陈万春. 串行接口的±18 位模/数转换器 MAX132 及其应用[J]. 集成电路应用，1997(1)：6 - 9.

[4] 张科帆，张淑华，涂强，等. 基于 IA4421 的数字化无线温度传感器的设计与实现[J]. 现代电子技术，2008，31(20)：189 -191.

[5] 亚讯科技(香港)有限公司. IA4421 中文资料[Z]. 2004.

[6] 庄晓龙. 基于 MSP430 和 IA4421 的高尔夫球车遥控系统[J]. 机电工程，2008(11)：108 - 110.

[7] 孔德勇，杨斌. 基于 S3C2410 嵌入式无线监控系统的设计[J]. 微计算机信息，2009，25(5)：114 - 116.

[8] 赖于树. ARM 微处理器于应用开发[M]. 北京：电子工业出版社，2007.

[9] 王灵芝，陈磊松. 基于嵌入式 Linux 与 QT 的 MP3 播放器的设计[J]. 漳州师范学院学报：自然科学版，2009，22(1)：39 -43.

[10] 谭大鹏，李培玉. 基于 Qt/E 的嵌入式工业监测轻型图形用户界面构件库开发[J]. 计算机集成制造系统，2009(2)：28 -30.