

一种基于MSP430F2002的数字式 单相正弦波变频电源

张建军¹ 张家田¹ 杜韩军¹ 卢蕊²

(1. 西安石油大学 电力电子传动实验室, 陕西 西安 710071)

(2. 西安电子科技大学 测试技术计量及仪器, 陕西 西安 710071)

摘要: 本设计实现了一种基于MSP430F2002的数字式单相正弦波变频电源, 文中对其软硬件设计、器件参数计算以及设计、测试过程进行了详细的描述。该变频电源的供电电源为36V蓄电池, 由MSP430F2002完成了SPWM信号产生、电压幅度和频率调制的功能, 经单相逆变电路和LC滤波电路得到电压幅度在0V到30V、频率在1Hz到70Hz之间可调、最大负载电流为1A的正弦交流输出信号, 可满足过套管电阻率测井仪器的现场需求, 测试结果表明使用MSP430F单片机是实现低功耗、低成本、高可靠性仪器设计的最佳选择。

关键词: 变频电源; MSP430F2002; 正弦脉宽调制

A Digital Single-phase Sine-wave Variable-frequency Power Supply Based on MSP430F2002

ZHANG Jianjun¹, ZHANG Jiatian¹, Du Hanjun¹, Lu Rui²

(1. Power Electronics & Transmission Lab, Xi'an Shiyou University, Xi'an 710071, China)

(2. Testing Technology Measurement and Equipment Lab, Xidian University, Xi'an 710071, China)

Abstract: In this paper, we realize a single-phase sine-wave variable-frequency power supply based on MSP430F2002. The software and hardware design and device parameters are introduced in detail, as well as the design and test procedure. This power supply is supported by a 36V battery. The MSP430F2002 produces SPWM signal and finishes the voltage and frequency modulation. When SPWM has passed through the single-phase inverting circuit and LC filter circuit, we will get a signal with voltage range of 0V to 30V, frequency of 1Hz to 70Hz and the maximum load current of 1A sine wave. Our design can meet the field needs of casing resistivity measurement equipment. The test results show that MSP430F2002 is the best choice to achieve low-power, low-cost and high-reliability.

Keywords: Variable-frequency Power; MSP430F2002; SPWM

中图分类号: TM490.16

文献标识码: B

文章编号: 0219-2713(2009)06-0031-04

1 过套管电阻率测井原理

地层电阻率是评价储层含烃量必不可少的要素。地层电阻率主要取决于所含的液体。含导电盐水的地层电阻率要比充满烃类的低得多, 因而电阻率的测量对于定位烃类矿层具有不可替代的工

程价值。传统的电阻率测量是在裸眼井中进行, 如果油井下过金属套管后, 由于金属套管的电阻率与地层电阻率相比是极微小的(地层的电阻率在 $1\Omega \cdot m \sim 1000\Omega \cdot m$, 而金属套管的电阻率的典型值为 $2 \times 10^{-7}\Omega \cdot m$)。因此, 传统的电阻率测井仪器无法实现对地层电阻率的测量, 有必要发展过套管地层电阻率测井仪器。该仪器通过测量套管上的微小的电压降, 达到测量地层电阻率的目的。过

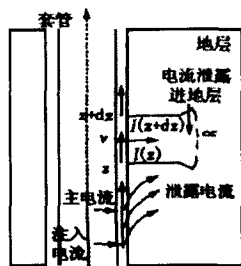


图1 过套管电阻率测井原理图

套管电阻率测井原理就是在套管内通过测量套管上的电压降从而达到测量地层电阻率目的。测量原理如图1所示。如果有电流被注入套管,大部分电流会沿套管向上或向下流动,只有一小部分的电流泄露到周围地层。如果我们能估计在 Δz 长度范围内泄露电流的大小 ΔI ,这样可以计算出地层的电阻率,公式如下:

$$\rho_a = k \cdot \Delta z \frac{U_o}{\Delta I}$$

为了求出地层电阻率,要求提供一种电压幅度在0~30V、频率在1~70Hz之间可调、最大负载电流为1A的单相交流变频激励电源。本设计的目的就是利用MSP430F单片机实现一种便于蓄电池供电、现场携带的低功耗、低成本、低畸变、高可靠性的单相交流变频激励电源,以满足现场之急需,对于过套管电阻率测井方法在现场的推广应用有着重要意义。

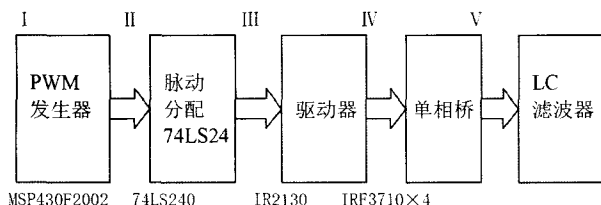


图2 原理框图

2 该设计的原理框图和性能指标

综上所述,该设计的原理框图如图2所示。

按图2所示的原理框图在PSIM仿真环境下构造的电路图及其仿真结果如图3和图4所示,由仿真结果可见该原理框图具有可行性,对于设计有指导意义。

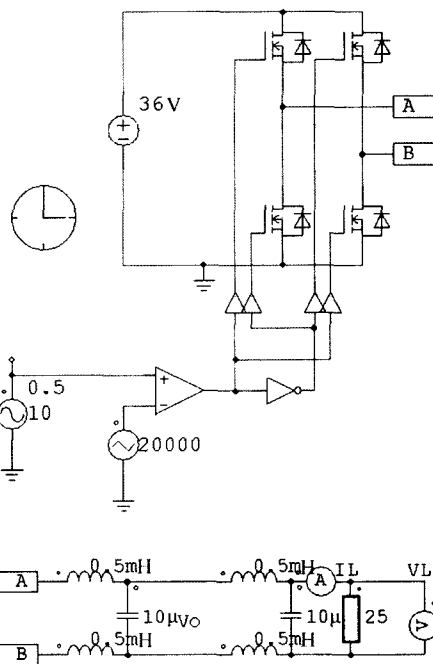
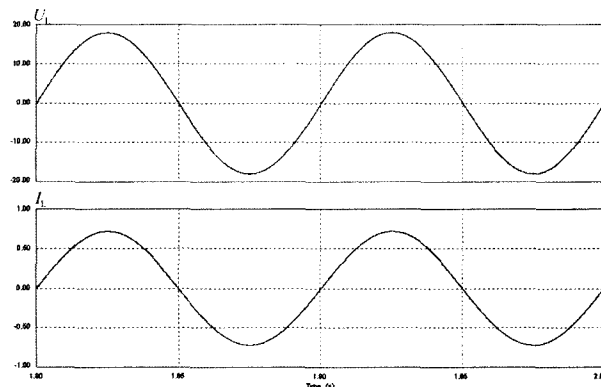


图3



温度0℃~65℃,湿度≤90%(25℃)

图4 PSIM 仿真结果

本设计的性能指标:

系统输入:

额定电压: 36VDC (蓄电池)

系统输出:

(1)输出电压: 0~30V

(2)输出电流: $I_{RMS} \geq 1A$

(3)输出频率: 1~70Hz

(4)频率精确度: $\pm 1\%$

(5)谐波失真度: $\leq 3\%$

(6)效率: $\geq 85\%$

工作环境: 温度0℃~65℃, 湿度 $\leq 90\%$ (25℃)

3 IR2130的应用

IR2130芯片是一款安全可靠、功能完备的集成触发器, 可用来触发6路MOSFET或IGBT等, 已获得广泛应用。触发器IR2130包括基本触发电路和安全保护电路两部分。其基本电路已如图5所示, 上桥臂包括4个环节: 输入信号处理器ISG、脉冲发生器和电平移位器PGLS、锁存器LT和欠电压检测器UVD1、末级驱动器DR。下桥臂信号从ISG出来后直接送到DR, 没有中间两个环节。输入信号处理器ISG实质上是一个安检门电路, 仅当故障逻辑输出1态(无故障)时才允许单片机输出的触发脉冲信号通过ISG进入下一环节PGLS。为防止同一桥臂上、下器件间发生直接短路, 每个信号处理器ISG输出的上、下信号之间至少有 $2\mu\text{s}$ 的死区。

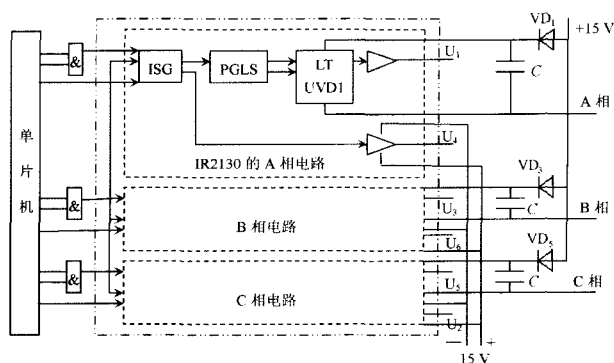


图5 IR2130的基本电路

4 逆变电路主元件选择

根据要求, 输入为36V直流电压, 则MOSFET作为功率开关器件的耐压值至少为 $U=36 \times 2=72\text{V}$, 输出电流的有效值为1A, 则MOSFET作为功率开关器件所能承受的最大电流为 $I=1 \times 1.414 \times 2=2.828\text{A}$ 。所以, 选用器件IRF3710作为功率开关器件, 其所能承受最大电压是 $U_{\text{DSS}}=100\text{V}$, 最大电流 $I_{\text{D}}=57\text{A}$, 导通电阻 $R_{\text{DS(on)}}=23\text{m}\Omega$, 且价格低廉, 导通电阻极低, 可忽略负载电流变化在开关器件上产生的压降从而使逆变器工作在开环方式, 简化了电路的硬件设计和软件开销。

5 LC滤波回路

单相逆变电路在SPWM波控制信号的作用下

把直流电压变为单相SPWM矩形波, 输出矩形波中混有高次谐波, 必须设计低通滤波电路滤掉高频部分, 才能得到符合要求的正弦交流波形。由于本设计的变频电源输出电流最大值为1A, 电流较大, 加上对输出电压的纹波要求较高, 因此采用复式滤波电路中的LC型滤波电路。本设计的开关频率初步定为20kHz, 由于所设计的低通滤波器截止频率要远远小于20kHz, 而一阶LC滤波电路的截止频率计算公式为 $f=1/(2\pi\sqrt{LC})$, 据此可估算满足要求的L、C值。

L取20mH, $C=20 \times 10^{-6}\text{F}$, 可计算得 $f \approx 251\text{Hz}$, 在电源输出频率非常低时滤波效果较好。

6 测试数据及测试结果分析

幅度给定固定、改变频率给定时的波形见图6。

频率给定固定、改变幅度给定时的波形见图7。

从测试波形可见, 输出电压幅度、频率均可独立调整, 达到了预期设计目标。

7 小功率数字式单相正弦波变频电源设计

为适应过套管电阻率测井仪器小功率激励电源(15V, 50mA, 1~80Hz)的需求, 在上述设计的基础上, 做了部分改进, 使得体积更小, 性价比更高。其中功率放大电路采用了IR2184, IR2184芯片是高电压, 高速的功率MOSFET和IGBT驱动器, 有高侧和低侧的相关输出通道, 逻辑输入可与3.3V逻辑电压标准相匹配, 其他部分与上述设计相同, 不再赘述。

8 结束语

本设计采用MSP430F2002作为数字式单相正弦波变频电源的控制核心, 实现了电压幅度在0~30V、频率在1~70Hz之间可调、最大负载电流为1A的正弦交流输出信号, 可满足过套管电阻率测井仪器的现场需求。测试结果表明使用MSP430F单片机是实现低功耗、低成本、高可靠性仪器设计的最佳选择。

参考文献

- [1] 张家田. 过套管地层电阻率测井技术综述[J]. 石油仪

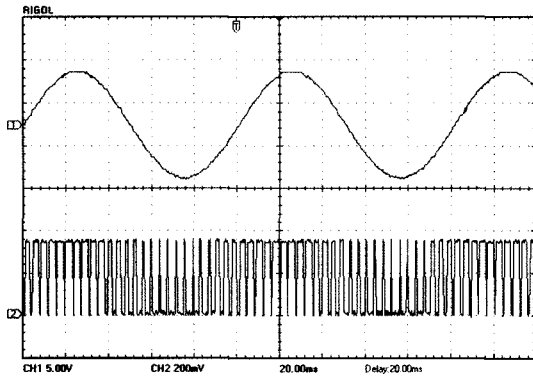


图6 $f=9.96\text{Hz}$ 时的负载波形(CH1), MSP430F2002 PIN4波形(CH2)

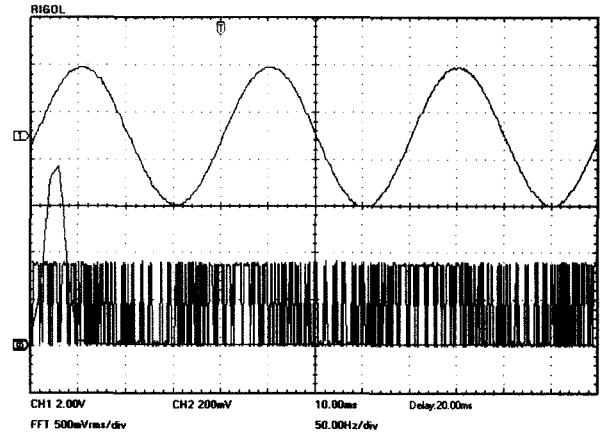


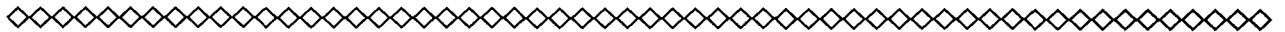
图7 $f=25\text{Hz}$, 输出电压=6V时的波形

器.2006.5

- [2] 李智奇, 白小平, 陈晓龙等. MSP430系列超低功耗单片机原理与系统设计[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2008.
- [3] 曹磊. MSP430单片机C程序设计与实践[M]. 北京: 北京

航空航天大学出版, 2007.

- [4] LSD—TEST430F22X4 introducing. <http://www.lierda.com>
- [5] IR2130 -PHASE BRIDGE DRIVER[DB], <http://www.irf.com.cn>, 2004-4-2.



(上接p.10)

N 为Pyxos网络上的节点数目;

当节点需要35~100mA的电流时, $P_i=1$, 当节点需要的电流的电流小于35mA时, $P_i=1/2$;

const为网络常数(根据网络节点数在Pyxos芯片技术手册中确定);

4 结束语

链路电源技术利用数据信号和电源信号频率不同的特点实现了Pyxos嵌入式网络的双绞线通信电缆在传递数据信号的同时, 可以从通信数据线上取得工作电源, 且允许网络采用星型、环形、菊花链型、总线型等结构^[8]。实际应用表明这是方便经济且可靠的技术, 特别适合在那些不能为设备提供本地供电方式的应用场合, 不仅降低了Pyxos节点的成本、尺寸和使用的复杂性, 还降低了设备的安装时间和成本。但是节点在网络中的分布必须合理分布, 否则会降低网络的可靠性。

- [2] Steven P. Nicoloso, Mike Mettk, R. Michael Buehrer. Frame Quality-based Versus Eb/No-based Forward Power Control Methods for the cdma2000 Third Generation Standard[M]. Whippany: Springer Netherlands, 2006: 239-248.
- [3] Echelon Co. Pyxos FT Chip Data Book[Z]. Echelon Corporation, 2005.
- [4] 胡学芝. 电源滤波器和电磁干扰滤波模块及应用[J]. 低压电气. 2000, (6): 53-55.
- [5] 周立夫, 林明耀. EMI电源滤波器的设计和仿真分析[J]. 低压电气. 2004, (4): 7-9.
- [6] 孟逢逢. 电力线在现代通信系统中的应用[J]. 华东电力. 2006, 34(11): 69-72.
- [7] 俞洪. 神经元芯片与LonWorks节点的设计[J]. 电工技术杂志. 2004, 3: 89-91.
- [8] 徐建俊, 杨帅, 薛岚等. 基于神经元芯片MC143150和单片机AT89S51的LON节点研究与设计[J]. 电测与仪表. 2007, 44(7): 57-60.

参考文献

- [1] Leslie Lamport. Fast Paxos[J]. Distributed Computing. 2006, 19(2): 79-103.

作者简介

薛岚 (1982-), 女, 江苏电子产品装备制造工程技术研究开发中心, 硕士, 讲师, 现公开发表论文20余篇, 研究方向为单片机和嵌入式系统。