

一种基于 F2812 的 SPWPM 波形实现方案

董元帅, 张代润, 陈梓翰

(四川大学, 四川 成都 610065)

摘要: 在分析正弦脉宽调制(SPWPM)原理的基础上, 详细介绍了通过 TMS320F2812 型 DSP 芯片来实现 SPWPM 控制波形的方法, 芯片频率高达 150 MHz, 使得该方案与其他方案相比在高频链逆变电源中更具优势。1.2 kW/50 Hz 输出、40 kHz 开关频率的实验结果证实了该方法的可行性和有效性。

关键词: 逆变器; 脉宽调制 / 高频链; 正弦脉宽脉位调制

中图分类号: TM464

文献标识码: A

文章编号: 1000-100X(2008)08-0057-02

A Method of Producing SPWPM Waveform based on F2812

DONG Yuan-shuai, ZHANG Dai-run, CHEN Zi-han

(Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: On the basis of analyzing the principle of Sinusoid Pulse Width and Position Modulation (SPWPM), the method of producing SPWPM control waveform by using TMS320F2812 DSP is introduced. The method is superior to others when it was used in a high-frequency link inverter, because TMS320F2812 have a high frequency up to 150 MHz. The experiment of 1.2 kW/50 Hz output capability and 40 kHz switching frequency verify that the method is feasible and effectual.

Keywords: inverter; pulse width modulation / high-frequency link; sinusoidal pulse width and position modulation

1 引言

SPWPM 技术已广泛应用于正弦波逆变器中, 但由于 SPWPM 波形中含有调制波频率的基波成分, 因此在采用输出变压器进行初、次级电隔离和变压时, 必须按调制波频率设计变压器, 导致体积重量增大。但采用正弦脉宽脉位调制(SPWPM), 可使变压器工作在载频状态, 因而大大减小了变压器的体积重量。介绍一种采用 TMS320F2812 型 DSP 实现 SPWPM 波形的方案, 并将产生的 SPWPM 波应用于高频链逆变电源, 实验结果证实了利用 TMS320F2812 型 DSP 实现 SPWPM 波形的可行性和有效性。

2 SPWPM 技术的原理分析

SPWPM 逆变器结构如图 1 所示。

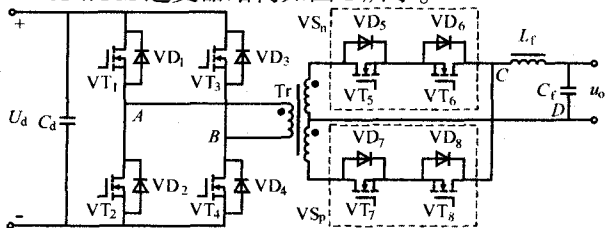


图 1 SPWPM 逆变器原理图

高频脉冲变压器 Tr 的初级为高频逆变环节。由开关管 VT₁~VT₄ 构成 SPWPM 调制单相桥式逆变器, 其作用是产生不含调制波频率的双极 SPWPM 电压 u_{AB}, 如图 2 的 SPWPM 数字控制策略原理所示。Tr 工作于载波频率, 其作用是进行初、次级电隔离和变压。由 VT₅, VT₆, VD₅, VD₆ 和 VT₇, VT₈, VD₇, VD₈ 构成正、负整流双向开关 VS_p 和 VS_n, 其作用是把 u_{AB} 解调成

单极 SPWPM 电压 u_{AB} 送向负载, 由 L_r, C_f 交流输出滤波器滤除 u_{AB} 中的高次谐波^[1]。

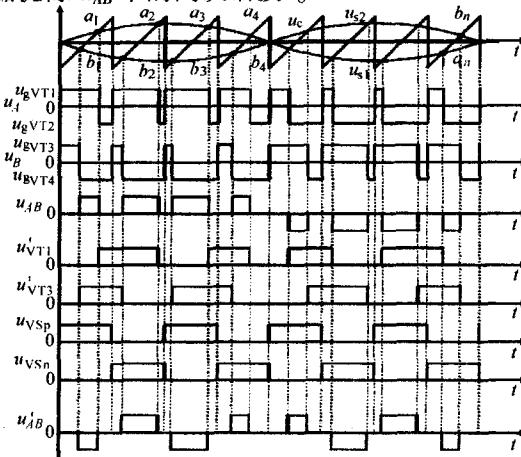


图 2 控制信号示意图

SPWPM 调制的基本思路是把 u_{AB} 波改变成 u_{AB} 波, 以消除调制波成分。由 u_{AB} 波可知, SPWPM 波的开关转换点对应于正弦波与锯齿波的交点, u_{AB} 中第一个脉冲的前后沿对应于 b₁, a₁ 点, 第二个脉冲的前后沿对应于 b₂, a₂ 点; 以此类推, 把 a₁ 到 a₂, a₃ 到 a₄, ..., a_{n-1} 到 a_n 产生的方波脉冲 u_{VT1} 作为 VT₁ 的触发脉冲 u_{gVT1}, 把 b₁ 到 b₂, b₃ 到 b₄, ..., b_{n-1} 到 b_n 产生的方波脉冲 u_{VT3} 作为 VT₃ 的触发脉冲 u_{gVT3}。u_{gVT2}, u_{gVT4} 与 u_{gVT1}, u_{gVT3} 互补, 用这样的触发脉冲触发 VT₁~VT₄, 就能得到图 2 中 u_{AB} 所示的双极性 SPWPM 波形^[2-3]。

3 基于 F2812 的 SPWPM 实现

3.1 TMS320F2812 DSP 简介

TMS320F2812 数字信号处理器是一款最新推出的 32 位定点 DSP 控制器, 其频率高达 150 MHz, 可大大提高控制系统的控制精度和芯片的处理能

定稿日期: 2008-05-12

作者简介: 董元帅 (1986-), 男, 湖北人, 硕士研究生。研究方向为电力电子与电力传动。

力。该芯片中有两个事件管理器模块,当功率管需要互补控制时,每个事件管理器能控制三对桥,同时每个事件管理器还可提供两路互补的 PWM 信号输出。

3.2 SPWPM 波形生成方法

TMS320F2812 的外设 EVA 中共有 3 个完全比较单元 $CMPR_1 \sim CMPR_3$ 。为使信号同步,所有 PWM 均选择定时器 T_1 为时基。通过比较寄存器 $CMPR_1$ 与 T_1 比较,产生两路互补带死区的信号 PWM_1 和 PWM_2 , 分别控制 VT_1 和 VT_2 ; $CMPR_2$ 与 T_1 比较产生两路互补带死区的信号 PWM_3 和 PWM_4 , 分别控制 VT_3 和 VT_4 ; $CMPR_3$ 与 T_1 比较产生的信号 PWM_5 控制 VT_5 和 VT_6 , PWM_6 控制 VT_7 和 VT_8 。将 T_1 设置为连续增减计数模式,其周期寄存器值取为载波周期。先按照规则采样法,离线计算出图 2 所示的 u_A 和 u_B 波,并将其脉冲宽度保存在数据表中^[4],以供查阅。

通过离线计算可得图 3 所示 u_A 中各个高低电平的脉冲宽度 h_i, l_i 。取 $T_1 PR$ 为一个载波周期,计数器初始值为零。将 $CMPR_1$ 初始值设为 h_0 , PWM_1 设为高电平有效。当计数器值与 h_0 匹配时, PWM_1 输出翻转为高电平,如图 3 中 A 点所示,此时产生比较中断,中断程序中将 $CMPR_1$ 值更新为 l_1 , 计数器继续增计数,直到周期结束电平不会发生翻转。在周期结束时,即 B 点,新装入 $CMPR_1$ 的 l_1 生效,计数器减计数,计数值达到 $T_1 PR - l_1$ 时产生匹配,输出电平翻转,即 C 点,产生比较中断,在中断程序中将 $CMPR_1$ 的值更新为 $h_2 \dots$, 即 $CMPR_1 = \begin{cases} l_i \\ h_{i+1} \end{cases}$, 其中下标 $i=0, 1 \dots N-1$; N 为载波比,每发生一次中断 i 加 1。

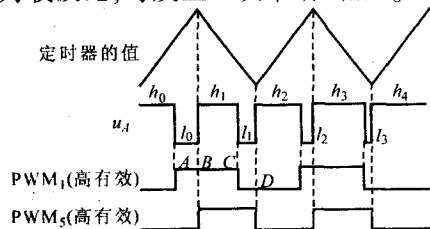


图 3 由 F2812 的 EVA 产生 SPWPM 波形示意图

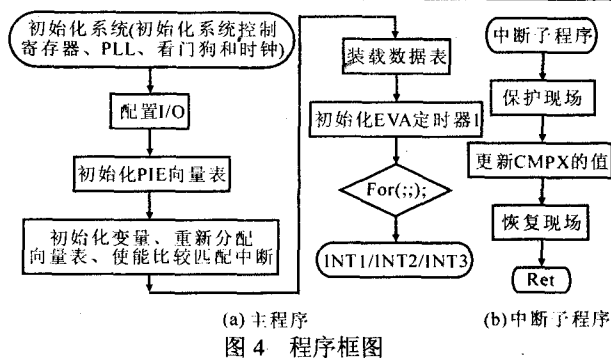
同理可得 PWM_3 波形。 PWM_2, PWM_4 与 PWM_1, PWM_3 互补。为使信号同步, $CMPR_3$ 也以 T_1 为时基。将 $CMPR_3$ 初值设置为 $T_1 PR - 1$, 设中断标志为 m , 每发生一次中断 m 加 1, 然后通过判断 m 的奇偶来确定 $CMPR_3$ 值。若 m 为奇数, 在中断程序中将 $CMPR_3$ 更新为 1; m 为偶数, 将 $CMPR_3$ 更新为 $T_1 PR - 1$ 。

3.3 程序流程

程序流程图如图 4 所示。只要将查表后的值乘以 0~1 的系数, 即可改变输出 SPWPM 波的调制比^[5], 这样就能在不更改硬件的情况下, 通过修改程序来灵活调节输出电压。改变查表的步长即可改变 N 。

4 实验结果

实验主电路拓扑如图 1 所示。实验参数: 直流输



(a) 主程序 (b) 中断了程序
图 4 程序框图

入 400 V, 交流输出 220 V/50 Hz, 额定功率 1.2 kW, 载波比 800, 调制比 0.8。开关管均采用 FQA15N90, 滤波电感 $L_f=0.35$ mH, 滤波电容 $C_f=4.7$ μ F。图 5a 为 VT_1, VT_3 的驱动电压 u_{gsVT1}, u_{gsVT3} 波形, 另一桥臂上两个开关管的驱动电压波形与之互补且带有死区; 图 5b 为变压器初级电压 u_{AB} 波形, 可见 u_{AB} 为双极性 SPWPM 波; 图 5c 为 VT_5 的驱动电压 u_{gsVT5} 及漏源极间电压 u_{dsVT5} 波形, 可见 VT_5 基本上能实现 ZVS; 图 5d 为输出电压 u_o 波形。由实验波形可见, TMS320F2812 产生 SPWPM 波的控制效果较好。

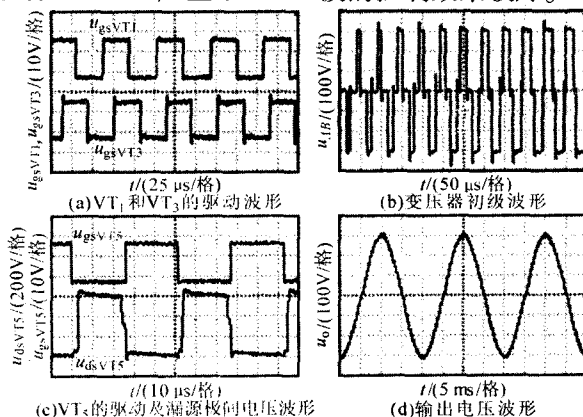


图 5 实验波形

5 结束语

采用 TMS320F2812 实现了 SPWPM 波形, 该方法简单易行, TMS320F2812 高达 150 MHz 的频率使得它更适用于高频链逆变电源。无需修改原电路, 只需简单修改程序就能实现输出电压和频率的调节, 因此该方法适用于对电压和频率有不同要求的场合, 具有一定的推广价值。

参考文献

- [1] 刘凤君. 正弦波逆变器[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [2] 黄付刚, 郑越, 张代润. 一种新型数字 SPWPM 逆变器[J]. 电力电子技术, 2007, 41(12): 88-90.
- [3] 吴保芳, 张胜发, 权建洲, 等. 新型 SPWPM 模式变换器高频链原理分析[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(12): 57-61.
- [4] 王姜铂, 席志红. 基于 DSP 的 SPWPM 数字移相技术[J]. 应用科技, 2007, 34(2): 9-12.
- [5] 熊宇, 陈明杰, 陈丹江, 等. 基于 F240 的 SPWPM 技术的研究[J]. 电力电子技术, 2004, 38(1): 99-100.