

HT46R47 可调速无刷直流马达驱动器应用

文件编码: HA0110S

特性

- 直接 PWM 输出控制马达转速
- PWM 频率可达 31kHz
- 三种输入型态控制转速: PWM 输入, VR 输入以及热敏电阻输入
- 操作电压: 12VDC
- 过电流保护
- 霍尔采集器输出控制转速反馈
- 马达转子锁定保护
- 马达转速可调

简介

本范例主要应用于单向 BLDC 马达, DC12V 的额定操作电压, 提供三种输入型态控制转速, 使用 MCU 直接 PWM 输出驱动马达运转。

典型的无刷直流马达 BLDC 被广泛应用于冷却风扇, 最常见的用于 PC 产品上。在本文中, 我们将以 HOLTEK HT46R47 MCU 为母体, 说明以此 MCU 应用于单向直流无刷马达(BLDC) 风扇的简易控制方式, 供使用者参考。

BLDC 风扇原理

BLDC 马达分为两个主要部份：转子和定子，转子是动态的部份，定子则是静态的部份，结构上定子受转子环绕着。转子内侧放置了固定的永久磁铁，外部则是风扇的叶片。马达的线圈为定子的部份，置于转子的内侧。

BLDC 马达一般使用 HALL-EFFECT SENSOR 提供位置及运转的信息，告知 MCU 如何驱动马达线圈。本范例中为单一 HALL-EFFECT SENSOR 提供“0”与“1”的信号。MCU 欲驱动马达线圈必须藉由 HALL-EFFECT SENSOR 的输出了解转子的相位，进而输出对应的信号。

BLDC 马达额定电压通常为 5V、6V、12V、24V、48V 等，较常用的额定电压为 12V，当操作电压等于额定电压时马达全速运转，改变马达的操作电压可改变马达转速，增加操作电压增加马达转速，相对的降低操作电压降低马达转速。BLDC 马达转速由 MCU 输出 PWM 信号，控制 PWM 输出的工作周期来达到转速控制的目的。



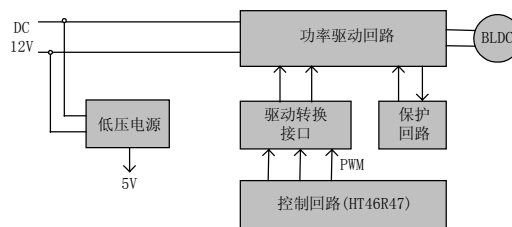
定子



转子

参考线路功能说明

本范例线路为使用 HT46R47 MCU 为控制核心。整个电路结构主要区分为：低压电源、功率驱动回路、驱动转换接口、保护回路及控制回路等。



低压电源回路

12VDC 电源直接经由 D1 二极管提供 DC12V 电源至 POWER MOSFET 的功率驱动回路，另外为 12VDC 电源经由晶体管 Q1 降压后输出 DC 电源 5V 提供保护回路及 MCU 控制回路。

功率驱动回路

功率驱动回路为功率开关组件的组合，为驱动负载的主要组件。本范例线路使用四个 Power MOSFET (FDD 5614x2、FDD6090A) 组成为一桥式驱动回路，用于驱动单向 BLDC 马达负载。

驱动转换接口

驱动转换接口为 MCU 控制回路与功率驱动回路之间的接口，提供电压接口的转换。本范例线路使用两个晶体管 Q7、Q8 做为驱动转换接口。

保护回路

范例线路中规划的保护回路为过电流保护回路，作为当系统过载时的保护功能。设计者可视需要加入相关的保护机制。此回路当过电流产生时，比较器 IC3 输出 High、Q11 ON、D5、D6 顺向导通，使功率开关组件 Q5 及 Q6 停止动作，BLDC 马达停止运转。

控制回路

控制回路使用 HOLTEK HT46R47 MCU。MCU 控制回路提供下列功能：

- 侦测 HALL-SENSOR 的信号，确定马达转子的相位
- 以 VR、NTC、PWM 作为 Speed 控制输入要求
- 以 PWM 31kHz 载波的信号输出，调整 PWM 周期达到控制 BLDC 马达转速
- 转子卡住时停止运转的保护
- 提供霍尔采集器输出的转速信号

软件说明

MCU 外围功能说明

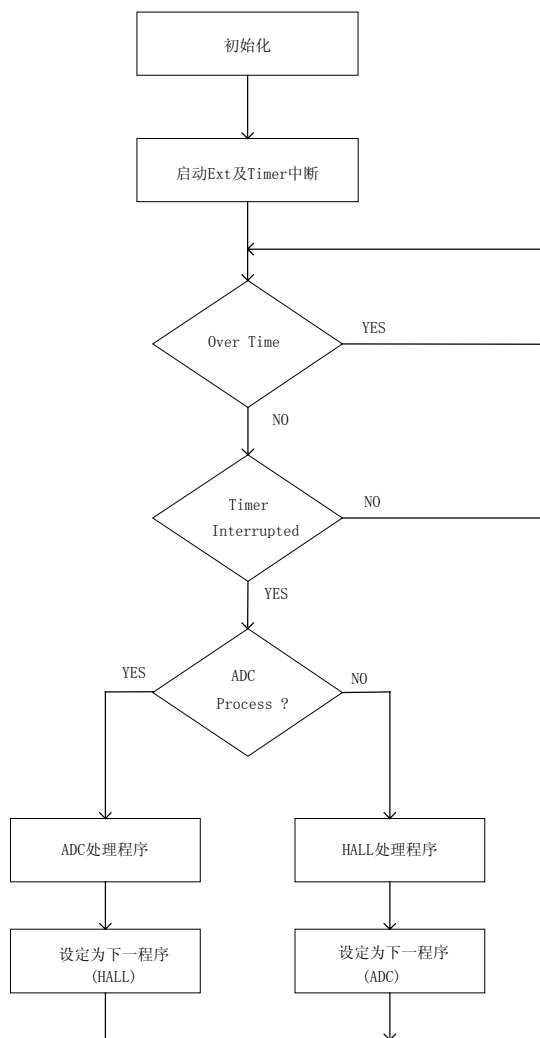
HT46R47 MCU 系统振荡频率为 2MHz，以一组 PWM 输出，分别接至 Q9 及 Q10 晶体管。以 VR、NTC 及 PWM 经由 A/D 转换，做为转速(SPEED)输入控制调整。IC3 作为过电流保护的比较器，当过电流产生时，输出 High 使 Q11 导通，进而使功率开关组件 Q5 及 Q6 停止动作，使马达停止运转。JP1、JP2 做为速度控制的输入源选择。Q12、Q13 做为提供 HALL-SENSOR 于每次转态时，藉由软件配合 I/O port(PA.4)的控制，提供下降沿触发信号使产生外部中断。

软件功能说明

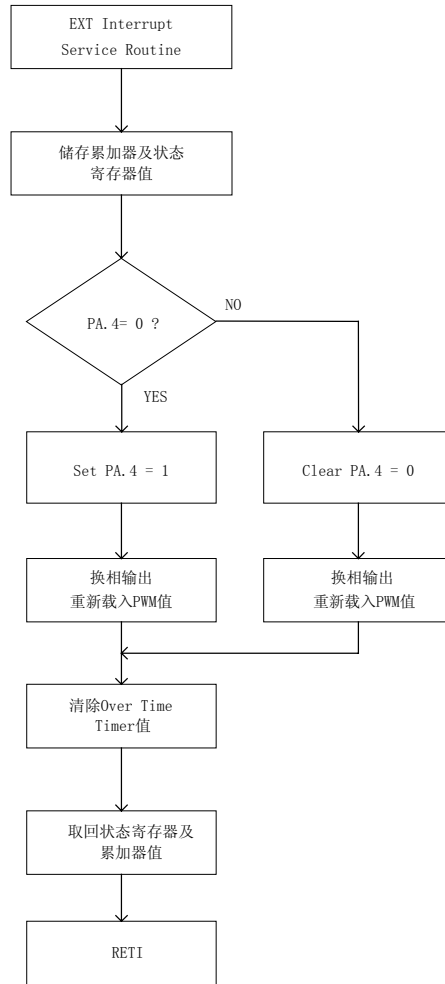
- MCU 系统工作频率 2MHz
- External Interrupt 外部中断做为 Hall-Sensor 换相时的侦测
- Timer 主要做为程序分时多任务的基频，每 250 μ s 产生一次中断
- PWM 载波频率设定为 31kHz，做为马达的速度调整
- AN0、AN1、AN2 三组 AD 输入分别做为 VR、NTC 及 PWM 转速(SPEED)输入控制调整
- 霍尔采集器输出控制转速反馈

流程图

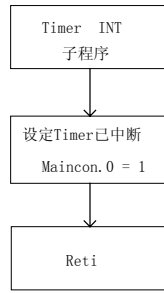
- 主程序流程图



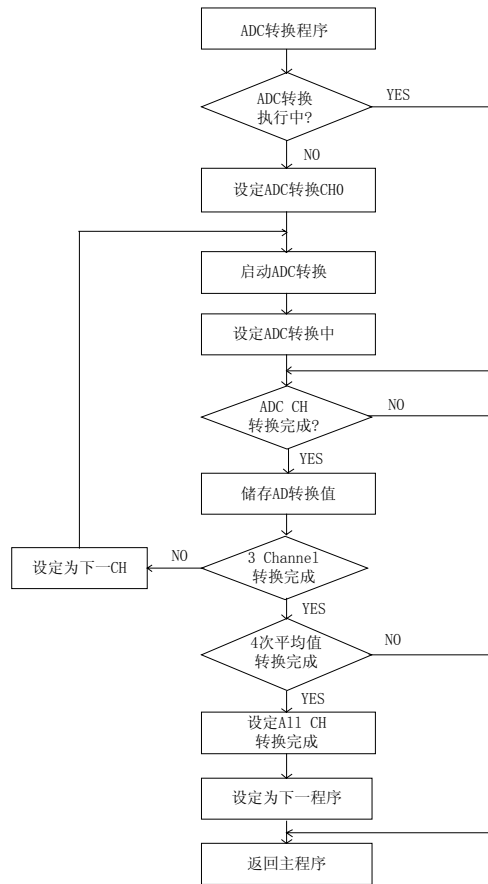
• Ext Interrupt 程序流程图



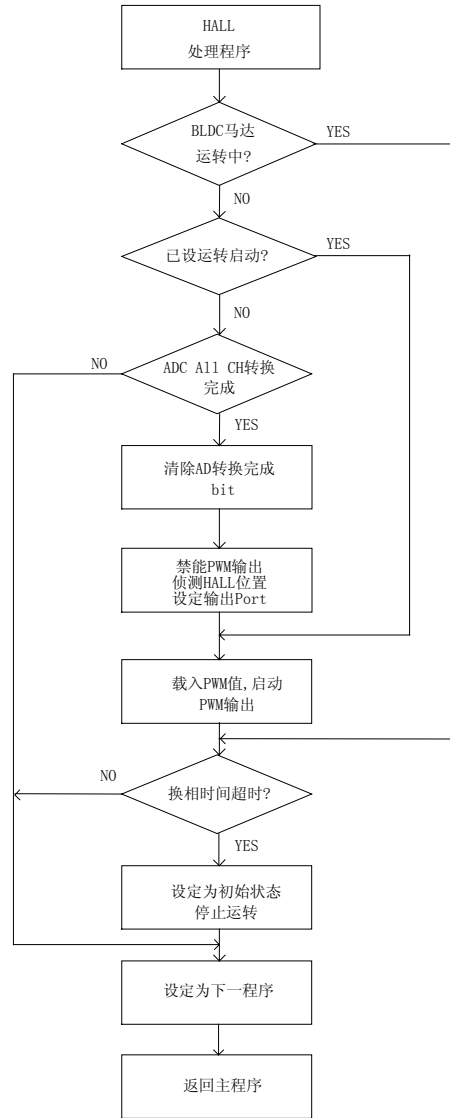
• Timer Interrupt 程序流程图



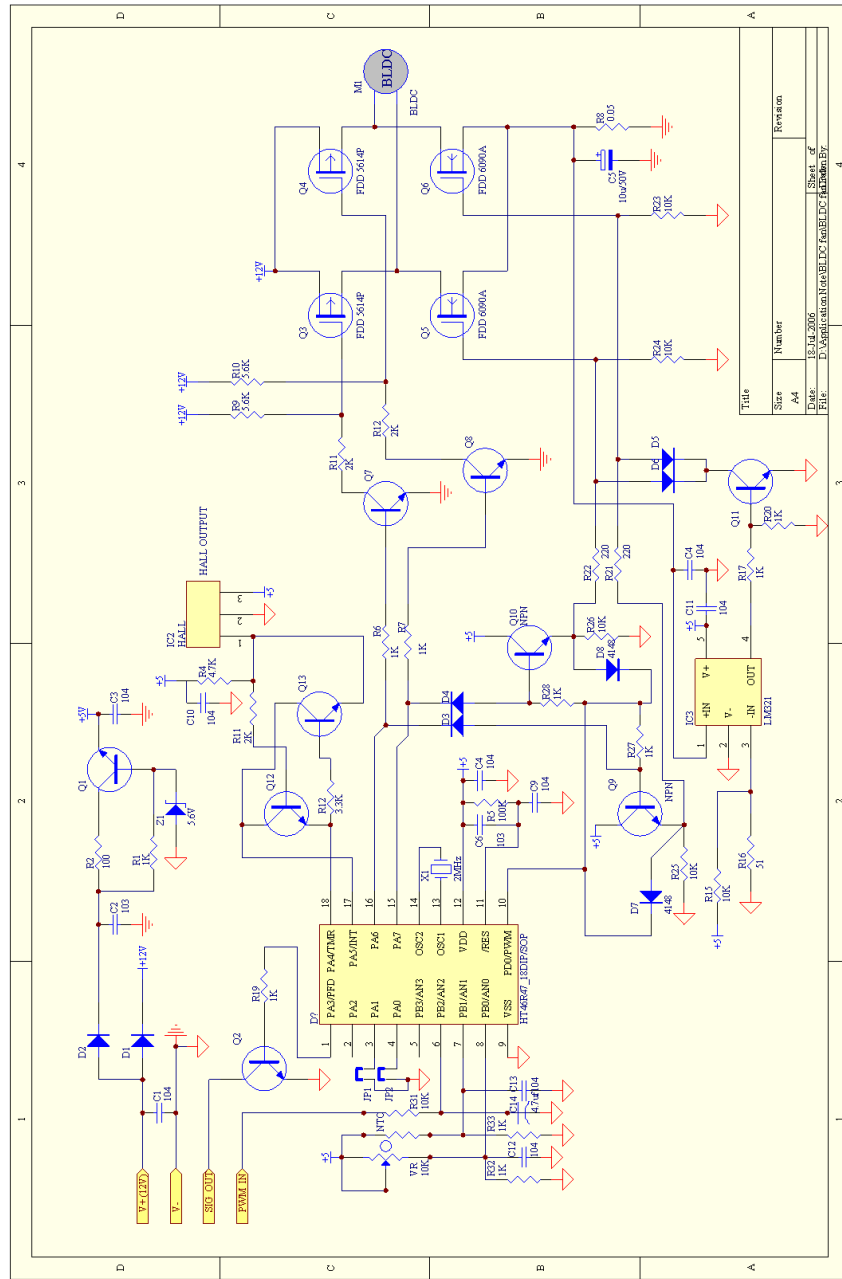
• ADC 转换流程图



• HALL 处理程序图



范例线路



Option Table

SysVolt	5V
Package	18DIP
Wake-Up PA0-PA3	Non-Wake-Up
Wake-Up PA4-PA7	Non-Wake-Up
Pull-High PA0-PA3	PA3-PA2: Non-Pull High PA1-PA0: Pull High
Pull-High PA4-PA7	PA4/PA6/PA7: Non-Pull High PA5: Pull High
Pull-High PB0-PB3	Non-Pull High
Pull-High PD	Non-Pull High
PWM	ENABLE
PFD	DISABLE
LVR	ENABLE
WDT	ENABLE
CLRWDT	One Clear Instruction
WDT Clock Source	WDTOSC(12kHz)
OSC	Crystal