

应
用
方
案

DC变频空调

SPMC75应用方案

V1.0 – 2005.03.30

凌阳单片机推广中心

北京海淀上地信息产业基地中黎科技园1号楼5层

TEL: 86-10-62981668 FAX: 86-10-62962425 E-mail: mcu@sunplus.com.cn <http://www.sunplusmcu.com>

版权声明

凌阳科技股份有限公司保留对此文件修改之权利且不另行通知。凌阳科技股份有限公司所提供之信息相信为正确且可靠之信息，但并不保证本文件中绝无错误。请于向凌阳科技股份有限公司提出订单前，自行确定所使用之相关技术文件及规格为最新之版本。若因贵公司使用本公司之文件或产品，而涉及第三人之专利或著作权等智能财产权之应用及配合时，则应由贵公司负责取得同意及授权，本公司仅单纯贩售产品，上述关于同意及授权，非属本公司应为保证之责任。又未经凌阳科技股份有限公司之正式书面许可，本公司之所有产品不得使用于医疗器材，维持生命系统及飞航等相关设备。

目录

1	引言.....	5
2	芯片特性简介.....	6
3	系统总体方案介绍.....	7
4	系统硬件设计.....	7
4.1	系统结构.....	8
4.2	电源电路.....	9
4.3	MCU控制电路.....	8
4.4	反电势位置侦测电路.....	12
4.5	压缩机功率驱动电路.....	11
4.6	POWER_LINE通信电路.....	12
5	系统软件设计.....	13
6	结语.....	15
7	参考文献.....	15

SPMC75F2413A单片机在DC变频空调中的应用

凌阳单片机推广中心 牟联树

摘 要: 本文主要介绍利用SPMC75F2413A单片机构成DC变频空调控制方案。DC变频空调控制器工作机理, 重点介绍SPMC75F2413A 在DC变频空调器中的使用方法。

关键词: SPMC75F2413A、PS21865A、模糊控制

1 引言

随着我国国民经济的发展和人民物质文化生活水平的不断提高，空调器已广泛应用于社会的各种场合，直流变频空调器因具有节能、低噪、恒温控制、全天候运转、启动低频补偿、快速达到设定温度等性能，使空调的舒适性大大提高，将越来越受到人们的喜爱。单片机技术的广泛应用，直流变频技术及模糊控制技术在空调器嵌入式控制领域的成功应用，半导体功率器件的迅速发展为直流变频控制的推广提供了技术保障。

本设计方案的DC变频空调控制器由室内机控制器、室外机控制器两部分组成。基于SPMC75F2413A的优越性能，用其设计室外机DC变频控制器，容易实现产品模块化、智能化特点，控制参数采用开放式结构，便于与各种压缩机联结，从而能够在最短的时间内根据不同厂家的要求进行产品的升级换代。以这种方式，产品可以更快地推向市场，获得时间上的竞争优势。本控制器含有以下关键技术：

- 1、模糊控制技术：依据室内环温、管温，室外环温、管温、压缩机排气温度、压缩机过载保护温度、压缩机电流等参数建立模糊逻辑关系，控制压缩机的运转速度、室外风机及其它负载运行；
- 2、基于反电势位置侦测的BLDC驱动技术；
- 3、模块控制保护电路：当模块有保护信号输出时，通过硬件电路断开PWM 模块输出控制信号，以达到保护模块的效果，并且可靠的给单片机模块保护信号；
- 4、EMC 及可靠性设计技术：在掌握空调的干扰机理的前提下，硬件设计重点考虑以下几点：电源电路设计、滤波电路参数设计、印制板地线及信号线设计，并且软件采用容错技术。

2 芯片特性简介

本系统是基于智能功率模组芯片和SPMC75F2413A实现的通用变频器方案，下面介绍SPMC75F2413A的特性。

SPMC75F2413A 是 μ 'nSP™ 系列产品的一个新成员，是凌阳科技新推出的一个16位结构的微控制器。与其它 μ 'nSP™ 产品不同的是，SPMC75F2413A主要应用在工控或是家电的变频驱动领域。由于其拥有出色性能定时器PWM信号发生器组。因此，SPMC75F2413A可以方便的实现各种电机驱动方案。

SPMC75F2413A在4.5V~5.5V工作电压范围内的工作速度范围为12~24MHz，拥有2K字SRAM和32K字闪存ROM；64个可编程的多功能I/O端口；5个通用16位定时器/计数器，且每个定时器均有PWM发生的事件捕获功能；2个专用于定时可编程周期定时器；可编程看门狗；低电压复位/监测功能；8通道10位模-数转换。SPMC75F2413A在电机控制领域有相当优秀的表现。

特性包括：

- I 凌阳16位 μ 'nSP™ 处理器 (ISA 1.2)
- I 工作电压：
 - 内核：4.5V~5.5V
- I 最高运行速度：24MHz
- I 工作温度：-40 °C~85 °C
- I 芯片内存储器：
 - 32KW (32K×16) Flash
 - 2KW (2K×16) SRAM
- I 基于时钟发生模块的锁相环电路
- I 看门狗定时器
- I 10位模/数转换器
 - 8通道输入
 - 10us (100kHz)转换时间
- I 串行通讯接口
 - 通用异步串行通讯接口(UART)
 - 标准外围接口(SPI)
- I 总计64个通用输入输出管脚
- I 电源管理
 - 2种低功耗模式：Wait/Standby
 - 每个外设都可以独立的供电
- I 两个比较匹配定时器
- I 5个16位通用定时器
 - 2个用于脉宽调制
 - 2个用于速度捕获
 - 1个用于速度反馈环。
- I 中心(center)或边沿(edge)脉宽调制输出
- I 通过外部错误保护管脚进行脉宽调制输出保护

- | 可编程的死区控制(Dead time control)
- | 脉宽调制服务和错误中断发生
- | 具备驱动交流感应电机和直流无刷电机的能力
- | 内嵌在线仿真功能

3 系统总体方案介绍

本DC变频空调系统分室内机系统和室外机系统两部分，其中室内机系统主要是系统一些逻辑状态信息的处理，而室外机系统主要是DC压缩机的变频驱动部分。在本系统方案中室内机选用的是SPMC701FM0A实现的，SPMC75F2413A主要是应用在BLDC变频驱动部分。系统结构框图如图3-1所示。

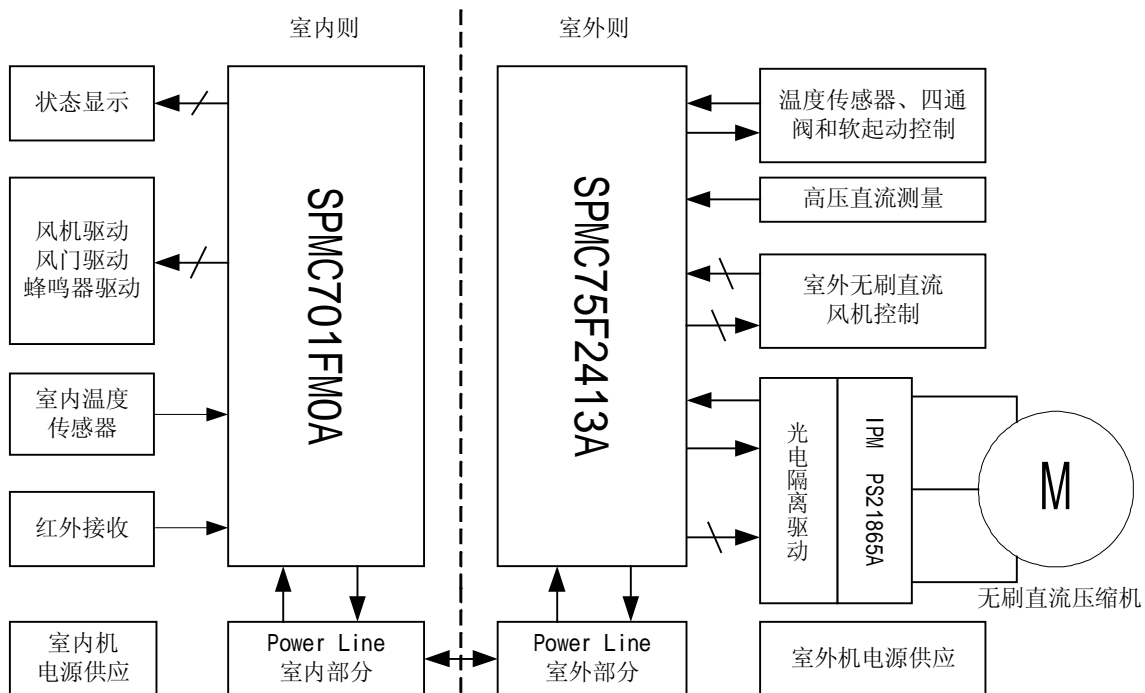


图 3-1 DC变频空调系统框图

系统的基本工作过程：

室外机的主控MCU（SPMC75F2413A）随时接收来自室内机的控制和状态信息，从而去控制室外的风机、四通阀和压缩机，完成相应的控制功能。同时还会将室外机的一些状态和室外的一些温度信息传回室内机。室内机则根据室外机返回的参数和室内机本身的一些工作状态和温度信息对整个空调系统进行协调控制。

4 系统硬件设计

整个系统由室内机系统和室外机系统两部分组成。下面主要介绍室外内系统。

4.1 系统结构

室外机系统主要由IPM功率驱动模块、反电势位置侦测电路、开关电源、室外风机驱动、由SPMC75F2413A构成的MCU子系统和Power Line通信电路等模块构成。室外机系统电路结构如图 4-1图 4-4所示。

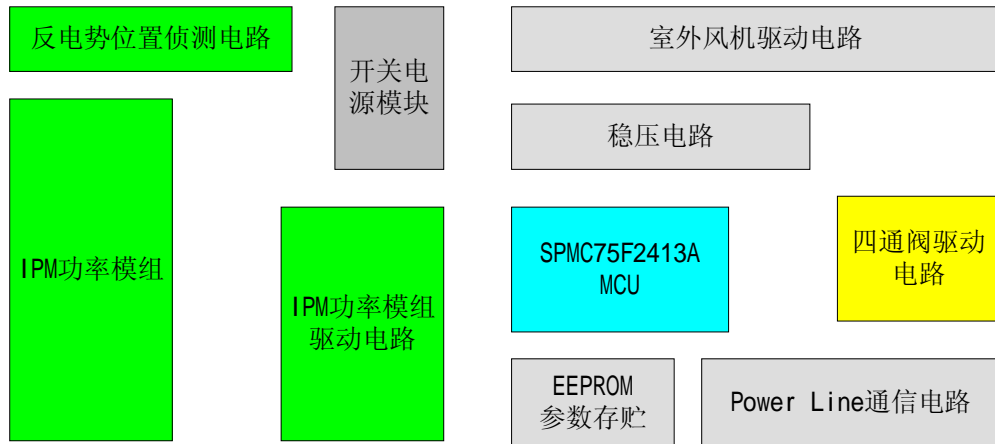


图 4-1 室外机系统框图

4.2 MCU控制电路

图4-2 为MCU 控制电路，此部分的电路主要是以u' nSP SPMC75F2413A 微控制器为主，CON5 连接在线调试、仿真器ICE。MCU控制电路是整个室外机系统的控制核心，室外机的所有外设均在其协调控制下工作。

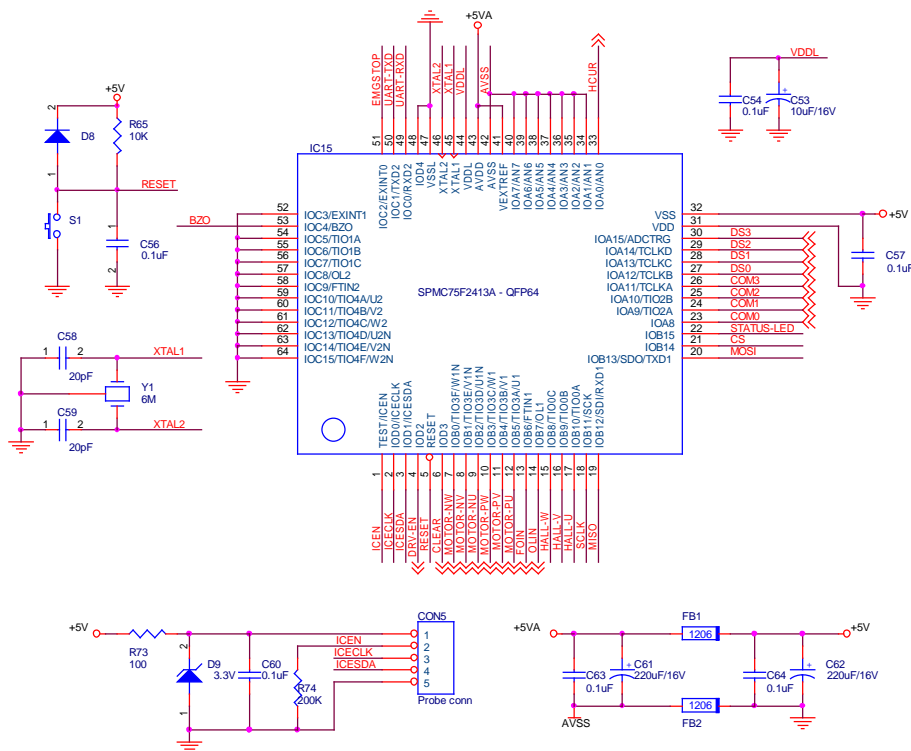


图4-2 MCU 控制电路

4.3 电源电路

图4-3为EMI电源滤波电路与软启动电路，AC电源输入接头为CON1、CON3和CON5，电压为220VAC，电源输入端通过突波吸收器ZNR3以避免过大的电压突波损坏器件，L1、C2、C1、C5和C3组成EMI滤波电路，滤除电路中的电磁干扰；RL1、RT2和D1构成软起动电路，防止电路上电时的大电流冲击。

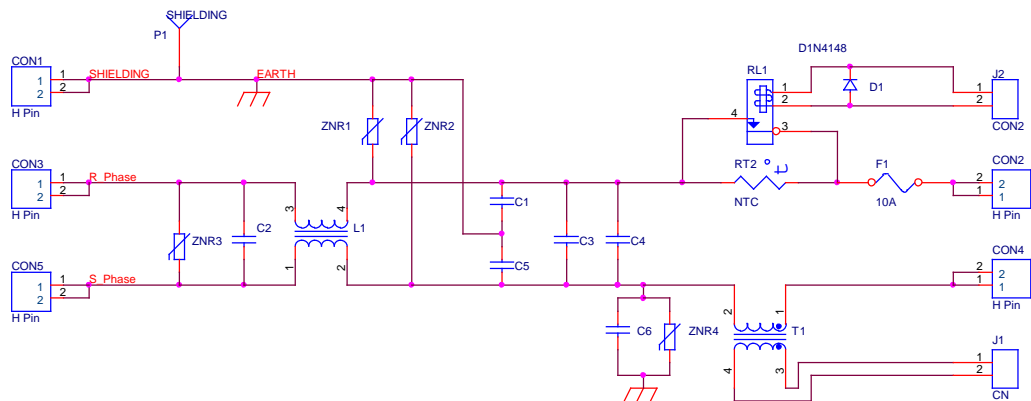


图4-3 EMI 电源滤波器

图4-4为DC/DC电源供应电路，电路是由TOP234和其相应的外围电路构成。电路的输出P+18V与+12V电源供系统使用。P+18V电源输出后分别透过IC21与IC22产生P+15V与P+5V，以供IPM功率模块的工作电压。而+12V经线性稳压器IC20产生+5V电源供给SPMC75F2413A等数字电路。

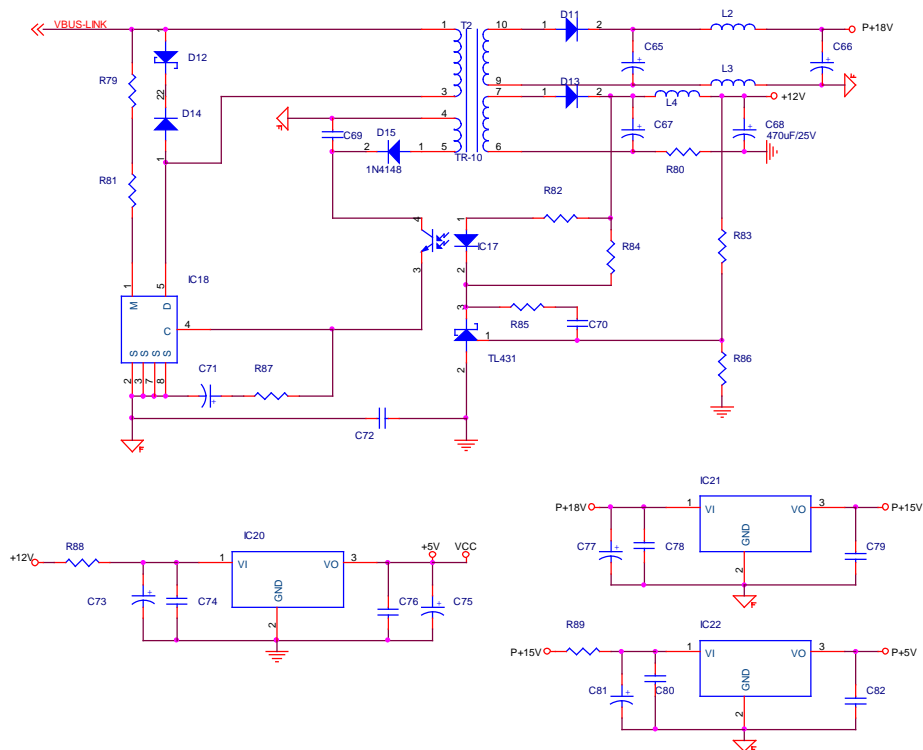


图4-4 DC/DC电源供应电路

4.4 室外风机驱动电路

室外风机使用有霍尔传感器的BLDC，其驱动电路如图4-5所示。电路使用SMA5118和功率驱动光耦TLP251实现。SPMC75F2413A输出PWM信号经TLP251光电隔离后送入SMA5118功率驱动模块进行功率合成后输出，从而驱动风机可靠的工作。

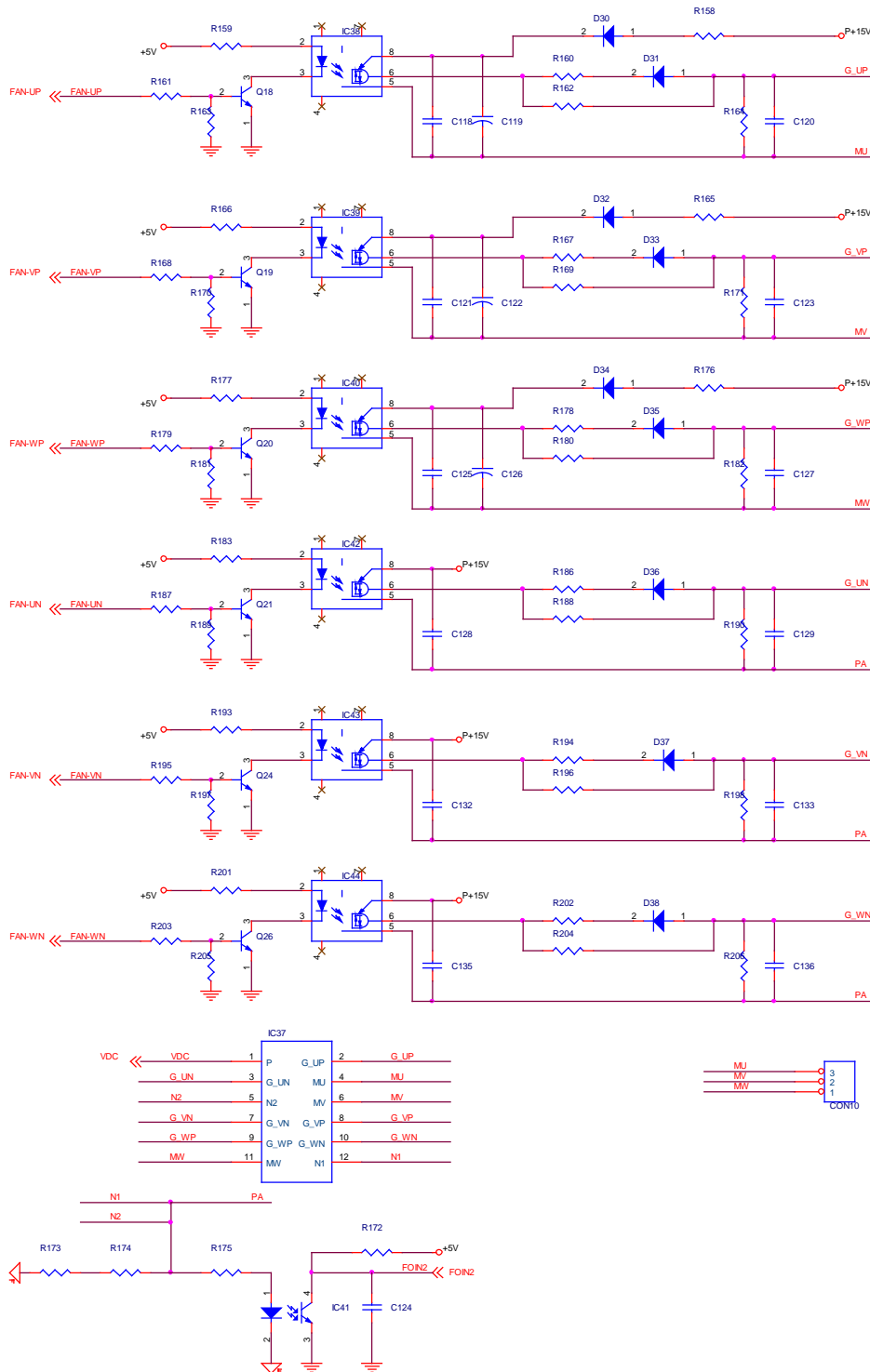


图 4-5 室外风机驱动电路

4.5 压缩机功率驱动电路

压缩机功率驱动电路如图4-6所示。电路主要由IPM功率驱动模块（PS21865A）电路和PWM信号光电隔离驱动电路构成。SPMC75F2413A输出PWM信号经光电隔离后送入IPM功率驱动模块进行功率合成后输出，从而驱动压缩机。

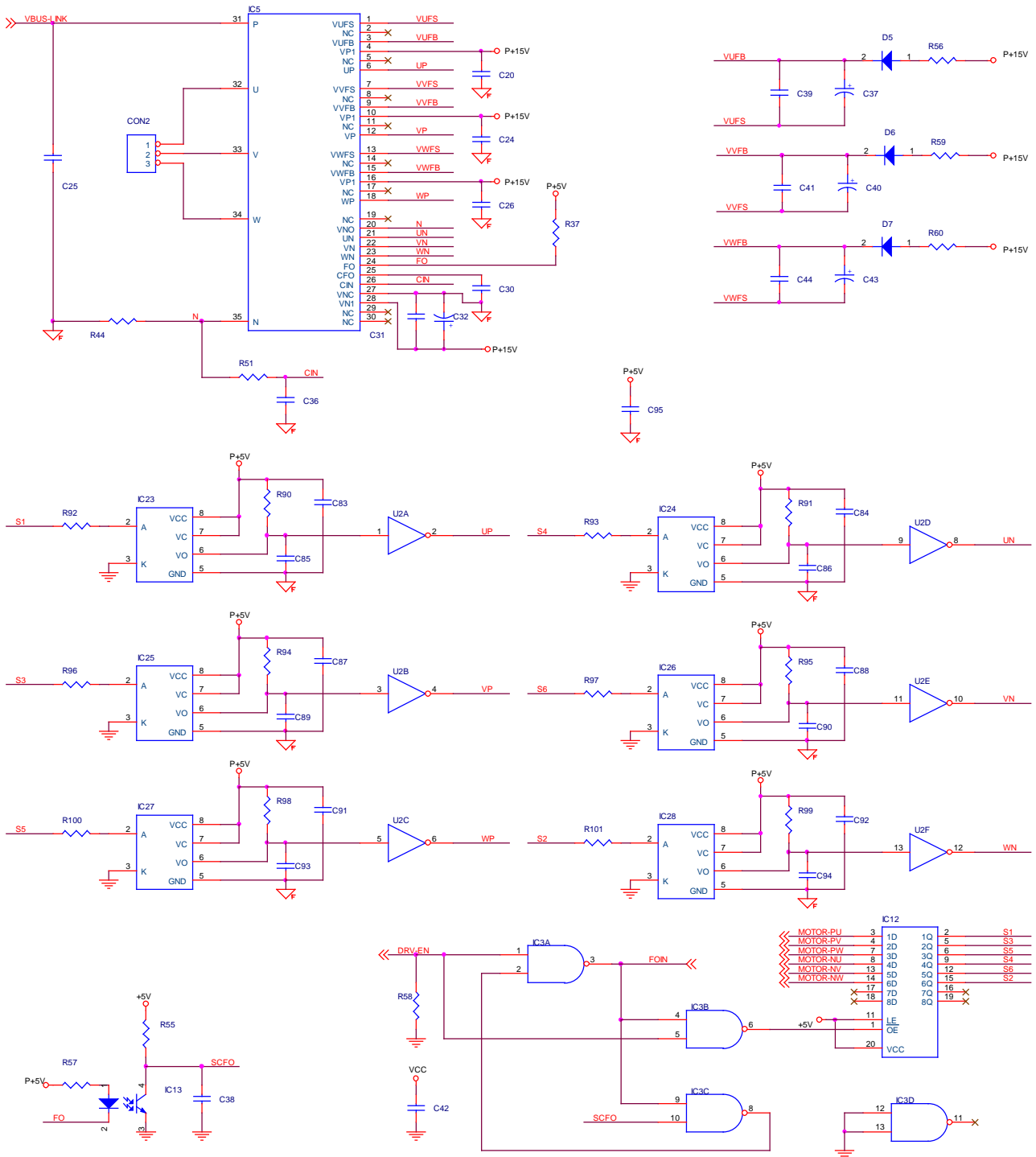


图4-6 IPM 马达驱动电路

4.6 反电势位置侦测电路

反电势位置侦测电路如图4-7所示，电路主要是利用BLDC电机在旋转时会在定子线圈上产生与转子位置相关的反电势的特性。电路由电压比较器和相应的阻容网络构成，完成无传感BLDC电机的转子位置侦测功能。

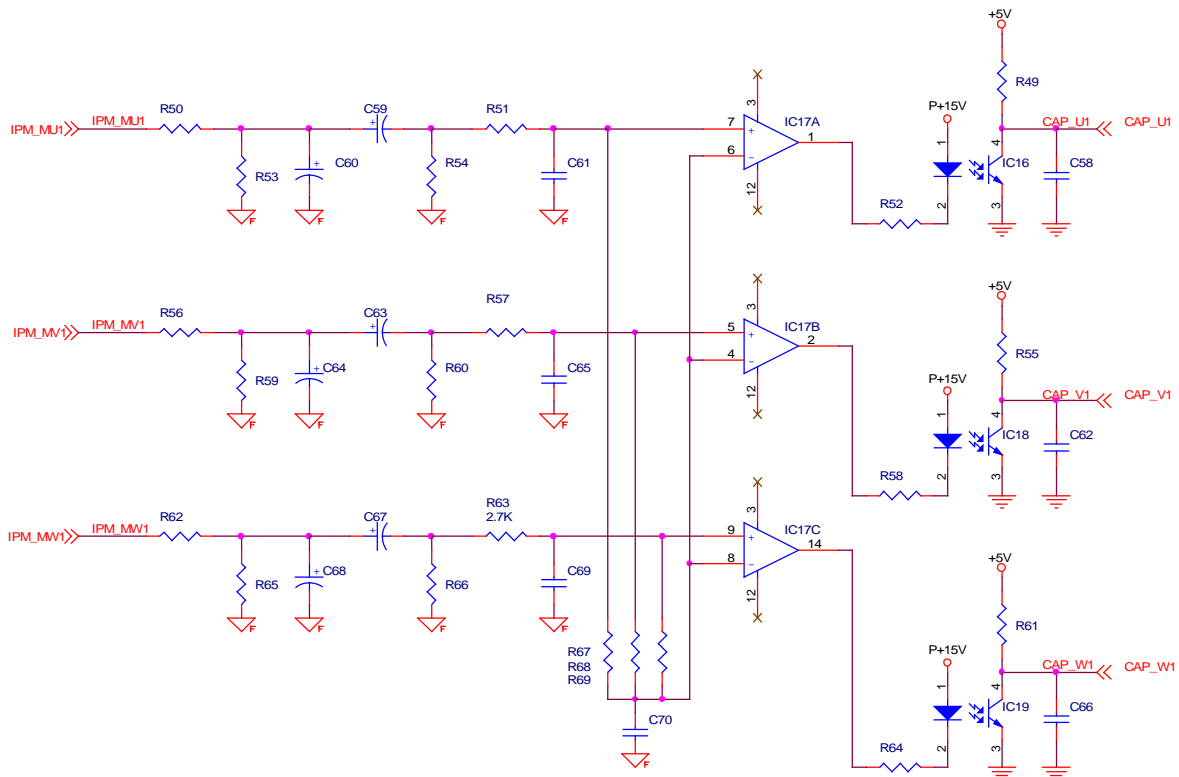


图 4-7 反电势位置侦测电路

4.7 Power Line通信电路

Power Line通信电路如图 4-8和图 4-9所示。它实质上是一种半双工的电流环通信电路，它主要是利用一条电源线和一条专用的通信线，使室内外构成一个电流环，电流环由室内机供电。这个电路利用芯片内部的UART通信模块，为室内外机提供一条可靠的通信回路。

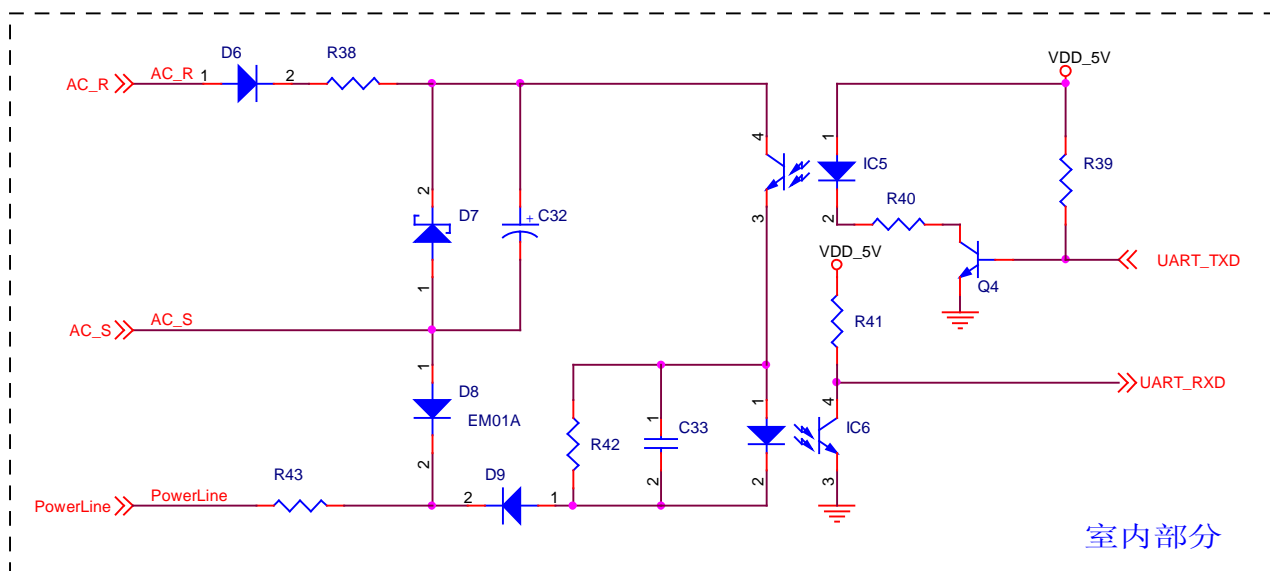


图 4-8 Power Line通信电路室内机部分

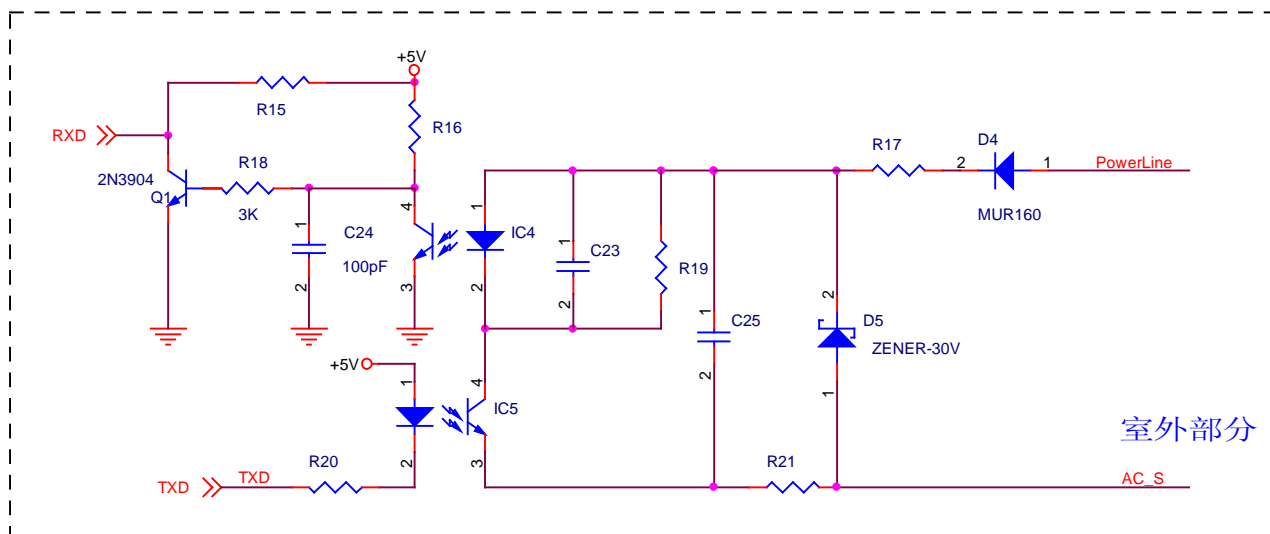


图 4-9 Power Line通信电路室外机部分

5 系统软件设计

整个室外机系统软件主要包括以下几部分：1. 同室内机通信、协调控制部分；2. 室外机的压缩机驱动控制部分；3. 室外风机驱动控制；4. 四通阀驱动控制。

系统同室内机通信、协调控制部分主要包括串口中断服务和命令解释执行和主循环控制等几部分。其中主控制流程如图 5-1图 5-4。串口中断服务主要是接收来自室内机的数据包，并对相应的信息进行处理，确保传给控制程序的命令和数据的正确性；命令解释执行部分主要是解读室内机命令，并进行相应的处理。

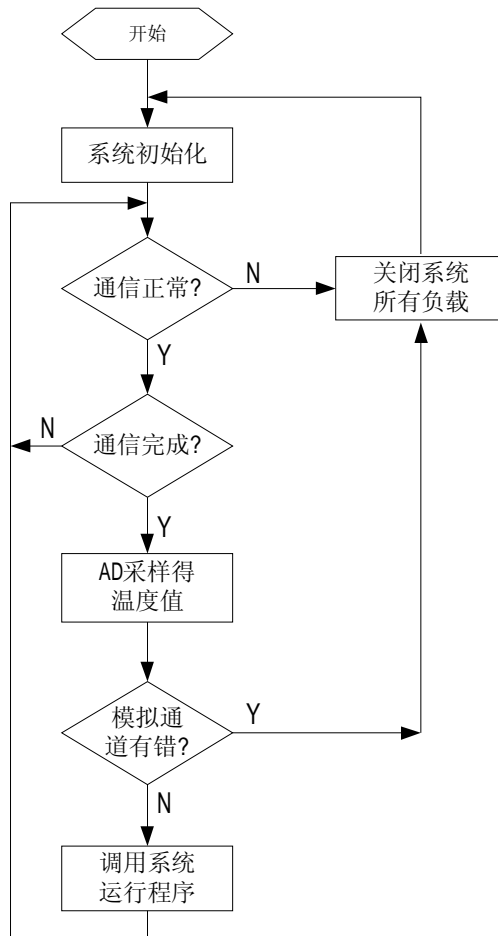


图 5-1 主流程

压缩机驱动控制部分分为BLDC核心驱动、电机加减速控制、电机的起停服务等几部分。其中最核心的是BLDC核心驱动部分。

SPMC75F2413A 是属于马达专用 IC，内部一共有两套完全相同的变频电机驱硬件。可以同时驱动两路BLDC电机。这为DC变频空调的实现提供了极大的方便。因此压缩机的驱动的软件部分变得比较简单，只需要利用反电势位置侦测电路（如图4-7所示）为驱动电路提供的转子位置信息便可方便的驱动压缩机。同时，SPMC75F2413A内部还集成了专用的驱动保护电路，对压缩机和其驱动电路提供了完善的保护功能。

DC变频空调的室外风机同压缩机一样使用BLDC电机。因此其驱动软件和压缩机驱动部分使用相同的结构。

6 结语

通常，在开发变频设备的过程中，需要编写实时性、程序可读性强的代码，这时就需要采用混合编程。而凌阳的 μ nSP IDE具有良好的编程环境，它可以很轻松、容易地进行混合编程（在C程序中调用汇编程序，在汇编程序中调用C程序）。

该系统用了SPMC75F2413A两个定时器和约17个IO口资源，其实SPMC75F2413A的资源相当丰富。因其有专业的变频硬件支持，变频系统开发变得相对简单。同时，SPMC75F2413A在变频控制方面有相当出众的表现。因此，基于SPMC75F2413A的变频系统在通用变频、变频家电等变频领域有广阔的应用前景。

7 参考文献

- [1] 雷思孝、李伯成、雷向莉等，单片机原理及实用技术—凌阳16位单片机原理及应用[M] 西安：西安电子科技大学出版社
- [2] SUNPLUS, SPMC75F2413A编程指南V1.1[M] 北京：SUNNORTH
- [3] Mitsubishi, PS21865A数据手册[M]