



**PICDEM™ 机电一体化
演示板
用户指南**

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下，Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Accuron、dsPIC、KEELOQ、microID、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PRO MATE、PowerSmart、rfPIC 和 SmartShunt 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

AmpLab、FilterLab、Migratable Memory、MXDEV、MXLAB、SEEVAL、SmartSensor 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、FlexROM、fuzzyLAB、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Linear Active Thermistor、Mindi、MiWi、MPASM、MPLIB、MPLINK、PICKit、PICDEM、PICDEM.net、PICLAB、PICKtail、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、REAL ICE、rfLAB、rfPICDEM、Select Mode、Smart Serial、SmartTel、Total Endurance、UNI/O、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2006, Microchip Technology Inc. 版权所有。

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==**

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe、位于俄勒冈州 Gresham 及位于加利福尼亚州 Mountain View 的全球总部、设计中心和晶圆生产厂均通过了 ISO/TS-16949:2002 认证。公司在 PICmicro® 8 位单片机、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。此外，Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

目录

前言	1
第 1 章 PICDEM™ 机电一体化	
1.1 简介	7
1.2 重点	7
1.3 快速入门指南	8
1.4 PICDEM™ 机电一体化开发工具包的内容	10
1.5 PICDEM™ 机电一体化布板图	10
1.6 所需工具	12
1.7 PICDEM™ 机电一体化的设置	12
1.8 PICDEM™ 机电一体化演示板的一般信息	14
第 2 章 示例项目	
2.1 简介	19
2.2 在 MPLAB® IDE 中装入项目	20
2.3 示例项目	20
2.3.1 项目 1: Hello World (点亮 LED)	21
2.3.2 项目 2: 使用电压比较器的昏暗指示器	23
2.3.3 项目 3: 使用模数转换器的温度计	25
2.3.4 项目 4: 使用 Timer1 的数字时钟	27
2.3.5 项目 5: 使用光学编码器反馈进行直流有刷电机的转速控制	29
2.3.6 项目 6: 使用 BEMF 反馈进行直流有刷电机的转速控制	32
2.3.7 项目 7: 步进电机控制: 单步、半步和微步驱动	35
2.3.8 项目 8: 使用 USART 的 PC 接口	39
2.3.9 项目 9: 使用 ECCP 进行直流有刷电机控制	42
第 3 章 疑难解答	
3.1 简介	47
3.2 常见问题	47
附录 A 硬件原理图	
A.1 简介	49
附录 B LCD 段映射工作表	
B.1 简介	57
全球销售及服务中心	60

注:

前言

用户须知

所有文档均会更新，本文档也不例外。Microchip 的工具和文档将不断演变以满足客户的需求，因此实际使用中有些对话框和 / 或工具说明可能与本文档所述之内容有所不同。请访问我们的网站 (www.microchip.com) 获取最新文档。

文档均标记有“DS”编号。该编号出现在每页底部的页码之前。DS 编号的命名约定为“DSXXXXA”，其中“XXXX”为文档编号，“A”为文档版本。

欲了解开发工具的最新信息，请参考 MPLAB® IDE 在线帮助。从 Help（帮助）菜单选择 Topics（主题），打开现有在线帮助文件列表。

简介

本章包含使用 PICDEM™ 机电一体化开发工具包前需要了解的关于本用户指南和客户支持的一般信息。内容包括：

- 文档编排
- 本指南使用的约定
- 保修登记
- 推荐读物
- Microchip 网站
- 开发系统客户通知服务
- 客户支持
- 文档版本历史
- 疑难解答

文档编排

本文档介绍了如何使用 PICDEM™ 机电一体化演示板。本手册的内容编排如下：

- **第 1 章: PICDEM 机电一体化**——PICDEM 机电一体化演示板的概述。PCB 布局、部件以及如何将提供的跳线连接到演示板上。
- **第 2 章: 示例项目**——说明如何读取演示板上的传感器、驱动 LCD 和控制若干电机的项目。这些电机包含直流有刷（BDC）电机和双极步进电机。
- **第 3 章: 疑难解答**——对使用 PICDEM 机电一体化演示板过程中遇到的常见问题提供解决方法。
- **附录 A: 硬件原理图**——提供 PICDEM 机电一体化演示板的硬件原理图。

- 附录 B: LCD 段映射工作表——提供 LCD 段映射工作表。

本指南使用的约定

本手册采用以下文档约定：

文档约定

说明	涵义	示例
代码 (Courier 字体)：		
常规字符	代码示例 文件名和路径	#define START c:\autoexec.bat
尖括号: < >	变量	<label>, <exp>
方括号 []	可选参数	MPASMWIN [main.asm]
花括号和竖线: {}	选择互斥参数; “或”选择	errorlevel {0 1}
引号括起的小写字符	数据类型	"filename"
省略号 ...	用来暗示 (但不显示) 与该示例无关的其他文字	list ["list_option...", "list_option"]
0xnnn	十六进制数, n 是一个十六进制数字	0xFFFF, 0x007A
斜体字	可变参数; 可以是数据类型 (小写字符) 或具体示例 (大写字符)。	char isascii (char, ch);
界面 (Arial 字体)：		
带右箭头且有下划线的斜体文字	菜单栏中的菜单选项	<i>File > Save</i>
粗体字	可以单击的窗口或对话框按钮	OK, Cancel
尖括号 < > 括起的字符	键盘上的按键	<Tab>, <Ctrl-C>
文档 (Arial 字体)：		
斜体字	英文参考书目	<i>MPLAB® IDE User's Guide</i>

保修登记

请填写随附的保修登记卡（Warranty Registration Card）并尽快寄出。寄出保修登记卡将可使您收到新产品更新信息。临时发布的软件在 Microchip 网站上提供。

推荐读物

使用 PICDEM 机电一体化演示板前，建议您先熟悉下列文档。

PICKit™ 2 单片机编程器用户指南（DS51553A_CN）

要了解如何使用 PICKit 2 单片机编程器硬件和软件的说明，请查阅此文档。

MPLAB® ICD 2 用户指南（DS51331A_CN）

要了解与 Microchip 的在线调试器 MPLAB ICD 2 有关的信息，请查阅此文档。MPLAB ICD 2 使用闪存器件中内置的在线调试功能。

PIC16F91X 数据手册（DS41250D_CN）

要了解关于具备 LCD 驱动器器件规范的 PIC16F91X 28/40/44 引脚 8 位 CMOS 闪存单片机的信息，请查阅此文档。

PIC16F685/687/689/690 数据手册（DS41262A_CN）

要了解关于 PIC16F685/687/689/690 20 引脚 8 位 CMOS 闪存单片机器件规范的信息，请查阅此文档。

PIC12F508/509/16F505 Data Sheet（DS41236B）

要了解关于 PIC12F508/509 8/14 引脚 8 位 CMOS 闪存单片机器件规范的信息，请查阅此文档。

MPLAB® IDE, Simulator, Editor User's Guide（DS51025）

要详细了解 MPLAB 集成开发环境（Integrated Development Environment, IDE）软件的安装和功能，请查阅此文档。

机电一体化设计中心

机电一体化设计中心（www.microchip.com/mechatronics）提供了关于设计机电一体化应用的大量信息。所有文档均为 Adobe® Acrobat®（pdf）格式。

Microchip 网站

Microchip 网站（www.microchip.com）包含大量文档。各种数据手册、应用笔记、教程和用户指南都可以很容易地下载。所有文档均为 Adobe® Acrobat®（pdf）格式。

请填写随附的保修登记卡（Warranty Registration Card）并尽快寄出。寄出保修登记卡的客户将可收到新产品更新信息。临时发布的软件在 Microchip 网站上提供。

MICROCHIP 网站

Microchip 网站 (www.microchip.com) 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的因特网浏览器即可访问。网站提供以下信息：

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和样本程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及存档软件
- **一般技术支持**——常见问题 (FAQ)、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务**——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

开发系统变更通知客户服务

Microchip 的客户通知服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请登录 Microchip 网站 www.microchip.com，点击“**变更通知客户 (Customer Change Notification)**”服务并按照注册说明完成注册。

开发系统产品的分类如下：

- **编译器**——Microchip C 编译器及其他语言工具的最新信息，包括 MPLAB C18 和 MPLAB C30 C 编译器、MPASM™ 和 MPLAB ASM30 汇编器、MPLINK™ 和 MPLAB LINK30 目标链接器，以及 MPLIB™ 和 MPLAB LIB30 目标库管理器。
- **仿真器**——Microchip 在线仿真器的最新信息，包括 MPLAB ICE 2000 和 MPLAB ICE 4000。
- **在线调试器**——Microchip 在线调试器 MPLAB ICD 2 的最新信息。
- **MPLAB® IDE**——用于开发系统工具的 Windows® 集成开发环境 Microchip MPLAB IDE 的最新信息，主要针对 MPLAB IDE、MPLAB SIM 模拟器、MPLAB IDE 项目管理器以及一般编辑和调试功能。
- **编程器**——Microchip 编程器的最新信息，包括 MPLAB PM3 和 PRO MATE® II 器件编程器以及 PICSTART® Plus 和 PICKIT™ 开发编程器。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师（Field Application Engineer, FAE）
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师（FAE）寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过 <http://support.microchip.com> 获得网上技术支持。

文档版本历史

版本 A（2005 年 5 月）

- 本文档的第一版。

版本 B（2005 年 6 月）

- 将 PIC[®] 通信器（Communicator）更改为 PIC[®] MCU 通信器。

疑难解答

请参见第 3 章获取有关常见问题的信息。

注:

第 1 章 PICDEM™ 机电一体化

1.1 简介

PICDEM™ 机电一体化旨在供对机电一体化设计感兴趣的人用作一种学习工具。机电一体化指的是将电子控制集成到机械系统中，或将机械元件替换为电子解决方案。

PICmicro® 单片机由于其体积小、效率高、速度快和外设配置丰富而非常适用于机电一体化系统中。机电一体化系统可以是简单的输出多路复用机电开关，也可以是复杂的超音速飞机稳定器控制。在电器和汽车市场中，机电一体化设计越来越常见。例如，现代的洗衣机曾经完全是机械设计，现在却采用单片机管理周期时间、读取人工输入并调整搅动和旋转的速度。

本章介绍了 PICDEM™ 机电一体化开发板，并说明了 PCB 布局、部件和连接到 PICkit™ 2 闪存编程器和 MPLAB ICD 2 在线调试器的电气连接。

1.2 重点

本章内容包括：

- 快速入门指南
- PICDEM™ 机电一体化开发工具包的内容
- PICDEM™ 机电一体化布板图
- 所需工具
- PICDEM™ 机电一体化的设置
- PICDEM™ 机电一体化的一般信息

1.3 快速入门指南

PICDEM 机电一体化演示板的演示程序是在工厂编程的。要使用该演示程序，演示板必须按本章中的说明配置。一旦演示板配置好并且上电后，板上的直流有刷（BDC）电机就可使用电位器（POT1）来变速。表征 POT1 位置的 8 位十六进制值显示在 LCD 上。

演示板设置

使用提供的跳线、螺丝刀和分流器（2 引脚黑色硬塑料分流器），按图 1-1 中所示配置演示板。

1. 使用螺丝刀将直流有刷电机的引脚连接到驱动引脚 1 和驱动引脚 2。
2. 使用跳线将 POT1（在 J4 上）连接到 AN0（在 J13 上）。
3. 使用跳线将 P1（在 J1 上）连接到 RD7（在 J10 上）。
4. 使用跳线将 N2（在 J2 上）连接到 RD2（在 J10 上）。
5. 使用分流器连接 JP8 上的右侧引脚和中间引脚。

演示板上电

以下列方式之一为演示板供电：

- 使用 J9 连接 9-12 Vdc（最少 0.75 安培）电源（参见下面的注）。
- 将一个 9-12 Vdc（最少 0.75 安培）电源连接到 P21 和 P20 接线柱。
- 将一个 9 Vdc 电池连接到电池接头。
- 将一个 5 Vdc（最少 1.2 安培）电源连接到 TP2 或 TP3。

注： 电源部件编号为 AC162039（见 buy.microchip.com）。与 MPLAB ICD 2（部件编号 DV 164007）包装在一起。

演示程序

按下位于演示板右下角附近的 **CLR FAULT**（SW5）。顺时针旋转 POT1 提高电机的转速。请注意，当您顺时针旋转电位器时，LCD 上显示的数字增加。

尝试操作演示板上的其他传感器：

- 将 POT1（J4）上的跳线移到 Light（J4）。改变位于演示板左上角附近的光传感器上的灯光亮度。观察电机有什么变化。
- 将跳线移至 TEMP（J4）。对位于演示板左上角的温度传感器哈气。观察 LCD 上显示的数字有什么变化。
- 将跳线移回 POT1。将跳线从 N2（J1）移到 D0（J14）。当旋转电位器时，观察 LED D0 的强度有什么变化。

1.4 PICDEM™ 机电一体化开发工具包的内容

PICDEM™ 机电一体化开发工具包包含以下组件：

1. 带有电机的 PICDEM™ 机电一体化印刷电路板（PCB）
2. 预编程的 PIC16F917 PICmicro® 器件
3. 10 根跳线
4. 8 个 2 引脚分流器
5. 光盘（CD-ROM）中包含以下内容：
 - PICDEM™ 机电一体化用户指南
 - 用于培训学员使用该演示板的 Workshop-in-a-Box 演示（包括演讲者笔记）
 - PIC16F91X、PIC16F685/687/689/690 和电机的数据手册
 - 应用笔记和其他技术文档
6. 包含 PIC16F690 和 PIC12F509 器件的样本工具包
7. Microchip 螺丝刀
8. 登记卡

1.5 PICDEM™ 机电一体化布板图

图 1-2 中显示了 PICDEM™ 机电一体化电路板。

PIC16F917 单片机组装在 40 引脚的插座上，其中 36 个可用 I/O 引脚中的 22 个专用于连接演示板上的各个元件。其余的 14 个引脚可供用户使用提供的跳线连接演示板上的其他元件。专用连接线连接到以下元件：

- 开关 1——1 个引脚：MCLR
- LCD——17 个引脚：VLCD1、VLCD2、VLCD3、COM0、COM1、COM2、COM3、SEG0、SEG1、SEG2、SEG3、SEG6、SEG11、SEG16、SEG21、SEG22、SEG23
- 在线串行编程连接器（In-Circuit Serial Programming™ Connector）——ICSPDAT、ICSPCLK、MCLR
- RS-232 COM 端口——2 个引脚：RX、TX

还提供了一个 20 引脚的插座，它与 8/14/20 引脚闪存单片机兼容。提供的 PIC16F690 单片机使用 20 引脚的插座，其中 18 个可用 I/O 引脚中的 5 个专用于连接演示板上的各个元件。其余的 13 个引脚可供用户使用提供的跳线连接演示板上的其他元件。专用连接线连接到以下元件：

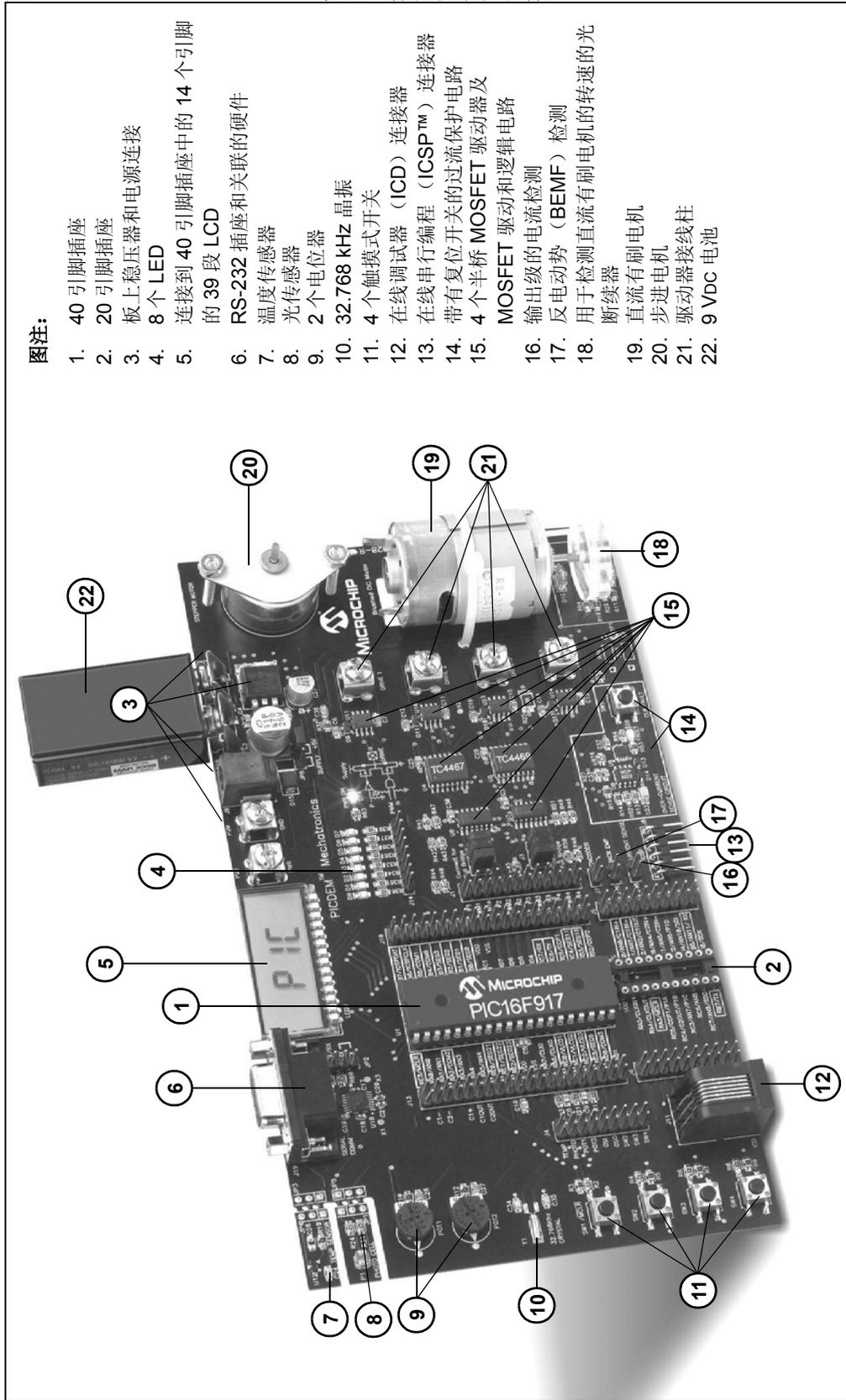
- 开关 1——1 个引脚：MCLR
- 在线串行编程（ICSP™）连接器——ICSPDAT、ICSPCLK、MCLR
- RS-232 COM 端口：RX、TX

注： 任何时候都只能将一枚单片机装在演示板上。

专用引脚是由每个插座旁边的引脚标号周围的白框来表示的。请特别注意这个标号，因为专用引脚的功能受到这些引脚所连接电路的影响。建议在设计中只使用未指定为专用连接的引脚。

演示板上的其余元件必须使用提供的跳线连接到单片机。跳线连接单片机任一端的插头（Header）和演示板上相应元件旁边的插头引脚。图 1-2 中标记了演示板上的元件。

图 1-2: PICDEM™ 机电一体化演示板硬件



图注:

1. 40 引脚插座
2. 20 引脚插座
3. 板上稳压器和电源连接
4. 8 个 LED
5. 连接到 40 引脚插座中的 14 个引脚的 39 段 LCD
6. RS-232 插座和关联的硬件
7. 温度传感器
8. 光传感器
9. 2 个电位器
10. 32.768 kHz 晶振
11. 4 个触摸式开关
12. 在线调试器 (ICD) 连接器
13. 在线串行编程 (ICSP™) 连接器
14. 带有复位开关的过流保护电路
15. 4 个半桥 MOSFET 驱动器及 MOSFET 驱动和逻辑电路
16. 输出级的电流检测
17. 反电动势 (BEMF) 检测
18. 用于检测直流有刷电机的转速的光断续器
19. 直流有刷电机
20. 步进电机
21. 驱动器接线柱
22. 9 VDC 电池

要求您使用提供的跳线将元件连接到单片机的原因有三重。

1. 您将通过动手将元件连接到单片机而获得知识和经验。
2. 外设比单片机上的引脚多，这样您可以使用演示板实现更多的功能。
3. 如果您愿意自行使用演示板进行实验，该演示板已为您提供了这样的灵活性。您可以试着使用第 2 章“示例项目”的项目中未讲述的外设。

1.6 所需工具

为了完成下一章中的项目，需要使用以下编程工具之一：

- PICkit™ 2 单片机编程器（部件编号 DV164120）
- MPLAB® ICD 2 在线调试器 / 编程器（部件编号 DV164007，包含一个 9 Vdc 电源和串行线）

图 1-3 和 1-4 说明了如何将每种工具连接到 PICDEM 机电一体化演示板。

1.7 PICDEM™ 机电一体化的设置

使用演示板之前请花点时间阅读以下步骤。这些步骤可在开始项目之前确保演示板已正确配置。

1.7.1 跳线设置

拆除除 JP8 之外的所有 2 引脚分流器（跳线帽）。在 JP8 上，分流器应连接到最右边的位置（由“+5V”标签表示），这确保该驱动级使用 +5 Vdc 电源。

1.7.2 演示板上电

以下列方式之一为演示板供电：

- 通过 J9 连接 9-12 Vdc（最少 0.75 安培）电源。连接器在外部接地，内部为正极。
- 将一个 9-12 Vdc（最少 0.75 安培）电源连接到 P21 和 P20 接线柱。
- 将一个 9 Vdc 电池连接到电池接口。
- 将一个 5 Vdc（最少 1.2 安培）电源连接到 TP2 或 TP3。

初次连接电源时，“PWR ON” LED 应点亮。当为演示板上电时，过流检测电路中的“FAULT” LED 也将点亮。按 SW5（CLR FAULT）开关清除故障。至此演示板已为项目做好了正确配置。

图 1-3: 将 ICD 2 连接到 PICDEM 机电一体化演示板

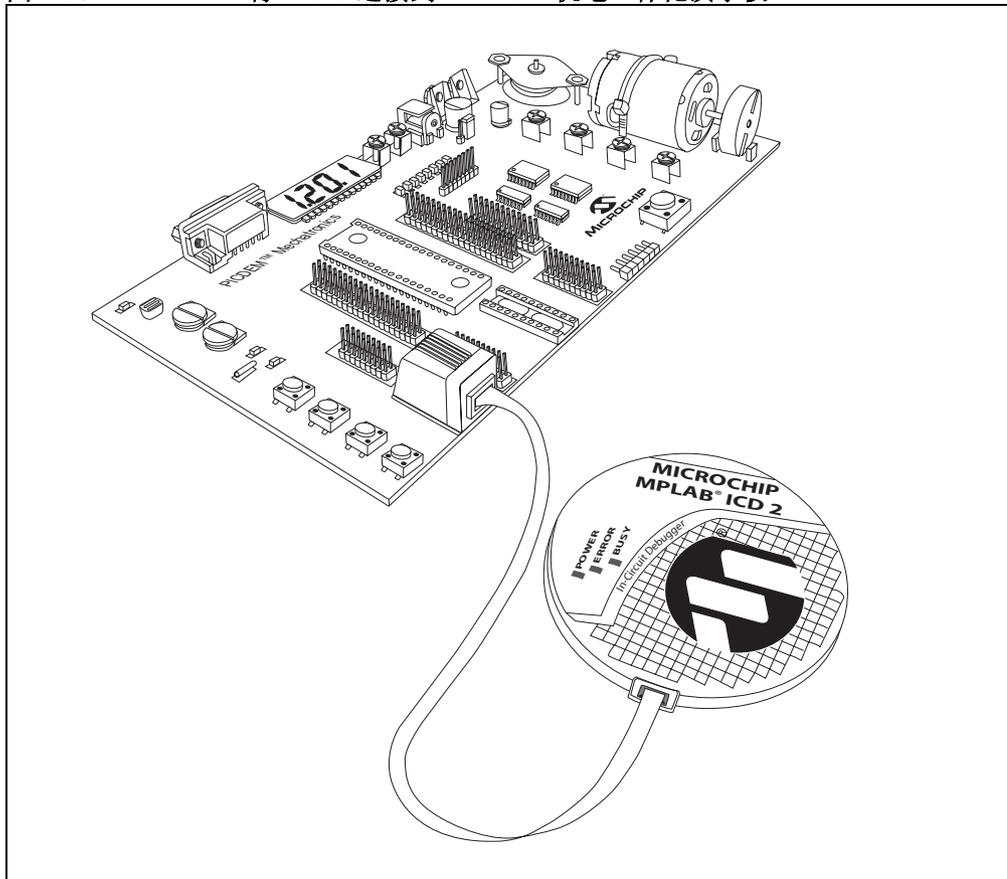
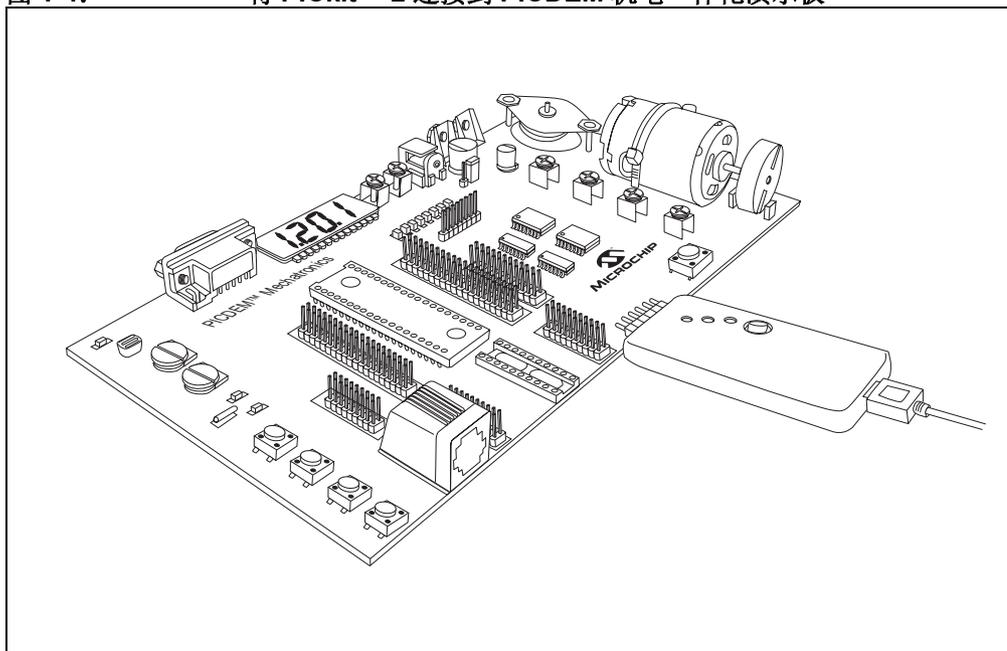


图 1-4: 将 PICKIT™ 2 连接到 PICDEM 机电一体化演示板



1.8 PICDEM™ 机电一体化演示板的一般信息

电源极限参数值

供电电压：12 VDC

输出电流（驱动级）：1.2A（总电流）

1.8.1 实验

PICDEM 机电一体化演示板设计用于实验。完成第 2 章“示例项目”中的项目后，请自行随意进行实验。可以使用工具包中未提供的电压电源和电机。

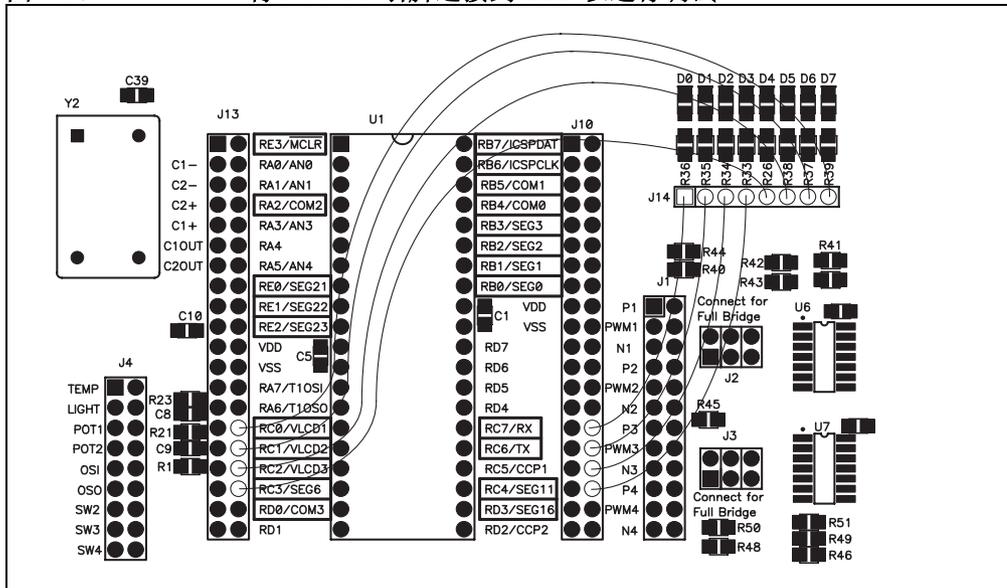
演示板的驱动部分（向电机供电的部分）有一个过流检测电路，如果电机电流超过 1.2 安培则将跳开。LM7805 稳压器还通过限制演示板消耗的电流来保护电路。逻辑电路也已就位，以确保连接到相应输出驱动器的 P 沟道和 N 沟道 MOSFET 不会同时导通。

注： 尽管已采取了合理的措施保护演示板不因偶然的错误而受损，但是如果不使用正确的设计技术和未特别注意原理图，**演示板也可能损坏。**

1.8.2 板上状态 LED

演示板上有八个状态 LED，专门用于协助用户开发和调试代码。用户可以把寄存器的值输出到单片机的一个端口上，并读出该寄存器值的二进制读数。如图 1-5 所示连接这些 LED。例如，如果怀疑状态（STATUS）寄存器未设置正确，则将 STATUS 值移到 PORTC。如果按图 1-5 所示连接了 PORTC，则这些 LED 将显示 STATUS 的值。

图 1-5: 将 PORTC 引脚连接到 LED 以进行调试



1.8.3 过流保护电路

如果演示板连续驱动 1.2 安培超过 100 ms 或更长时间，演示板上的过流保护电路会关闭电路的驱动部分。演示板上电后“FAULT”LED 将点亮。每次演示板初次上电时，必须按下板右下部分的 **CLEAR FAULT** 按钮以将驱动电路手动复位。否则，当“FAULT”LED 点亮之后会出现故障，并且必须按下同一按钮手动复位。如果您使用自己的电机，请将电流保持在 1.2A 以下，因为过流保护电路将不允许用此值或更大值驱动电机。

1.8.4 电机连接

PICDEM 演示板上提供的电机必须手动连接到驱动器接线柱。该工具包包含一把 Microchip 螺丝刀用以进行这些连接。

注： 提供的直流有刷电机和双极步进电机可能会有所不同，因为电机生产商不能保证将无限期提供同一型号。如果演示板上提供的电机与光盘上的电机数据手册不同，请参见 Microchip 的网页 (www.microchip.com) 以获取随此工具包提供的电机的最新数据手册。

1.8.5 串行通讯

JP2 跳线通常不组装分流器。在没有分流器的情况下，演示板配置为通过 PICmicro® USART (或 EUSART) 进行串行通讯。在底部两个引脚 (TX 和 RX) 之间连接分流器，允许用户通过一个引脚 (单片机和 JP2 上的 TX/RX 引脚之间的跳线) 收发串行通讯。

1.8.6 可脱开传感器

温度传感器和光传感器可以从演示板上脱开，从而可更灵活地使用这些传感器。例如，温度传感器可从演示板上脱开并移到更恶劣的环境中，而同时保持演示板处于视线范围。一旦脱开，即用长度相同的导线将 PICDEM 机电一体化演示板上相邻的两个孔（即用于温度传感器的 JP3 和 JP4）和传感器板焊接起来。

1.8.7 BEMF 定标电阻（SCALING RESISTOR）

如果选择在高于 +5V_{DC} 的电压下使用 PICDEM 机电一体化演示板驱动自己的直流有刷电机，则必须将反电动势（Back Electromagnetic Force, BEMF）降低到 0-5 V_{DC} 的范围内。为此提供了电阻位置 R55 和 R56。可以在这些位置置入电阻以创建简单的分压电路。TP1 是该电阻分压器的输出。请参见附录 A “硬件原理图” 中的示意图以查看进一步的说明。

1.8.8 电流检测

演示板的输出级包含一个简单的电流检测电路，可以在 J15（CURRENT SENSE）对其进行评估。在此引脚上，电压等于电流误差为 ±10%。例如，如果一个电机正在被驱动，其电流为 0.9 安培，则插头的电压为 0.9 伏特（±10%）。

1.8.9 插头 / 跳线功能

表 1-1: 插头 / 跳线功能

插头 / 跳线号	说明
J1*	输出 MOSFET 驱动器引脚。
J2	全桥驱动器电路（驱动器 1 和 2）：将三个分流器垂直放在这些引脚上，以创建包含驱动器 1 和 2 的全桥驱动器电路。
J3	全桥驱动器电路（驱动器 3 和 4）：将三个分流器垂直放在这些引脚上，以创建包含驱动器 3 和 4 的全桥驱动器电路。
J4*	温度传感器、光传感器、电位器、32.768 振荡器和开关信号引脚。
J5*	20 引脚 DIP 插座的右侧信号引脚（U2，引脚 11-20）。
J6*	20 引脚 DIP 插座的左侧信号引脚（U2，引脚 1-10）。
J7*	光断续器反馈信号引脚。
J10*	40 引脚 DIP 插座的右侧信号引脚（U1，引脚 21-40）。
J13*	40 引脚 DIP 插座的左侧信号引脚（U1，引脚 1-20）。
J14	LED 连接引脚。
J15*	来自驱动级的电流检测反馈。
J16*	BEMF 反馈信号引脚。
JP2	单引脚串行通讯跳线（见第 1.8.5 节“串行通讯”以了解详细信息）。
JP8	驱动器电路电压选择。请参见演示板上的示意图。
* 在这些跳线上，这些引脚水平成对连接。这允许将一个引脚用于与单片机之间进行跳接（使用跳线），而另一个用于与测试设备配合对电路进行探测。	

注:

第 2 章 示例项目

2.1 简介

以下项目涉及机电一体化的一些基本原理，例如读取传感器、与 LCD 接口和驱动电机。这些项目还提供了如何使用各种 PICmicro® 单片机外设的示例。这些项目按顺序提供，这样您将在逐个学习项目的过程中获得知识。

还不熟悉 PIC® 单片机的人员应特别注意每个项目的源代码中的注释。尽管这些项目的目的并不是教您使用 Microchip 的汇编语言，但是通过阅读源代码，您将能很好地掌握 Microchip 的汇编语言。

Microchip 出版了涉及每个项目应用的应用笔记和其他文档。这些文档可在提供的光盘中找到。对相应文档的更新在 Microchip 的网站上提供。请在研究每个项目时参考这些文档。

注： 请参见第 1.7 节“PICDEM™ 机电一体化的设置”以获取如何在着手前将演示板设置为“初始”状态的说明。

2.2 在 MPLAB® IDE 中装入项目

这些项目的固件放置在 PICDEM 机电一体化光盘的安装目录中相应的项目文件夹中。如果将光盘安装在默认的目录中，则项目 1 的固件位于：

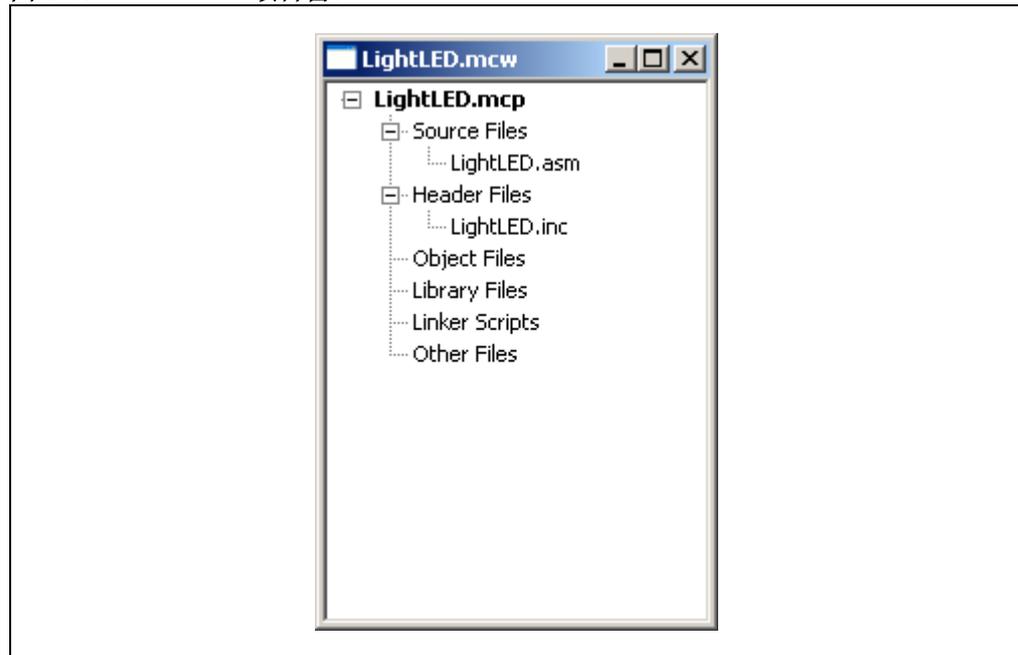
C:\PICDEM Mechatronics\firmware\Project1

打开一个项目

1. 启动 MPLAB IDE。
2. 在菜单栏中，选择 File -> Open Workspace。
3. 找到项目文件夹。
4. 打开 *.mcw 文件。

图 2-1 中显示了项目 1 的项目窗口。

图 2-1: 项目窗口



2.3 示例项目

PIC16F917 项目：

- 项目 1: Hello World (点亮 LED)
- 项目 2: 使用电压比较器的昏暗指示器
- 项目 3: 使用模数转换器的温度计
- 项目 4: 使用 Timer1 的数字时钟
- 项目 5: 使用光学编码器反馈进行直流有刷电机的转速控制
- 项目 6: 使用 BEMF 反馈进行直流有刷电机的转速控制
- 项目 7: 步进电机控制：单步、半步和微步驱动
- 项目 8: 使用 USART 的 PC 接口

PIC16F690 项目：

- 项目 9: 使用 ECCP 进行直流有刷电机控制

2.3.1 项目 1: Hello World (点亮 LED)

当学习一种新的计算机语言时，第一节练习课通常是教用户如何在屏幕上打印“Hello World”。我们也照此传统，将使您的 PICDEM 机电一体化演示板最适合单片机的方式说“Hello World”——点亮 LED。

目标

1. 使用 PIC16F917 读取触摸式开关的输入。
2. 实现开关防抖动功能。
3. 当按下开关时切换 LED。

相关技术文档

PICkit 1™ Flash Starter Kit User's Guide (DS40051): 练习 2

跳线配置

- RD7 (J10) 到 D0 (J14)
- RA0 (J13) 到 SW2 (J4)

图 2-2: 项目 1: 跳线图

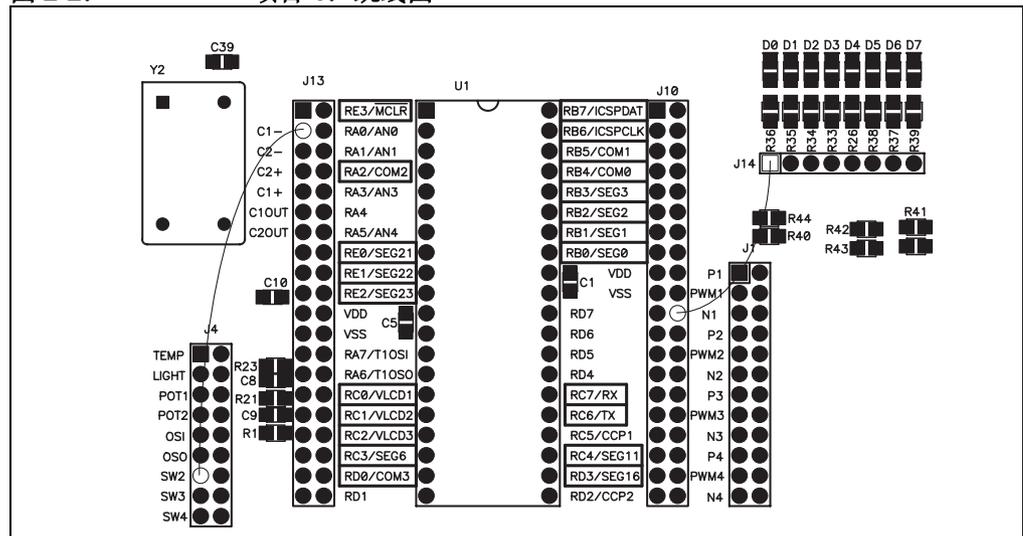
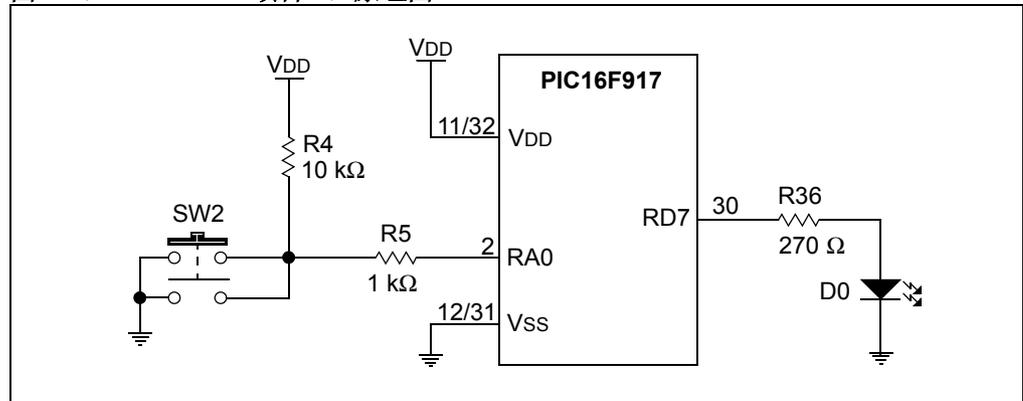


图 2-3: 项目 1: 原理图



说明

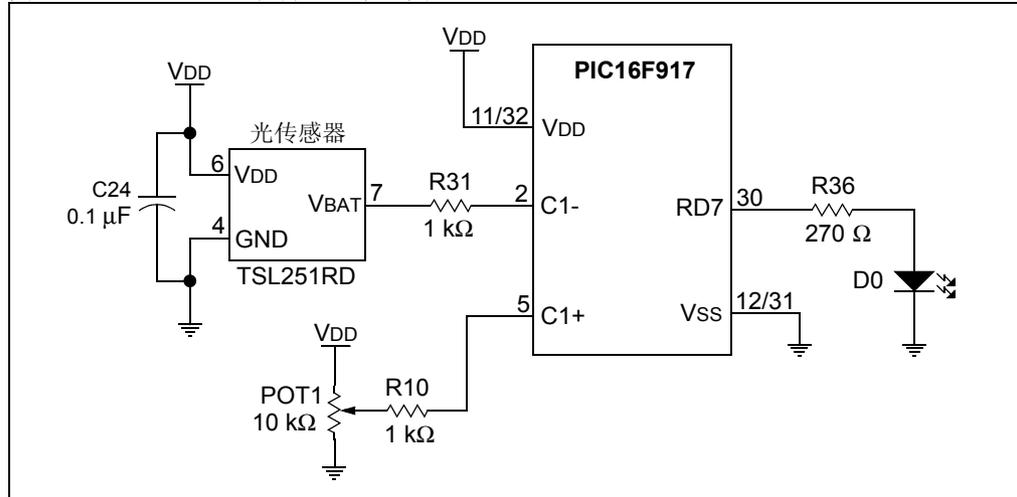
按 SW2 可以将 LED（D0）在开关之间切换。

讨论

设置开关防抖动是为了确保开关中的机械震动不会被误解为多次按下按钮。防抖动也确保了每按一次按钮只执行一个功能。在这个项目中，该功能是切换 LED。

注： 请参见第 2.2 节“在 MPLAB® IDE 中装入项目”查看该项目及所有后续项目的源文件位置。

图 2-5: 项目 2: 原理图



说明

为光传感器提供光源并将电位器 1 设置为所需的跳变点。遮住光源，LED1 应点亮。试着改变跳变点和遮住进入传感器的进光量。将您的手缓慢地在传感器前面移动，并注意 LED 不会闪烁。这演示了软件回滞如何防止比较器输出在跳变点附近跳变。

讨论

由于比较器可以向用户提供多功能且成本较低，在许多 PIC 单片机中都使用比较器。正如您所看到的，比较器是一种较易于使用的外设。请参见工具包的光盘中包含的“Comparator Tips ‘n Tricks”小册子，以了解比较器的更多信息。

说明

LCD 以摄氏度显示温度读数。对温度传感器哈气增温或引入另一个热源。显示的温度应上升。将跳线从温度传感器移到电位器（J4 上的 POT1）。移动电位器以查看温度转换的整个范围。

讨论

该项目向您介绍了模数转换器模块的使用。在需要温度检测的应用中使用 PICmicro® 单片机的最大优点是该单片机可以用于自动校准温度传感器（针对变化的供电电压和部件本身的工艺差异）。这使厂商可节省宝贵的出厂校准时间，而这个时间是传统温度检测技术所必需的。

将 LCD 功能引入本项目以在提供的 LCD 上显示数据。请花时间阅读一下附录 B “LCD 段映射工作表” 中的 LCD 工作表。这与 PIC16F91X 数据表中的工作表相同，只是它已经填入 PICDEM 机电一体化原理图中的信息（见附录 A “硬件原理图” 查看该原理图）。在本项目提供的 LCD 源代码中，您可以看到此工作表中的信息已经转换为每个段的 #define 语句。

2.3.4 项目 4: 使用 Timer1 的数字时钟

许多带有 LCD 的电器在不使用时都会显示一个时钟读数。在此项目中，Timer1 用于在 LCD 上创建实时的时钟读数。

目标

1. 配置 PIC16F917 将 32.768 kHz 晶振用于时钟 Timer1。
2. 将 Timer1 转换为秒、分和时。

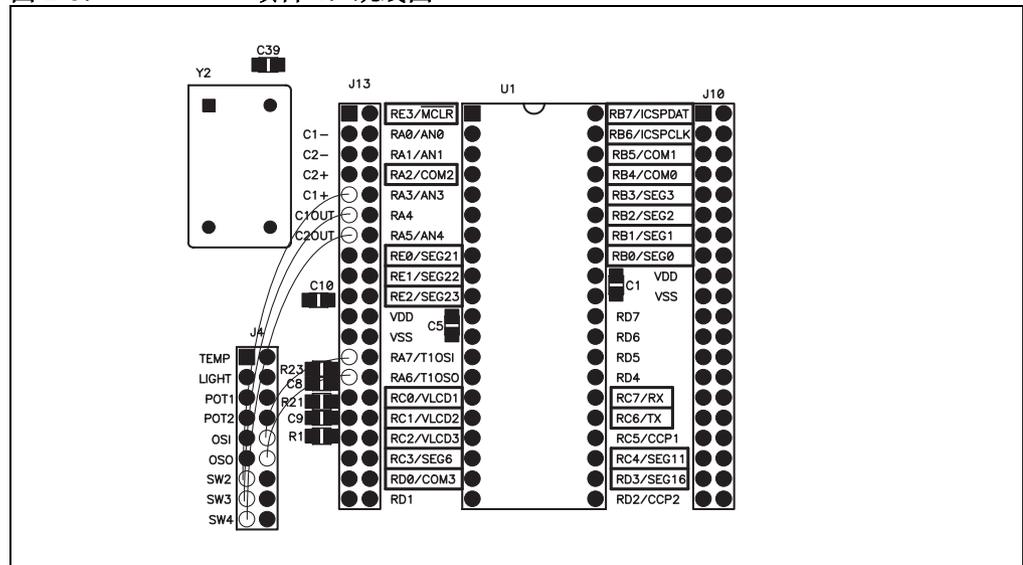
相关技术文档

Clock Design Using Low Power/Cost Techniques Application Note, AN615 (DS00615)

跳线配置

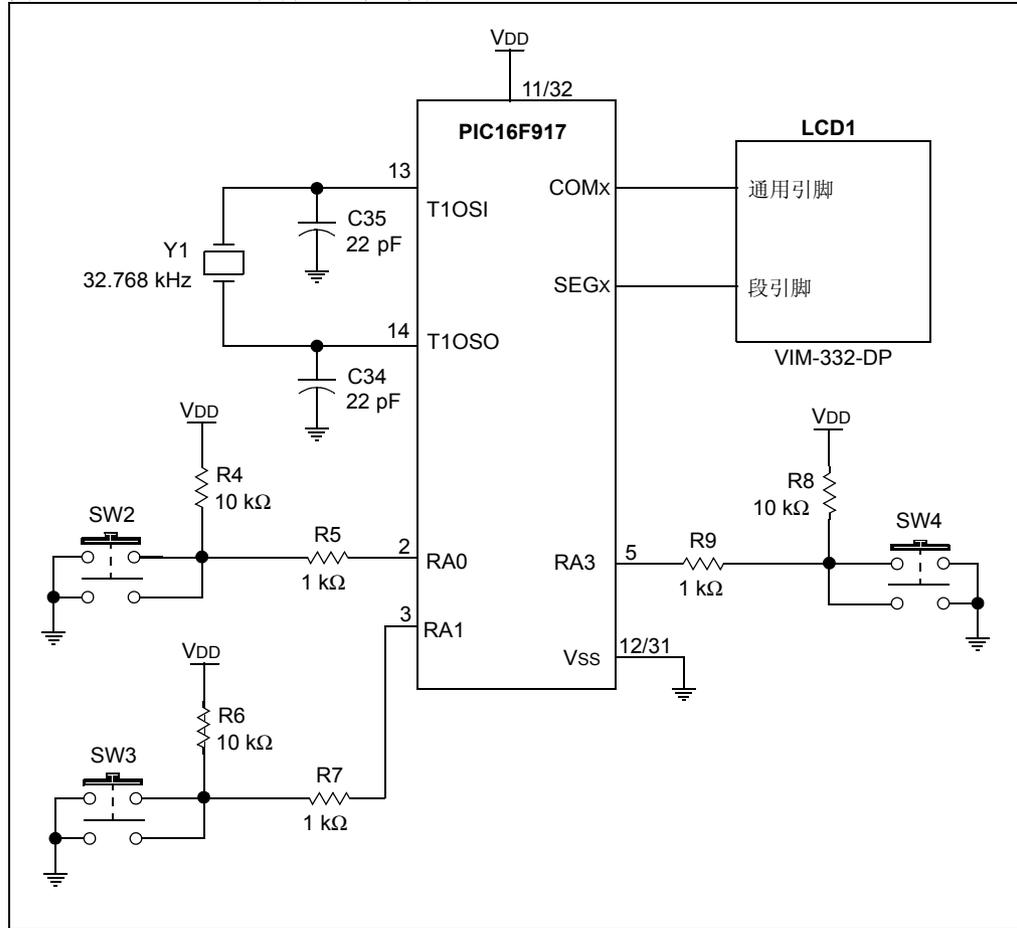
- T1OSI (J13) 到 OSI (J4) ——请参见注。
- T1OSO (J13) 到 OSO (J4) ——请参见注。
- RA3 (J13) 到 SW2 (J4)
- RA4 (J12) 到 SW3 (J4)
- RA5 (J13) 到 SW4 (J4)

图 2-8: 项目 4: 跳线图



注: 晶振电路对于噪声和杂散电容非常敏感。通常，晶振和单片机之间的走线应尽可能短。PICDEM 机电一体化演示板不使用好的设计做法是为了使您可以使用引脚 RA7 和 RA6 执行其他功能。

图 2-9: 项目 4: 原理图



说明

使用开关 2 设置小时，使用开关 3 设置分钟。按下并按住任一开关都将会快速增加小时或分钟。按下开关 4 在显示时间（时和分）与显示秒之间切换。

讨论

使用 32.768 kHz 晶振的目的在于创建时钟显示不必再进行猜测。您可以得出此频率为 2^{15} kHz。这使得在单片机的二进制范围中将时钟脉冲转换为秒非常容易。Timer1 中的 bit 15 改变一次，时间就过去一秒。使用晶振是因为 RC 振荡器在若干天后，误差会超过可接受范围。

2.3.5 项目 5：使用光学编码器反馈进行直流有刷电机的转速控制

在许多机电一体化应用中都需要电机控制，从电动窗到洗衣机周期控制。该项目将演示直流有刷电机的转速控制。直流有刷电机控制是简单的，因为各绕组的电换相或顺序变化是由电机的电刷自动完成的。在此项目中，捕捉比较 PWM（CCP）模块将用于 PWM 模式以产生直流有刷电机的驱动信号。Timer1 将测量来自演示板上的光断续器的速度反馈。当光穿过编码器磁盘的空隙时，光断续器电路生成一个高电平信号。通过测量脉冲之间的间隔时间，可以确定电机的速度。实际应用示例包括风扇或硬盘驱动器的精确速度控制。

目标

1. 配置 CCP 模块以生成 PWM 信号。
2. 使用 PWM 信号改变直流有刷电机的转速。
3. 配置 Timer1 以将光断续器用作其时钟源。

相关技术文档

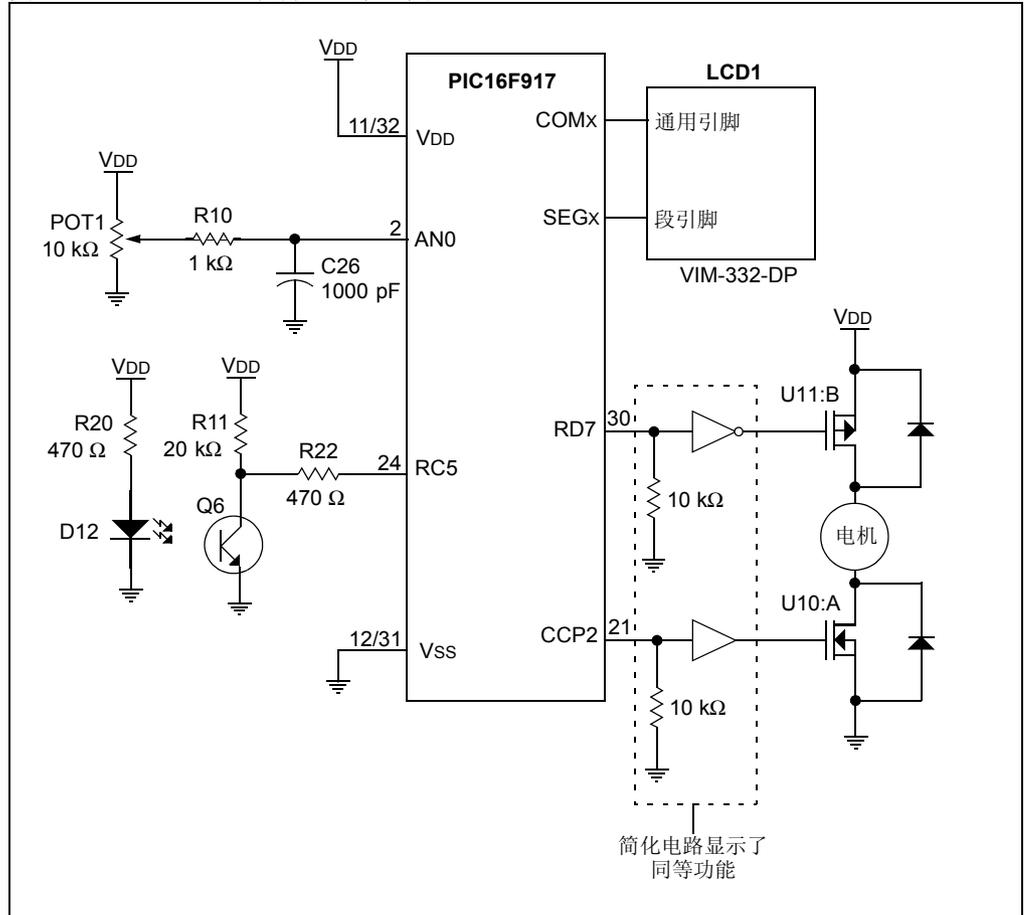
Brushed DC Motor Fundamentals Application Note, AN905 (DS00905)

Low-Cost Bidirectional Brushed DC Motor Control Using the PIC16F684 Application Note, AN893 (DS00893)

跳线配置

- RD7 (J10) 到 P1 (J1)
- CCP2 (J10) 到 N2 (J1)
- AN0 (J13) 到 POT1 (J4)
- RC5 (J10) 到光断续器 (J7)
- 将电机引脚连接到 DRIVE1 (P9) 和 DRIVE2 (P10)。
- J2 和 J3 应未经组装 (没有分流器)。
- 用分流器连接 JP8 上的右引脚和中间引脚。

图 2-11: 项目 5: 原理图



说明

使用 POT1 调整电机的转速。逆时针旋转电位器以降低速度，顺时针旋转以提高速度。将 LCD 显示数值乘以 1000 以获得 RPM 转速。

讨论

CCP 模块以 8 位分辨率工作时，可以按 31.2 kHz 的频率输出 PWM 信号。这个频率足够高，使电机的蜂鸣超出人类可以听到的频率。这在电机可能以低速旋转的应用中尤其重要。

使用光学传感器从电机收集反馈是许多机电一体化系统不可或缺的一部分。一些系统需要在负载变化的情况下保持速度不变。光学编码器类似于在这个项目中使用的光断续器电路。区别是光学编码器使用多个光学传感器（最多 4 个）用以推断速度和转轴位置。

注： 光断续器电路易受到外部红外线光源（即白炽灯光和阳光等）的干扰。可能需要遮盖住光学传感器以获得准确的读数。

2.3.6 项目 6：使用 BEMF 反馈进行直流有刷电机的转速控制

项目 5 使用光学编码器提供电机速度反馈。在此项目中，将探讨速度测量的另一种形式，反电动势（BEMF）。您可能明白当用手转动直流有刷电机时，它将在其引脚处产生电压，这时用作发电机。当正在驱动一个直流有刷电机，然后断开驱动电压一小段时间，电机惯性产生的电压将与其速度成比例。此电压即为 BEMF。

目标

1. 使用板载模数转换器有效读取 BEMF。
2. 将 BEMF 转换成电机的转速。

相关技术文档

Low-Cost Bidirectional Brushed DC Motor Control Using the PIC16F684 Application Note, AN893 (DS00893)

跳线配置

- RD7 (J10) 到 P1 (J1)
- CCP2 (J10) 到 N2 (J1)
- AN0 (J13) 到 POT1 (J4)
- AN1 (J13) 到 BACK EMF (J16)
- 将电机引脚连接到 DRIVE1 (P9) 和 DRIVE2 (P10)。
- J2 和 J3 应未经组装。
- 使用分流器连接 JP8 上的右侧引脚和中间引脚。

图 2-12: 项目 6: 跳线图

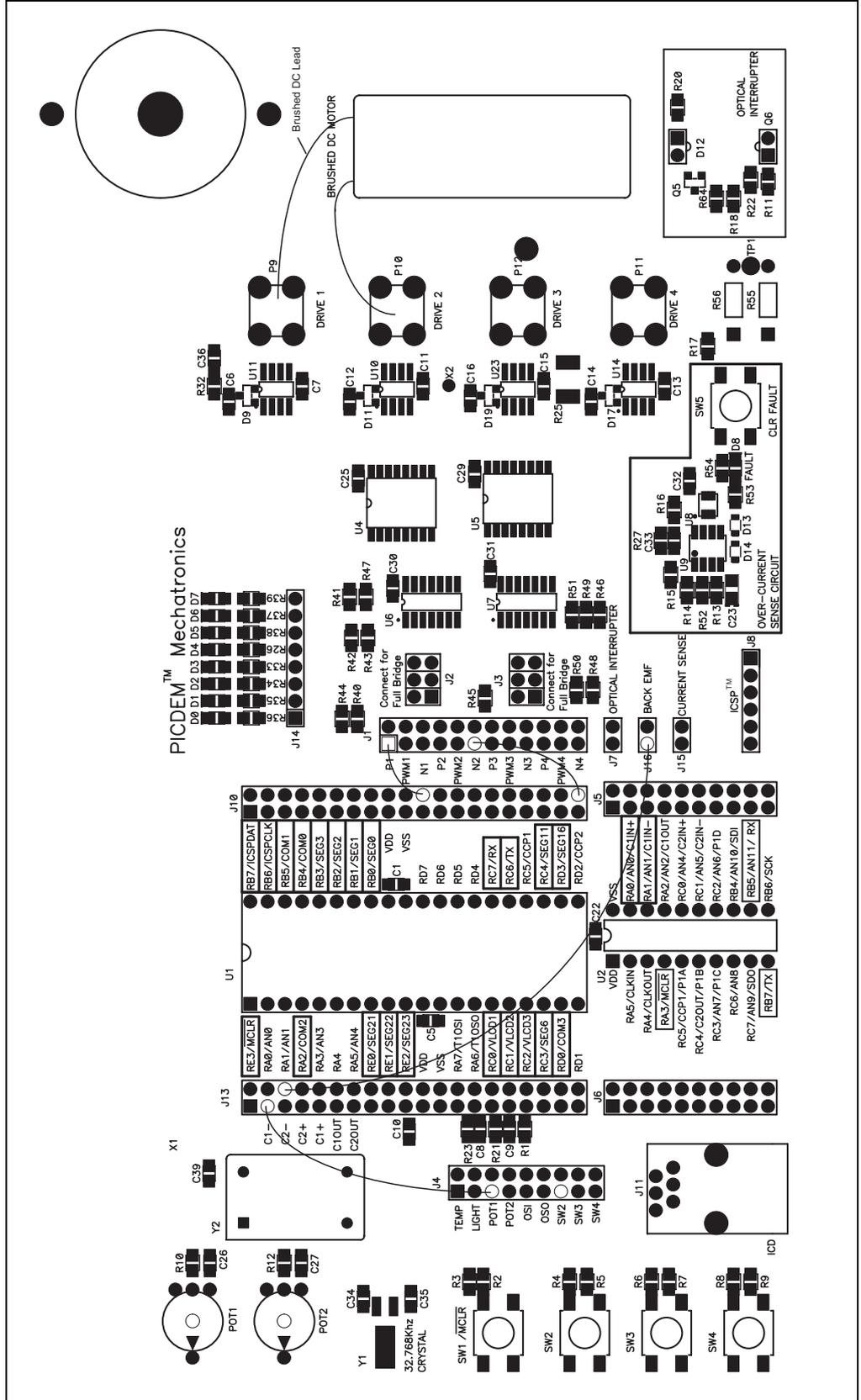
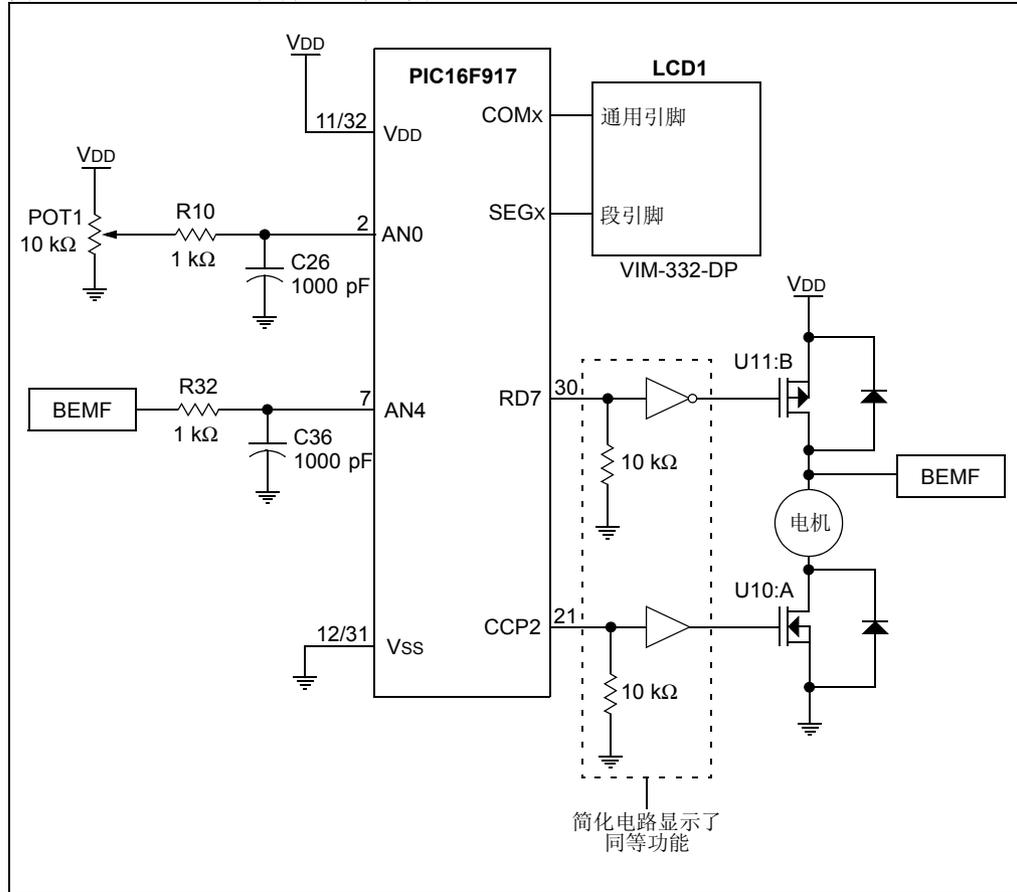


图 2-13: 项目 6: 原理图



说明

POT1 调整电机的转速。将 POT1 设置为 100% 以全速运行电机。LCD 上显示的转速应与项目 5 中显示的转速相近。下一步，将 POT1 设置为 50% 以半速运行电机并再次进行比较。

注： 不同的电机有不同的转速特点。编写本手册时使用的电机可能与您得到的 PICDEM 机电一体化演示板随附的电机不同。请验证光盘上包含的电机数据手册与演示板上的电机是否匹配。如果不同，请至 [Microchip](http://www.microchip.com) 网站获取对该项目的更新。

讨论

BEMF 通常不如光学编码器的速度反馈准确。但是，在许多应用中，不一定需要非常高的精度，而且测量 BEMF 比任何其他速度反馈机制都更经济。

2.3.7 项目 7：步进电机控制：单步、半步和微步驱动

此项目说明了驱动双极步进电机的各种方式。有若干方式可以驱动步进电机，最基本的一种是单步，即以单步增量转动电机。如果电机指定为每步 7.5 度的电机，则单步转动该电机将使其转轴以每步 7.5 度转动。半步转动该电机将使其转过 3.75 度。

步进电机的转矩和电流线性相关。因此，如果在线圈上施以两个正弦曲线电流，彼此之间有 90 度的相位偏移，则步进电机转动时转矩为常量。这会使转轴很平滑地旋转。以这种形式向线圈施以电流称为正一余弦微步驱动。

目标

1. 单步电机。
2. 半步电机。
3. 微步电机。

相关技术文档

Stepping Motor Fundamentals Application Note, AN907 (DS00907)

Stepper Motor Control Using the PIC16F684 Application Note, AN906 (DS00906)

跳线配置

- AN0 (J13) 到 POT1 (J4)
- RA4 (J13) 到 SW2 (J4)
- RD7 (J10) 到 P1 (J1)
- RD6 (J10) 到 P2 (J1)
- RD5 (J10) 到 P3 (J1)
- RD4 (J10) 到 P4 (J1)
- CCP1 (J10) 到 PWM1 (J1)
- CCP2 (J10) 到 PWM3 (J1)
- 将三个分流器 (2 引脚跳线帽) 垂直放在 J2 (标记为“全桥连接”) 处。
- 将三个分流器 (2 引脚跳线帽) 垂直放在 J3 (标记为“全桥连接”) 处。
- 将步进电机的**棕色**引脚连至驱动引脚 1 (P9)。
- 将步进电机的**橙色**引脚连至驱动引脚 2 (P10)。
- 将步进电机的**红色**引脚连至驱动引脚 3 (P12)。
- 将步进电机的**黄色**引脚连至驱动引脚 4 (P11)。
- 使用分流器连接 JP8 上的右侧引脚和中间引脚。

图 2-14: 项目 7: 跳线图

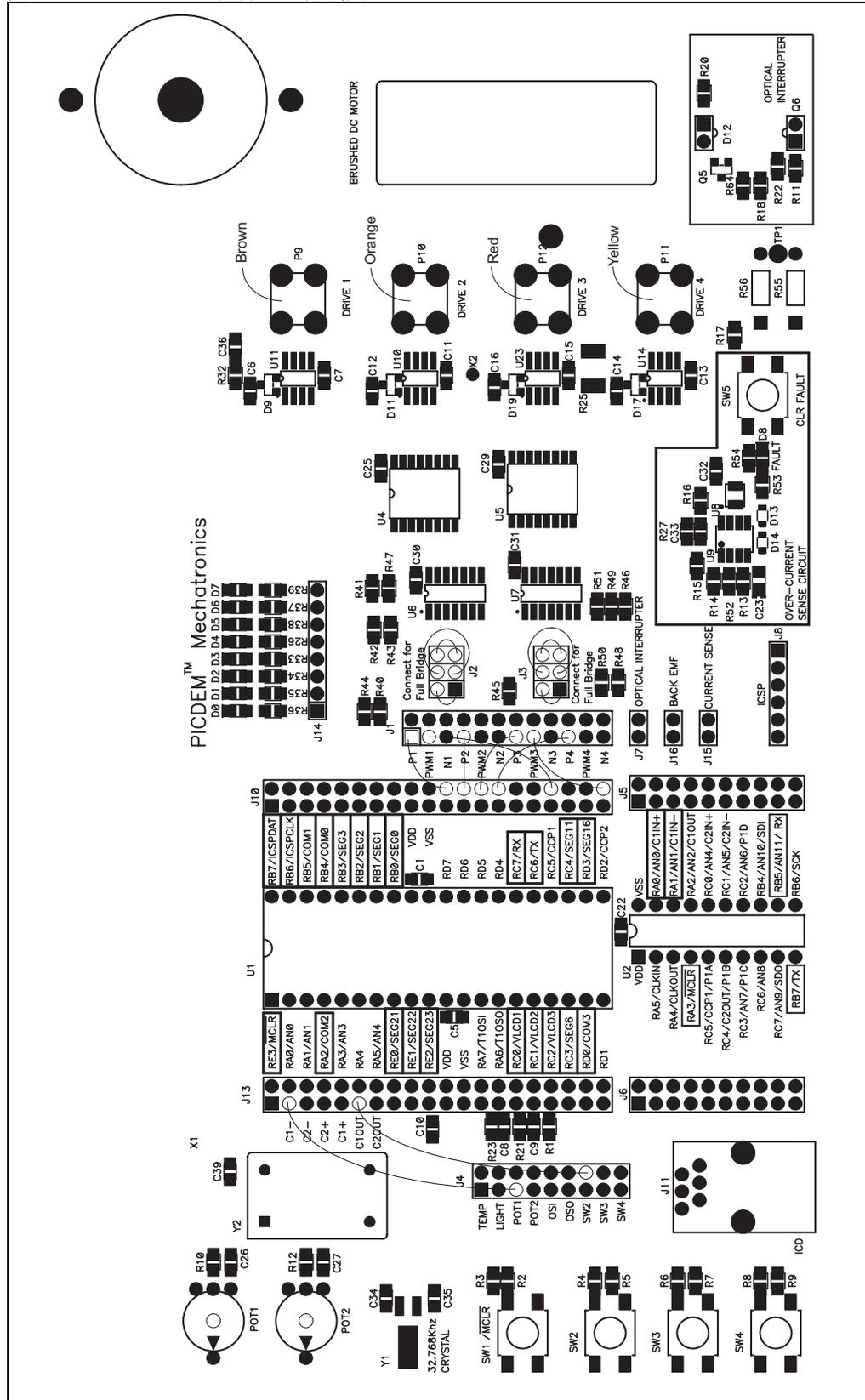
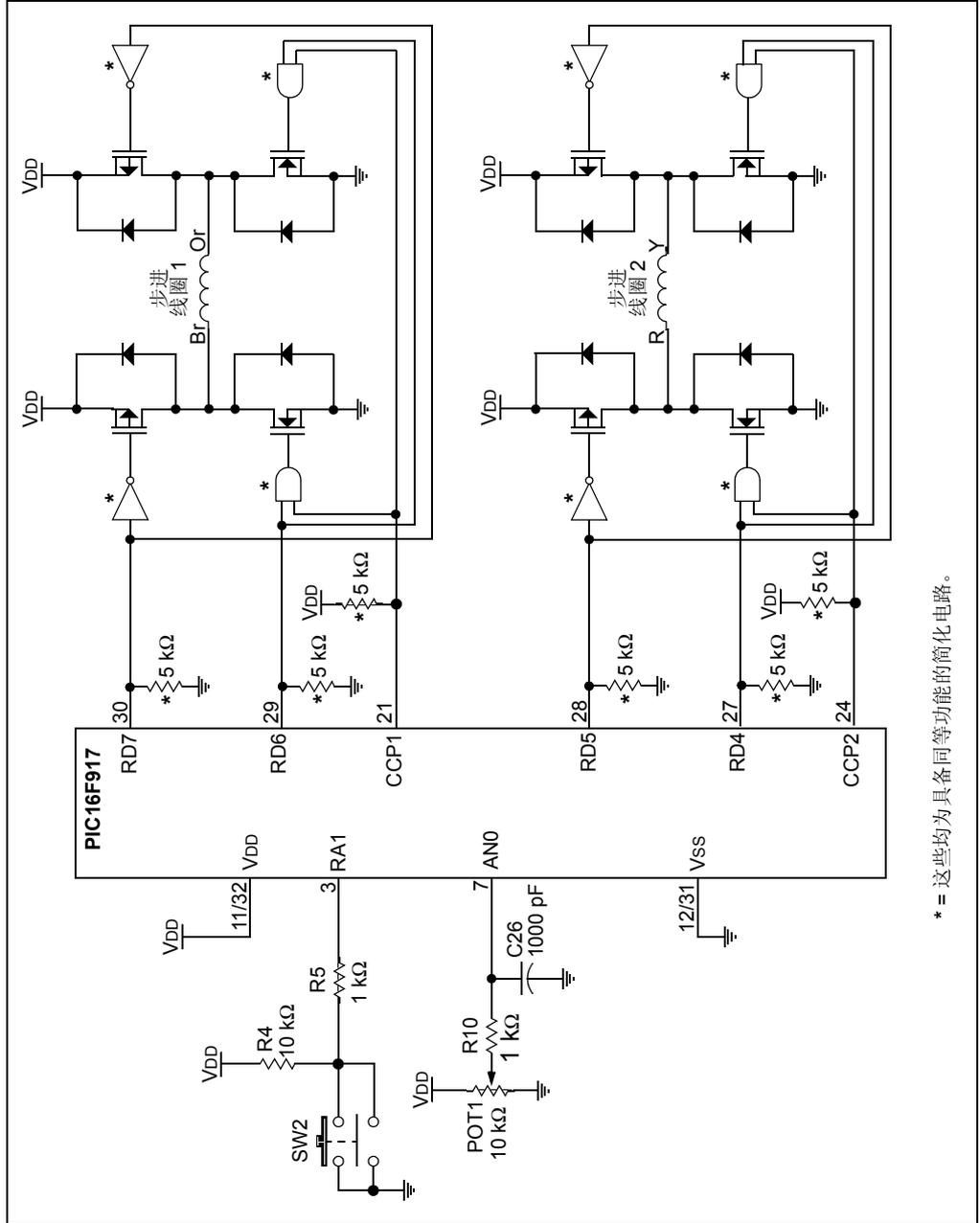


图 2-15: 项目 7: 原理图



说明

调整 POT1 会改变电机的转速。按 SW2 在单步、半步和微步模式之间切换。在低速情况下，电机在以单步和半步模式驱动时会很明显。在这两种模式下转动都将非常不顺畅，尽管在半步模式下程度较弱。在微步模式中，转动不顺畅的情况应基本消除。

讨论

步进电机被用于许多定位应用中。例如，喷墨打印机和小型 CNC 机器都采用步进电机。步进电机对于这些应用非常理想，因为只要它们不过载，步进电机移动的距离始终可知。步进电机也是无刷的，这使它们比有刷电机更可靠。最后，步进电机对于启动和停止的响应性很强，低速时可产生最高的转矩。

半步驱动用于提供比额定步进分辨率高两倍的步进电机。但是，需要注意的是，步进电机在额定情况下通常不会同时为一个以上线圈通电。因此，如果两个线圈都以电机的额定电压通电，电机将发热。为了抵消发热，当两个线圈同时通电时，到每个线圈的平均电流应是额定电流的 0.707 倍。

与单步和半步相比，微步驱动有几种优点。第一，转矩在每步之间相对恒定。这使电机旋转更平滑并且转轴振动较小。第二，可达到更高的步进分辨率。这意味着可以在通常需要更昂贵、分辨率更高的电机的应用中使用成本较低的电机。最后，电机线圈中的电流得以控制，防止电机在超出其额定电流的情况下运转，因此消除了与半步驱动相关的过热现象。微步驱动的缺点是驱动电路较为复杂。

2.3.8 项目 8：使用 USART 的 PC 接口

使用 PC 上的串行端口通讯是非常有用的工具。应用包含需要连接到 PC 的测试设备或开发期间使用串行端口配置器件的设计。在此项目中，PIC16F917 将使用 USART 从 PC 应用程序接收命令。此项目另一个值得一提的特点是用固件实现了自动波特率程序以与应用程序同步。

目标

1. 使用提供的 PIC[®] MCU 通信器 GUI 操作 PIC16F917 上的 I/O。
2. 了解自动波特率程序可以带来什么。

相关技术文档

Asynchronous Communications with the PICmicro[®] USART Application Note, AN774 (DS00774)

跳线配置

- 确保 JP2 没有跳线或分流器
- RD7 (J10) 到 D0 (J14)
- 在演示板和 PC 之间连接串行线缆

图 2-16: 项目 8: 跳线图

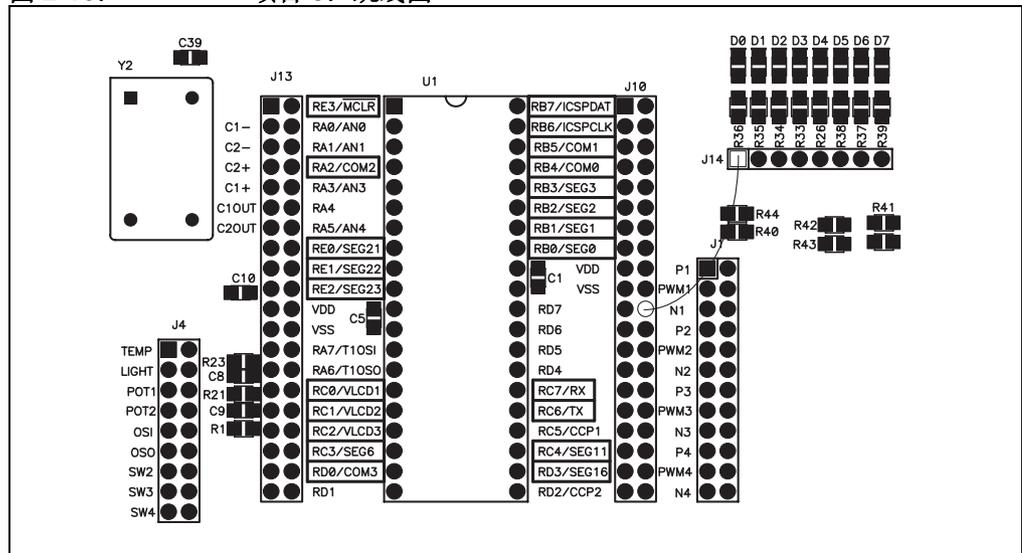
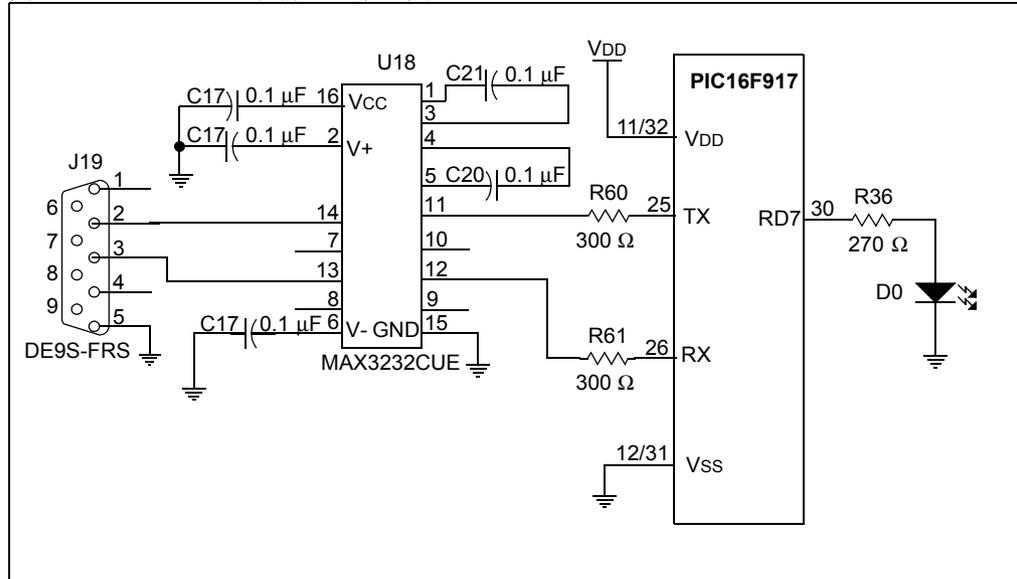


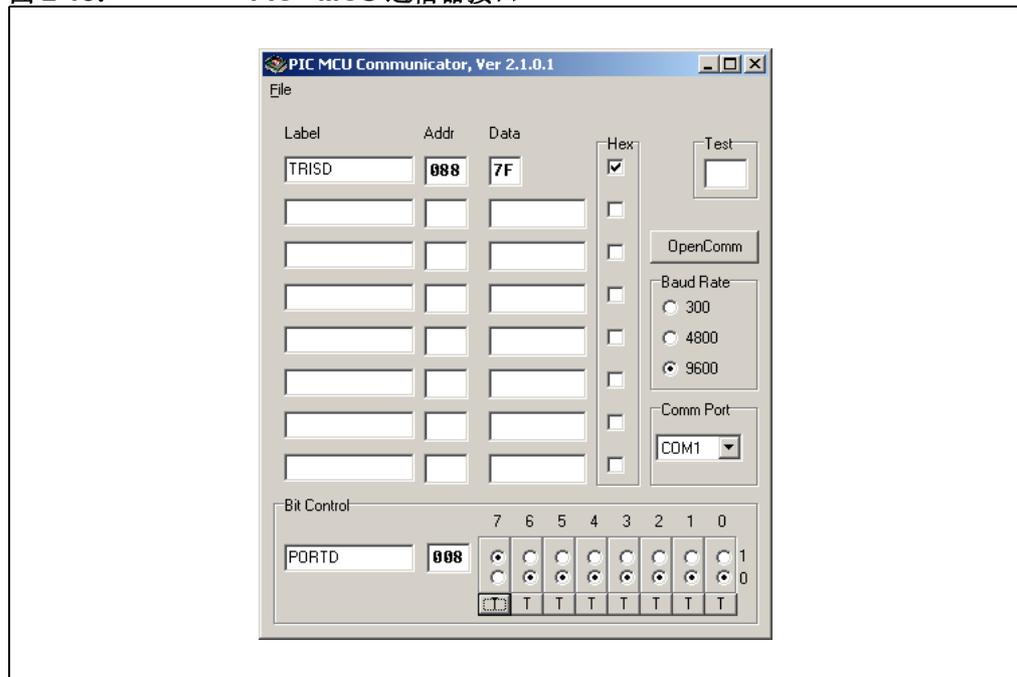
图 2-17: 项目 8: 原理图



说明

在光盘上项目 8 (Project 8) 的 PIC MCU Communicator 文件夹中找到 PIC® MCU 通信器的图形用户界面 (GUI)。选择通讯端口和波特率。然后单击“Open Comm.”。在顶部的“Label”文本字段中输入“TRISD”。在顶部的“Addr”文本字段中输入“088”。选中顶部的“Hex”框。在“Data”字段中输入“7F”。在标注文本字段的标签为“Bit Control”的框中，输入“PORTD”。在“Addr”字段中输入“008”。最后，使用该位下的“T”按钮翻转 bit 7。演示板上的 LED 应在开关之间切换。请参见图 2-18。

图 2-18: PIC® MCU 通信器接口



讨论

该项目的固件实现了 PC 和 PIC16F917 之间的 RS-232 通讯。USART 用于完成此通讯。如果使用晶体振荡器作为 PIC16F917 的时钟源，则不必使用自动波特率。但是，因为 PIC16F917 使用内部 RC 振荡器，因此需要执行自动波特率。自动波特率指的是从 PC 发送出一个已知字符，MCU 测量接收该字符所需要的时间，将该时间转换为位宽，然后相应地为 USART 设置波特率寄存器。这种方法使得 RS-232 通讯在不同单片机和温度变化的情况下不会产生错误。

此项目中包含的 PIC MCU 通信器 GUI 是一个示例 GUI。但它也是一个不错的调试工具。使用该 GUI 实验在单片机上设置其他外设。

2.3.9 项目 9：使用 ECCP 进行直流有刷电机控制

该项目非常类似于项目 5，只是在此项目中使用 PIC16F690 中的增强型捕捉比较 PWM (ECCP) 模块 (见注)。在 PWM 模式中，ECCP 模块有四个输出用于直接驱动 H 桥电路。这使得实现直流有刷电机的双向速度控制成为一项很简单的任务。

注： 要更换单片机，请切断演示板的电源。将 PIC16F917 单片机从 U1 拆下，并在 U2 安装 PIC16F690。将演示板重新接上电源。

目标

1. 配置 ECCP 模块用于全桥模式。
2. 更改电机方向。

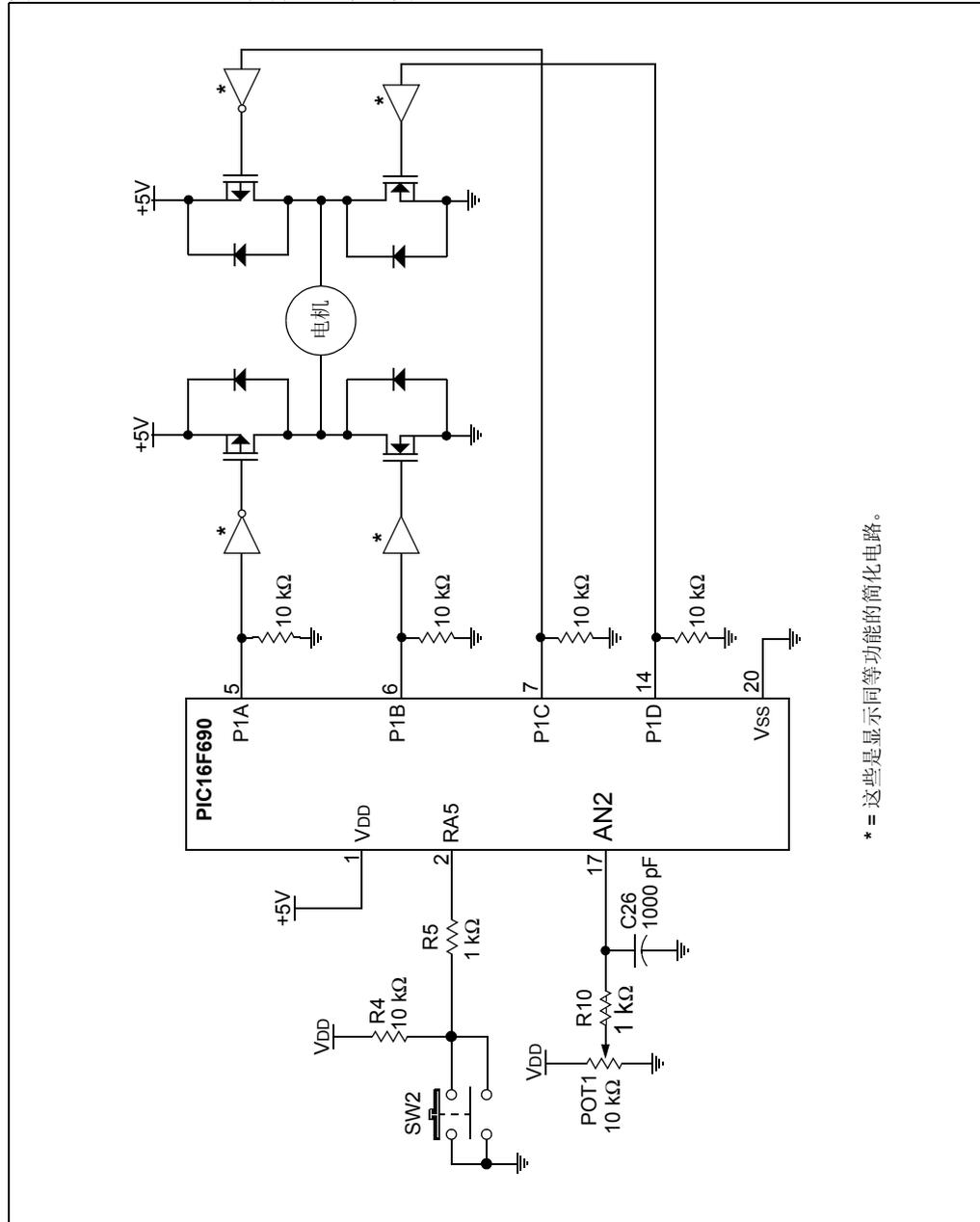
相关技术文档

Low-Cost Bidirectional Brushed DC Motor Control Using the PIC16F684 Application Note, AN893 (DS00893)

跳线配置

- P1A (J6) 到 P1 (J1)
- P1B (J6) 到 N1 (J1)
- P1C (J6) 到 P2 (J1)
- P1D (J5) 到 N2 (J1)
- AN2 (J5) 到 POT1 (J4)
- RA5 (J6) 到 SW2 (J4)
- 确保 J2 中没有分流器 (2 引脚跳线帽)。
- 将直流有刷电机引脚连接到 DRIVE1 (P9) 和 DRIVE2 (P10)。
- 使用分流器连接 JP8 上的右侧引脚和中间引脚。

图 2-20: 项目 9: 原理图



* = 这些是显示同等功能的简化电路。

说明

使用 POT1 调整电机的速度。SW2 在以下四种操作模式之间切换：

- 关闭电机
- 正转
- 关闭电机
- 反转

讨论

用 ECCP 驱动全桥电路是非常理想的。死区延时控制和自动关闭是 ECCP 模块在配置为 PWM 模式时的一些其他功能。死区延时控制允许您控制彼此相关的 MOSFET 在全桥电路中何时被导通和关断。这样做是为了自动控制 MOSFET 的导通和关断时间。自动关闭允许您在关闭事件发生时定义 ECCP 的关闭状态。

注:

第 3 章 疑难解答

3.1 简介

本章介绍与使用 PICDEM™ 机电一体化关联的常见问题以及解决问题的步骤。

3.2 常见问题

3.2.1 VDD 低于 5V

演示板必须使用以下电源之一供电：

- 在接线柱（P20 和 P21）处施加 9-12 VDC 电源
- 在 J9 施加 9-12 VDC 电源
- 9 VDC 电池
- 在 TP2 和 TP3 施加 5 VDC 电源

J9 或接线柱处施加低于 9 VDC 的电源将无法使稳压器（U3）正常运转，导致 VDD 低于 5 VDC。

3.2.2 驱动级没有电压

JP8 上必须有一个 2 引脚分流器将中间引脚连接到 +5 VDC 或 9-12 VDC。这是驱动级的参考电源。如果 FAULT LED（D8）点亮，则驱动级被禁止。按下 **CLR FAULT** 按钮（SW5）使能驱动级。

3.2.3 当按下 SW5 时 FAULT LED 常亮或闪烁

确保电机电流未超过 1.2 安培。在 FAULT LED 再次点亮之前检查 CURRENT SENSE（J15）的电压。电压等于 J15 处的电流，因此，如果电压大于等于 1.2V，则驱动电流过大或可能已短路。

验证电机是正确驱动的。在任何给定驱动器（DRIVE 1、DRIVE 2 等）上的 N 沟道和 P 沟道 MOSFET 不得同时导通。（见注）。

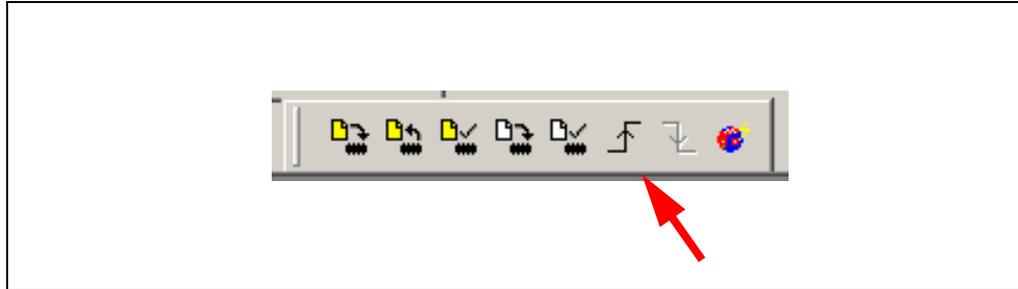
J2 连接 DRIVE 1 和 DRIVE 2 的 MOSFET 控制线，J3 连接 DRIVE 3 和 DRIVE 4 的控制线。如果在 J2 和 J3 上有分流器，则验证其连接是该项目要求的连接而不是前一个设计留下的。

注： 有硬件可以确保给定驱动器上的 N 沟道和 P 沟道 MOSFET 不会同时导通。但是，如果您迅速切换 N 沟道 MOSFET，则两个 MOSFET 可能会同时导通。

3.2.4 单片机在由 ICD 2 编程之后不运行

当使用 ICD 2 作为编程器时，单片机不会运行，除非您将 ICD 2 断开连接或将其从“复位”释放。图 3-1 显示了“从复位释放”按钮。

图 3-1: “从复位释放”按钮



3.2.5 J16 处的 BEMF 悬空

通过检查 FAULT LED 是否熄灭来确定未发生故障。确保直流有刷电机是连接在 DRIVE 1 和 DRIVE 2 之间。为了测量 BEMF，DRIVE 1 必须悬空，DRIVE 2 必须接地（即 Drive 2 的 N 沟道 MOSFET 是唯一导通的 MOSFET）。

3.2.6 当在 U1 和 U2 上都安装了单片机时，演示板不起作用

任何时间都只能将一个单片机安装到演示板上。

3.2.7 光断续器未提供预期反馈

光断续器电路易受外部红外线光源（即白炽灯光和阳光等）的干扰。使用光断续器时，可能需要遮挡阳光或关闭白炽灯。

3.2.8 串行通讯好像未正常进行

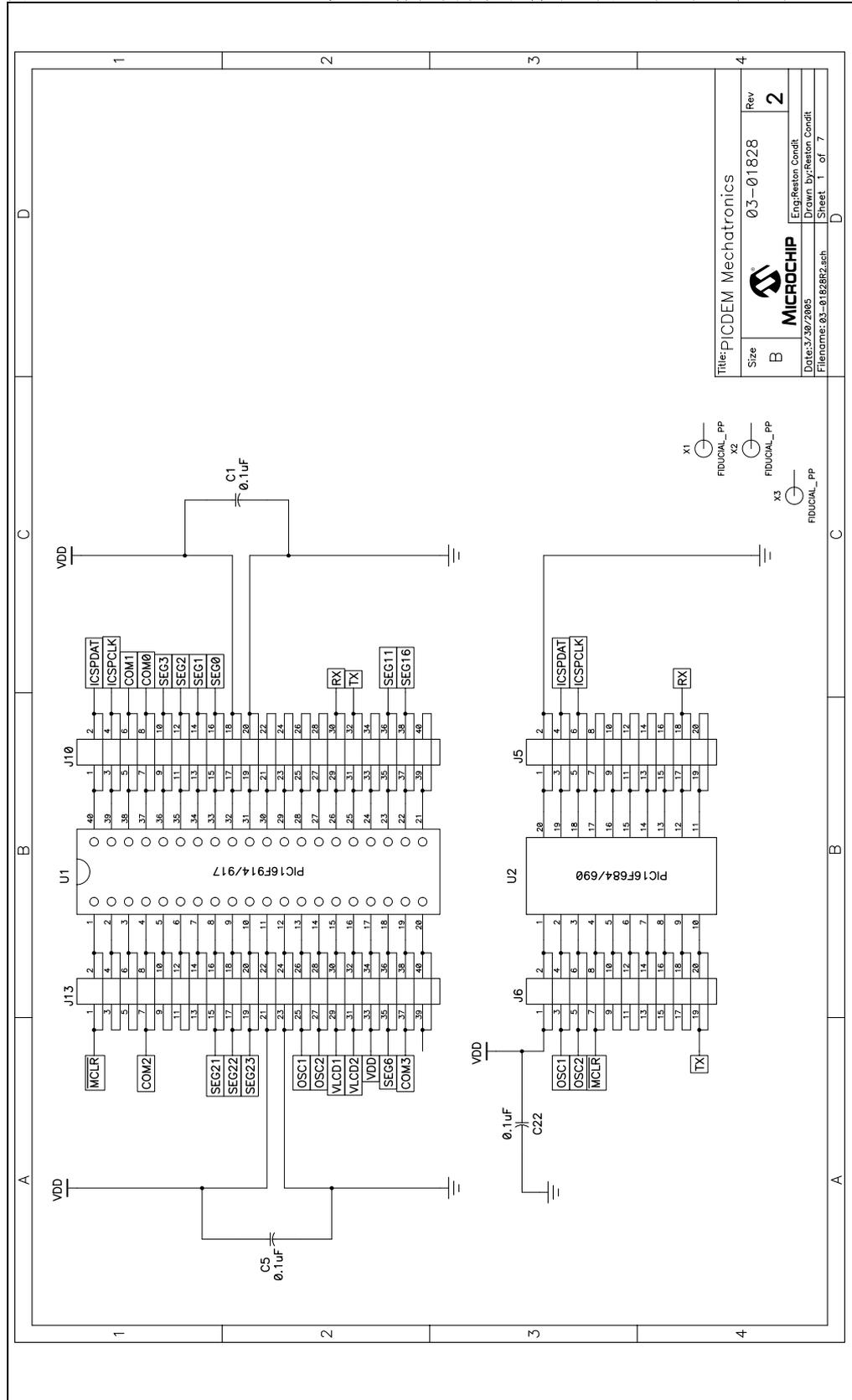
如果在 PIC16F690 或 PIC16F917 上使用 USART，请注意 TX 和 RX 引脚已经连接好了。确保 JP2 上没有分流器。

附录 A 硬件原理图

A.1 简介

本附录包含 PICDEM™ 机电一体化演示板硬件原理图。

图 A-1: PICDEM™ 机电一体化演示板硬件原理图 (第 1 页, 共 7 页)



TITLE: PICDEM Mechatronics
 Size: B
 Part Number: 03-01828
 Rev: 2
 Date: 3/30/2005
 Drawn By: Reeton Condit
 File Name: 03-018282.a5ch
 Sheet 1 of 7
 Eng: Reeton Condit
 MicroCHIP

图 A-2: PICDEM™ 机电一体化演示板硬件原理图 (第 2 页, 共 7 页)

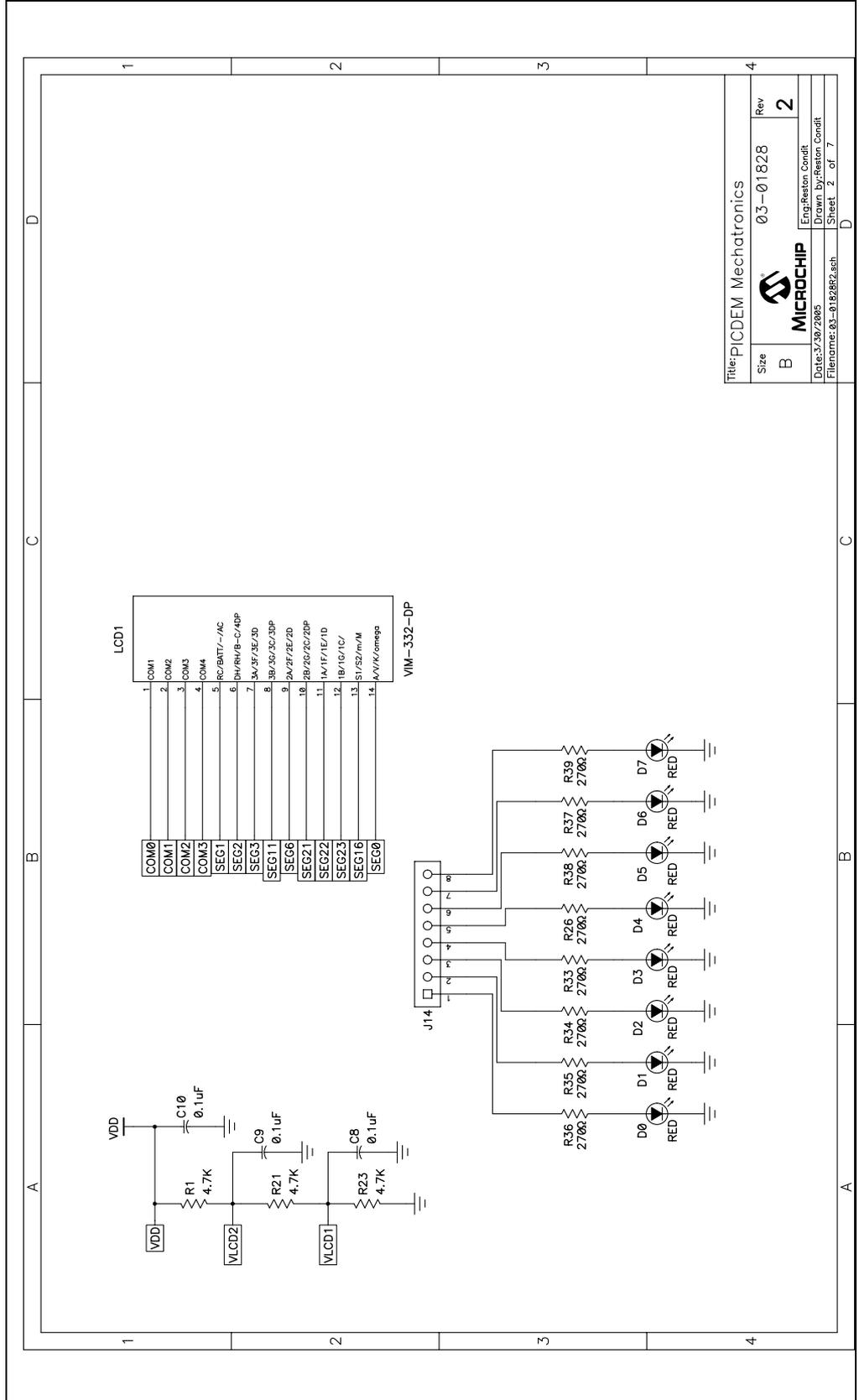


图 A-3: PICDEM™ 机电一体化演示板硬件原理图 (第 3 页, 共 7 页)

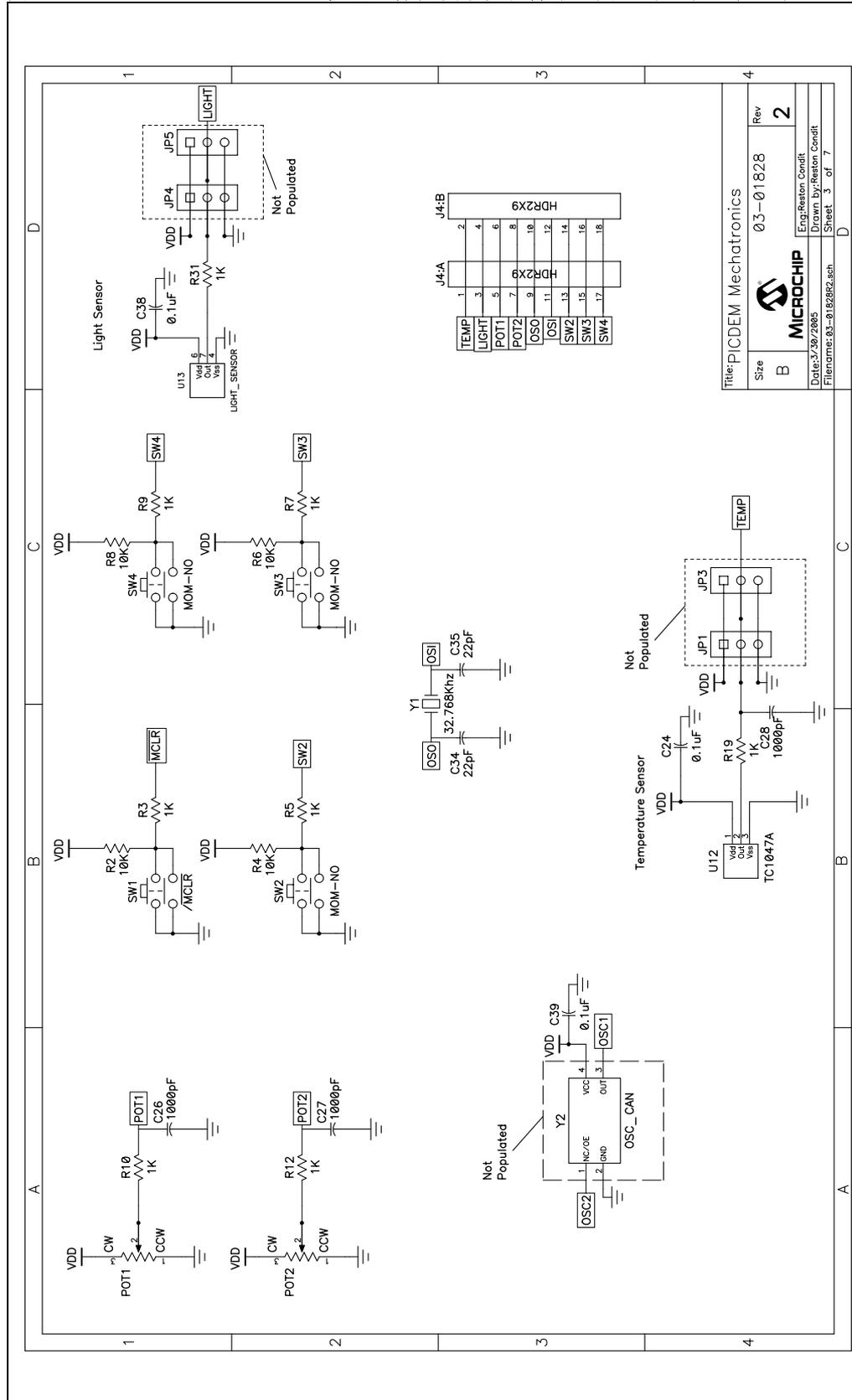
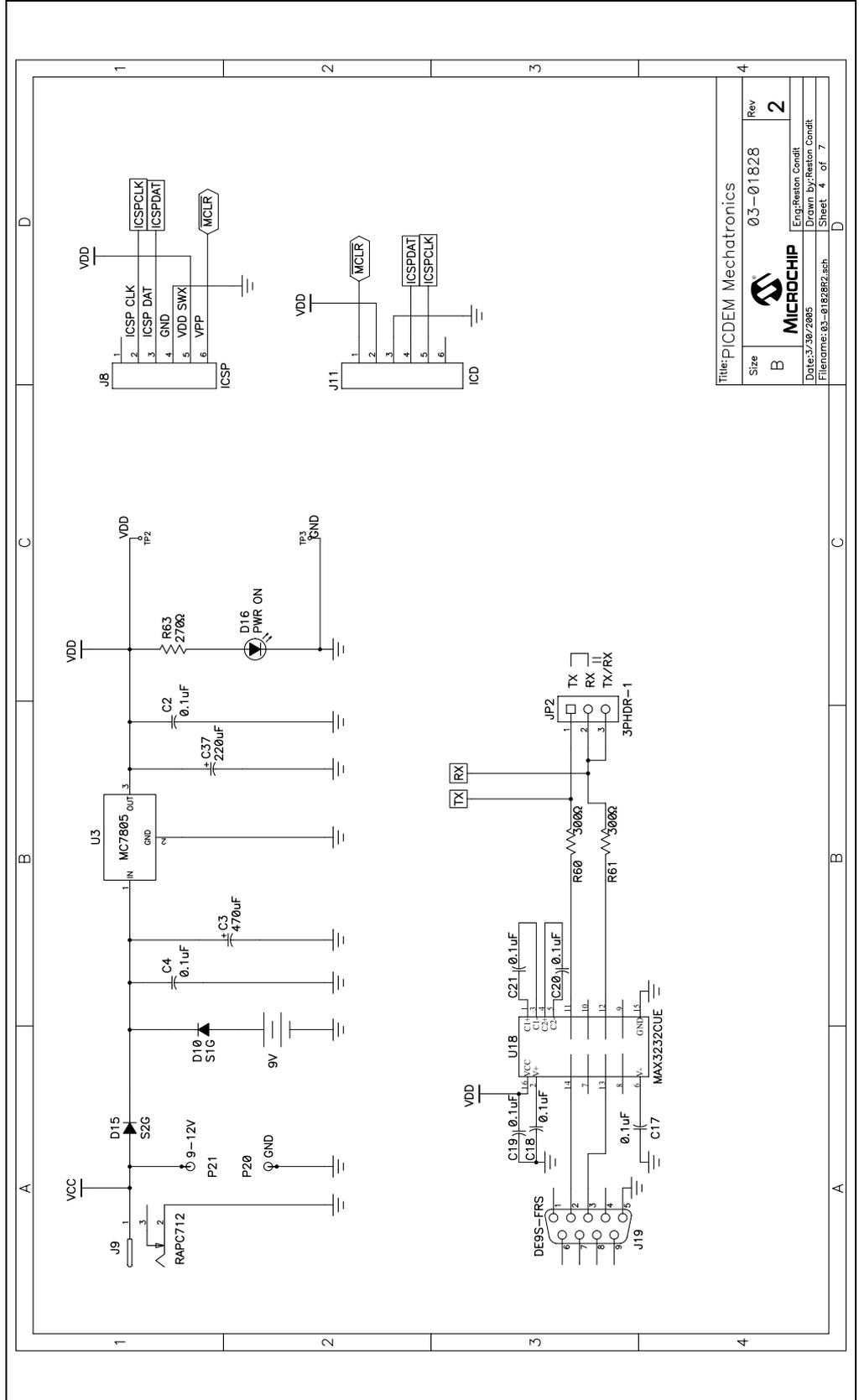
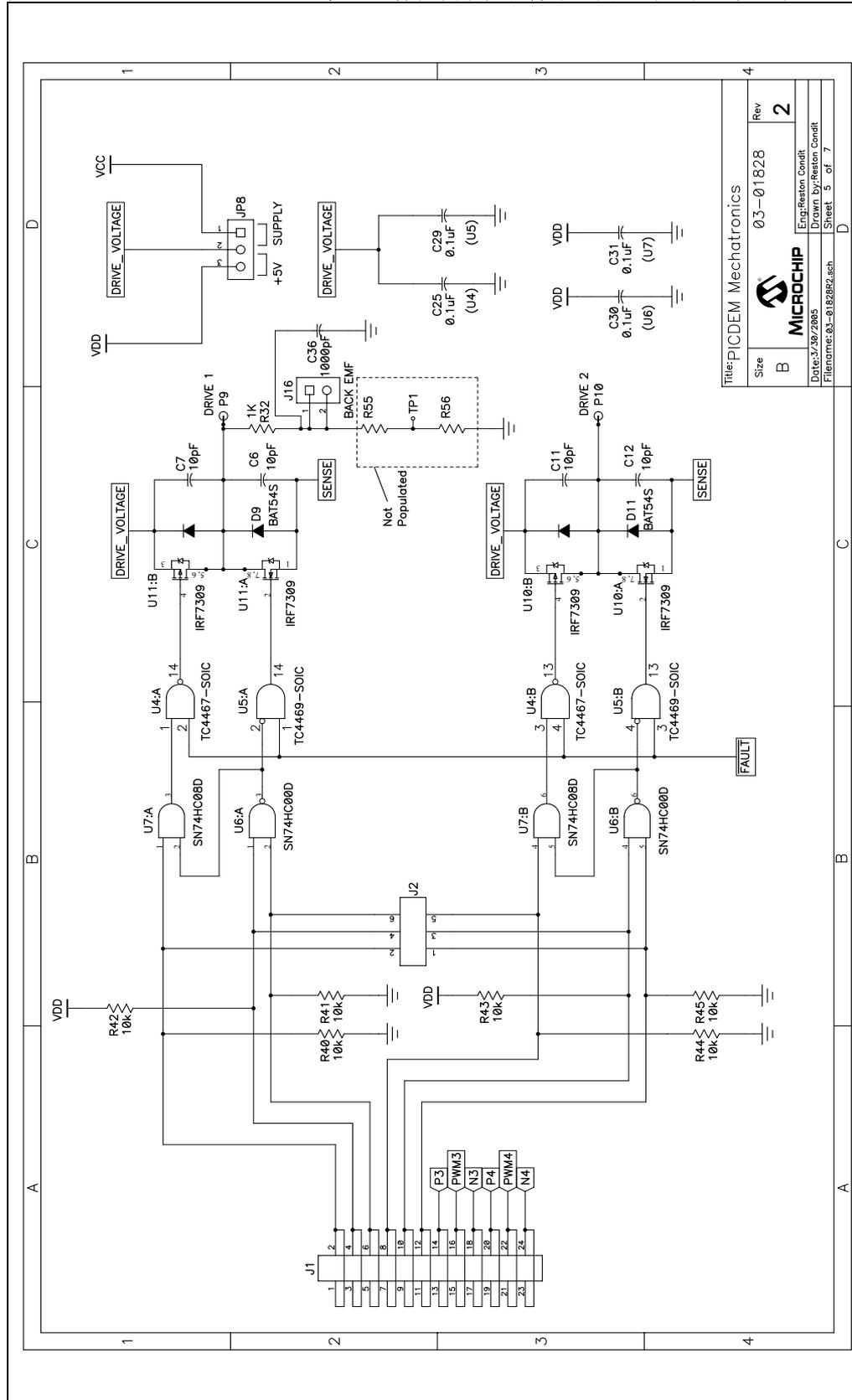


图 A-4: PICDEM™ 机电一体化演示板硬件原理图 (第 4 页, 共 7 页)



Title: PICDEM Mechatronics		Rev	2
Size	B	Ø3-01828	
MICROCHIP			
Date: 3/30/2005			
Drawn By: Reston Condit			
Filename: 03-018282.gsch			
		Sheet	4 of 7

图 A-5: PICDEM™ 机电一体化演示板硬件原理图 (第 5 页, 共 7 页)



Title: PICDEM Mechatronics	
Size	B
Rev	2
Date: 3/26/2005	
Drawn by: Reston Condit	
Sheet 5 of 7	
Filename: 03-018282.sch	

图 A-6: PICDEM™ 机电一体化演示板硬件原理图 (第 6 页, 共 7 页)

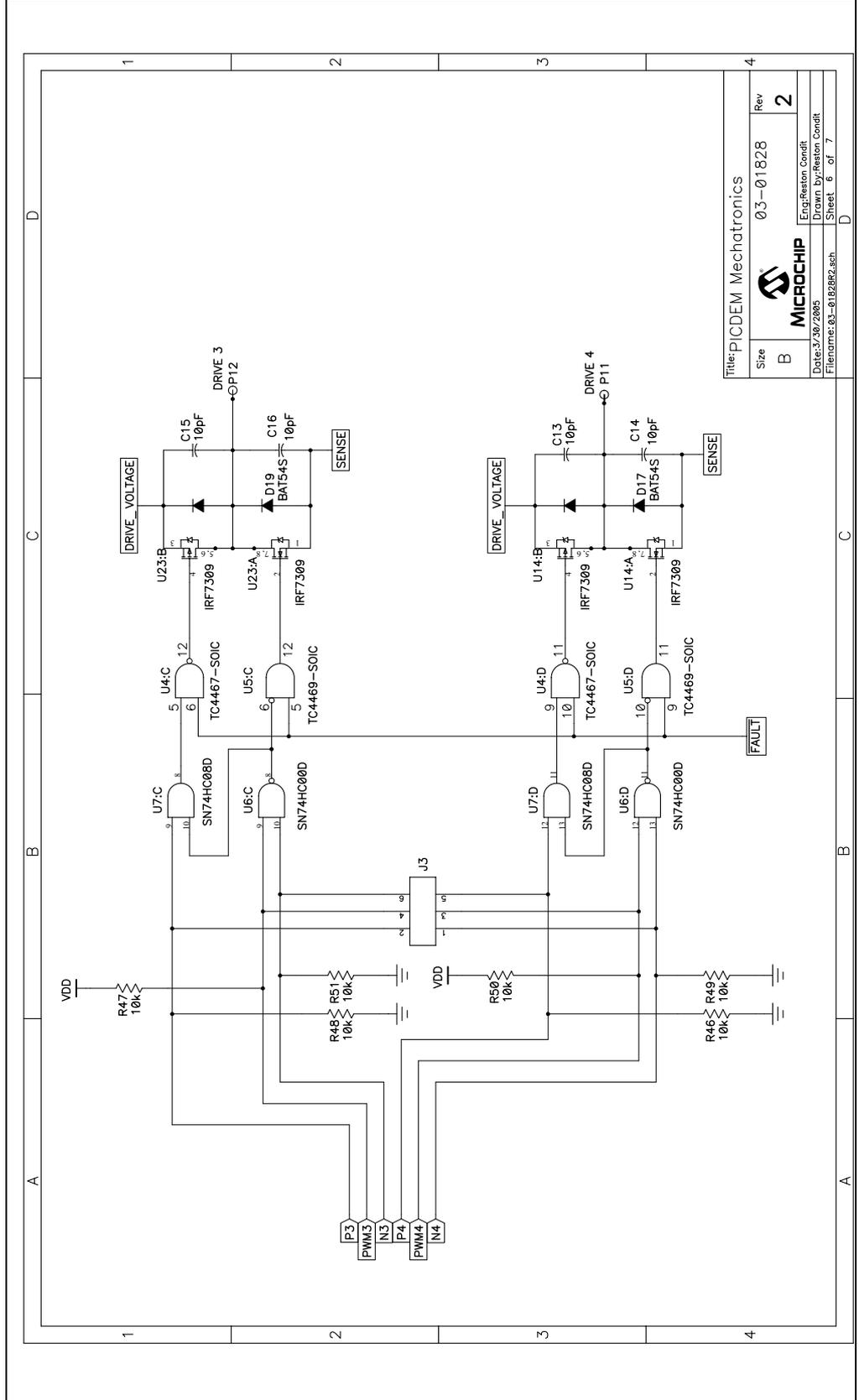
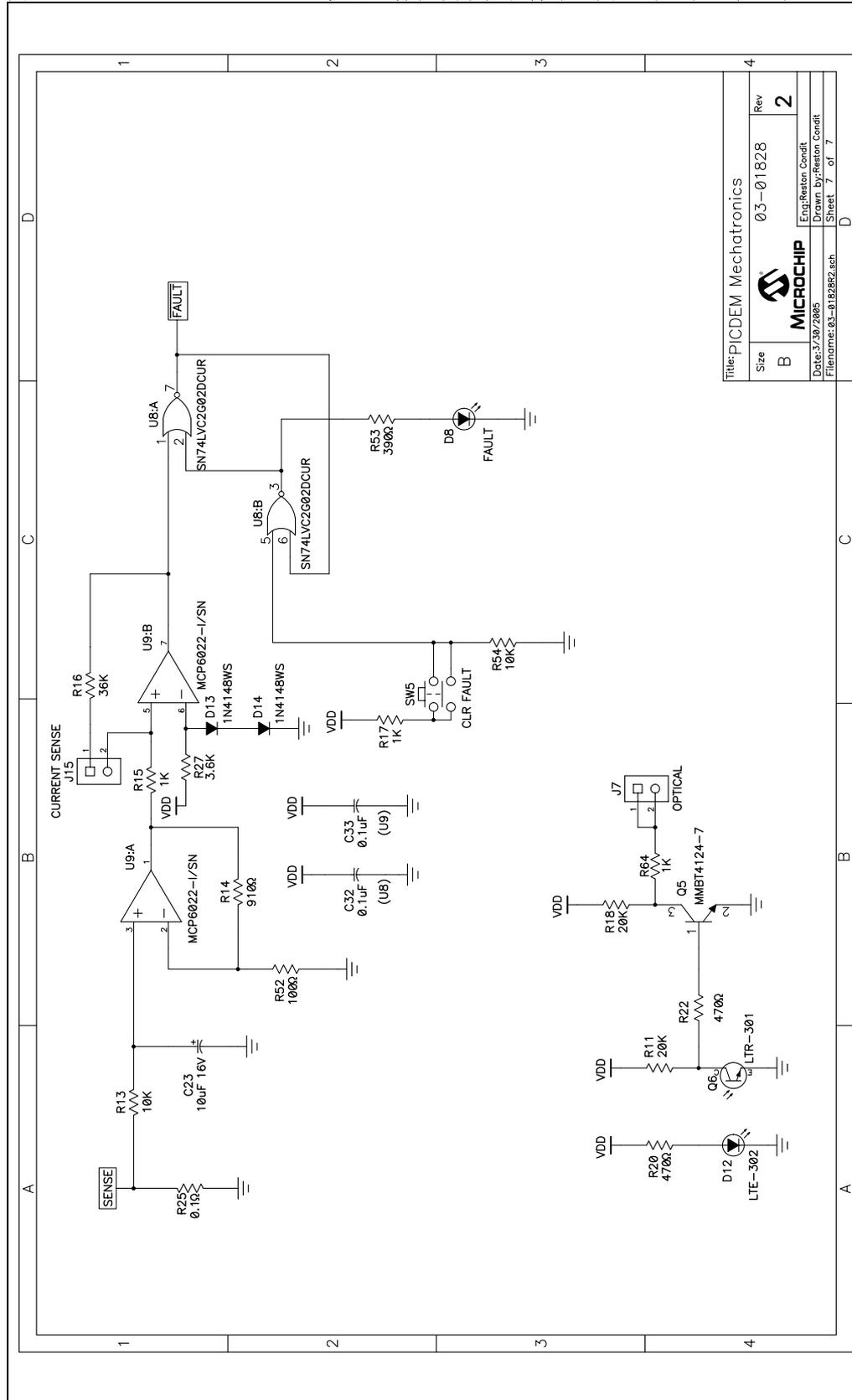


图 A-7: PICDEM™ 机电一体化演示板硬件原理图 (第 7 页, 共 7 页)



Title: PICDEM Mechatronics	
Size: B	Rev: 2
Date: 3/30/2005	Eng: Repton Condit
Filename: 03-018282.sch	Drawn By: Repton Condit
	Sheet 7 of 7

附录 B LCD 段映射工作表

B.1 简介

本附录包含 LCD 段映射工作表。

PICDEM™ 机电一体化演示板用户指南

表 B-1: LCD 段映射工作表

LCD 功能	COM0		COM1		COM2		COM3		引脚编号 28/40 引脚	端口	备选功能
	LCDDATAx 地址	LCD 段	LCDDATAx 地址	LCD 段	LCDDATAx 地址	LCD 段	LCDDATAx 地址	LCD 段			
SEG0	LCDDATA0, 0	A	LCDDATA3, 0	V	LCDDATA6, 0	K	LCDDATA9, 0	W	21/33	RB0	INT
SEG1	LCDDATA0, 1	RC	LCDDATA3, 1	BATT	LCDDATA6, 1	-	LCDDATA9, 1	AC	22/34	RB1	
SEG2	LCDDATA0, 2	DH	LCDDATA3, 2	RH	LCDDATA6, 2	B-C	LCDDATA9, 2	4DP	23/35	RB2	
SEG3	LCDDATA0, 3	3A	LCDDATA3, 3	3F	LCDDATA6, 3	3E	LCDDATA9, 3	3D	24/36	RB3	
SEG4	LCDDATA0, 4		LCDDATA3, 4		LCDDATA6, 4		LCDDATA9, 4		6/6	RA4	C1OUT/T0CKI
SEG5	LCDDATA0, 5		LCDDATA3, 5		LCDDATA6, 5		LCDDATA9, 5		7/7	RA5	C2OUT/AN4/SS
SEG6	LCDDATA0, 6	2A	LCDDATA3, 6	2F	LCDDATA6, 6	2E	LCDDATA9, 6	2D	14/18	RC3	
SEG7	LCDDATA0, 7		LCDDATA3, 7		LCDDATA6, 7		LCDDATA9, 7		3/3	RA1	AN1
SEG8	LCDDATA1, 0		LCDDATA4, 0		LCDDATA7, 0		LCDDATA10, 0		18/26	RC7	RX/DT/SDI/SDA
SEG9	LCDDATA1, 1		LCDDATA4, 1		LCDDATA7, 1		LCDDATA10, 1		17/25	RC6	TX/CKI/SCK/SCL
SEG10	LCDDATA1, 2		LCDDATA4, 2		LCDDATA7, 2		LCDDATA10, 2		16/24	RC5	T1CKI/CCP1
SEG11	LCDDATA1, 3	3B	LCDDATA4, 3	3G	LCDDATA7, 3	3C	LCDDATA10, 3	3DP	15/23	RC4	T1G/SDO
SEG12	LCDDATA1, 4		LCDDATA4, 4		LCDDATA7, 4		LCDDATA10, 4		2/2	RA0	AN0
SEG13	LCDDATA1, 5		LCDDATA4, 5		LCDDATA7, 5		LCDDATA10, 5		28/40	RB7	ICSPDAT/ICDDAT
SEG14	LCDDATA1, 6		LCDDATA4, 6		LCDDATA7, 6		LCDDATA10, 6		27/39	RB6	ICSPCK/ICDCK
SEG15	LCDDATA1, 7		LCDDATA4, 7		LCDDATA7, 7		LCDDATA10, 7		5/5	RA3	AN3/VREF+
SEG16	LCDDATA2, 0	S1	LCDDATA5, 0	S2	LCDDATA8, 0	m	LCDDATA11, 0	M	-/26	RD3	
SEG17	LCDDATA2, 1		LCDDATA5, 1		LCDDATA8, 1		LCDDATA11, 1		-/27	RD4	
SEG18	LCDDATA2, 2		LCDDATA5, 2		LCDDATA8, 2		LCDDATA11, 2		-/28	RD5	
SEG19	LCDDATA2, 3		LCDDATA5, 3		LCDDATA8, 3		LCDDATA11, 3		-/29	RD6	
SEG20	LCDDATA2, 4		LCDDATA5, 4		LCDDATA8, 4		LCDDATA11, 4		-/30	RD7	
SEG21	LCDDATA2, 5	2B	LCDDATA5, 5	2G	LCDDATA8, 5	2C	LCDDATA11, 5	2DP	-/8	RE0	AN5
SEG22	LCDDATA2, 6	1A	LCDDATA5, 6	1F	LCDDATA8, 6	1E	LCDDATA11, 6	1D	-/9	RE1	AN6
SEG23	LCDDATA2, 7	1B	LCDDATA5, 7	1G	LCDDATA8, 7	1C	LCDDATA11, 7		-/10	RE2	AN7

注:

全球销售及服务中心

美洲

公司总部 Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:
<http://support.microchip.com>
网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Alpharetta, GA
Tel: 1-770-640-0034
Fax: 1-770-640-0307

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

科科莫 Kokomo
Kokomo, IN
Tel: 1-765-864-8360
Fax: 1-765-864-8387

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

圣何塞 San Jose
Mountain View, CA
Tel: 1-650-215-1444
Fax: 1-650-961-0286

加拿大多伦多 Toronto
Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

中国 - 北京
Tel: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8676-6200
Fax: 86-28-8676-6599

中国 - 福州
Tel: 86-591-8750-3506
Fax: 86-591-8750-3521

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 顺德
Tel: 86-757-2839-5507
Fax: 86-757-2839-5571

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7250
Fax: 86-29-8833-7256

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-572-9526
Fax: 886-3-572-6459

亚太地区

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-4182-8400
Fax: 91-80-4182-8422

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-5160-8631
Fax: 91-11-5160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 Japan - Yokohama
Tel: 81-45-471-6166
Fax: 81-45-471-6122

韩国 Korea - Gumi
Tel: 82-54-473-4301
Fax: 82-54-473-4302

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-646-8870
Fax: 60-4-646-5086

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-399
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark - Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820