

復旦大學



硬件实验课设报告

Arduino 板数据采集

姓名: 马逸君

学号: 17300180070

2019 年 11 月

Arduino 板数据采集

项目目标

1. 给定条件

Linear Technology DC2026C CPU 板、DC1941D isoSPI 转接电路板、DC2350AB 18 路电压测量板、测试电路、万用表、相关线材

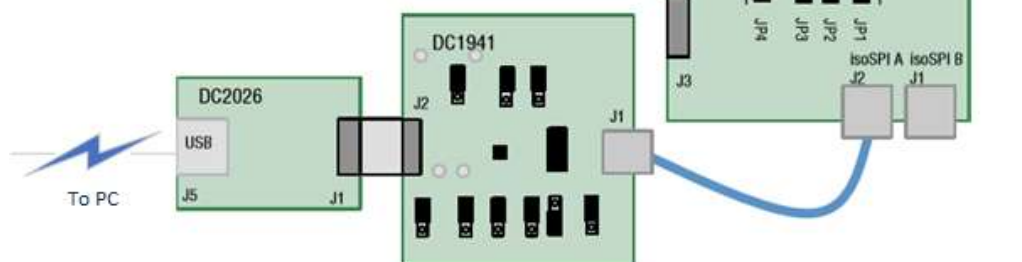
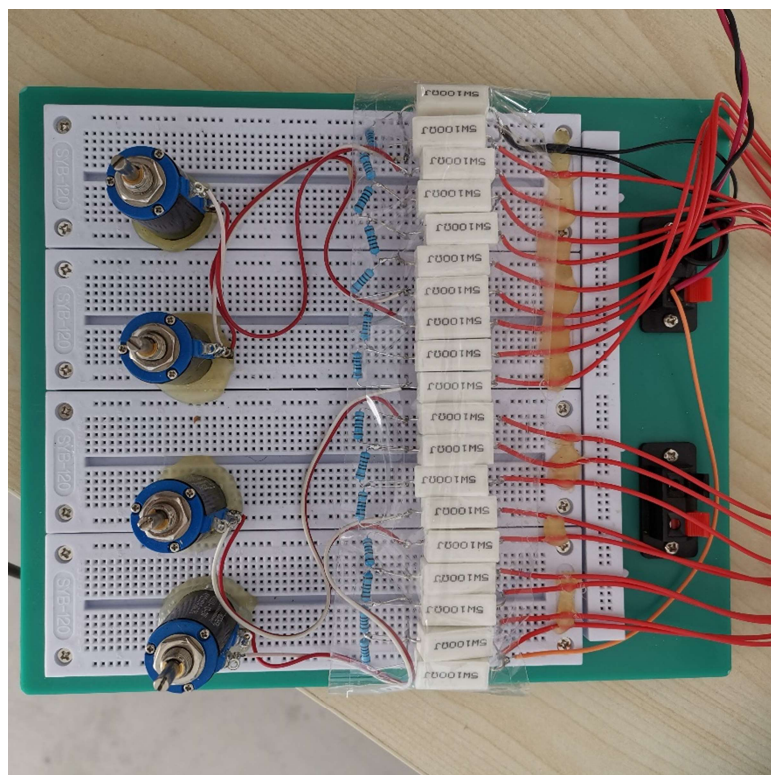
Arduino IDE、串口接收软件 SerialPortListener、VS2019 绘图控件 Chart

2. 预期效果

利用给定的三块电路板实现一个电压测量电路，PC 通过串口实时得到测试电路的电压测量数据，绘制成图像；在 Arduino 代码中增加一个指令，该指令按照代码中设定的参数（总时间和放电-休息循环的时长）启动放电(均衡)

硬件原理

1. 硬件逻辑图



均衡

生产制造和使用过程的差异性，造成了动力电池单体天然就存在着不一致性，不一致性主要表现在单体容量、内阻、自放电率、充放电效率等方面。单体的不一致，传导至动力电池包，必然带来动力电池包容量的损失，进而使寿命下降。

电池单体的一致，会随着时间的推移使得参数更加趋于离散。如同这个世界永远向着熵增的方向前进一样，趋势无法逆转，但可以降低它的恶化速率。方法之一就是**通过电池管理系统对电芯实施均衡**。

均衡分为被动和主动两种方式。被动均衡，运用电阻器，将高电压或者高荷电量电芯的能量消耗掉，以达到减小不同电芯之间差距的目的。主动均衡，运用储能器件等，将荷载较多能量的电芯部分能量转移到能量较少的电芯上去。

2. 部件功能描述

DC2350AB (DC: demonstration circuit) 是一个 18 节电池组监视器，可连接 18 路电压并同时测量。其核心是 **LTC®6813-1 芯片**。可以通过 2 线 isoSPI (isolated serial interface, 隔离串行接口) 同时连接多个 DC2350AB 板，来监控一个电池组中任意多节电池 (的电压等参数)。DC2350AB 也支持反向 isoSPI，从而可以建立全冗余的通信链路。DC2350AB 可以直接连接一块 DC2026 Linduino® One CPU 板与 PC 通信，该 DC2026 必须烧录合适的程序 (称为 "sketch") 来控制 DC2350AB 的 IC 电路并通过 USB 接口接收数据；也可以通过 DC2792/DC1941 板与 DC2026 CPU 板连接，DC2792/DC1941 提供完全隔离的 isoSPI 接口。

Linear Technology 公司的 DC2026C CPU 板 (也叫 Linduino® One) 是一款微控制器板，它搭载 CPU，它可以烧录用户代码以控制 DC2350AB 的运行。Linduino One 与 Arduino Uno 兼容。Arduino 硬件由一款带有支持快速在线(in-circuit)固件升级功能的 bootloader 程序的 Atmel 微控制器组成；他们的软件是一个基于 AVRGCC 编译器的简单编程环境。这套平台因其易用性而流行，硬件和软件都是开源的，且可以通过 C 语言编程。它是一个理想的展示分发具有数字接口 (例如互联集成电路(I2C)和串行外设接口(SPI)) 的集成电路共享库的方式。相比标准的 Arduino Uno，Linduino One 添加了若干新特性：14 针 QuikEval™连接器，可支持直连数百款且不断增多的 Linear Technology 电路板，还支持 5V/3.3V/2.5V/1.8V 多个逻辑级别电压和模拟信号支持；LTM®2884，提供 USB 供电和数据的电流级分离，提升安全性且便于噪声控制；7~20V 辅助电源输入，位于互相隔离的若干侧边，并由 LT®3973 转换为 5V 的电压，允许在 750mA 的高电流下工作。

DC1941 是一款 isoSPI™收发器电路板，它负责 isoSPI/SPI 信号的转换。它基于 Linear Technology 的 LTC®6820 芯片。LTC6820 提供一种使用单条双绞线互连标准 SPI 设备的方法，这种专有的 2 线接口称为 isoSPI (**抗干扰能力强**)。LTC6820 以最高 1Mbps 的速度将 SPI 信号编码成差分 isoSPI 信号，后者通过一个简单脉冲变压器经由双绞线传输。在双绞线另一端，该 isoSPI 信号可被另一个 LTC6820 翻译回 SPI。此外还可以通过 isoSPI 连接带有内置 isoSPI 接口的 Linear Technology 设备，例如 LTC6804。一般地，LTC6820 有两种用法：用一个 LTC6820 将 isoSPI 信号翻译成 SPI；用两个 LTC6820，将 SPI 信号翻译成 isoSPI，经过长距离的、隔离的通信后再翻译回 SPI。

LTC®6813-1 芯片是一款多节电池组监视器，它测量最多 18 节相连接的电池组 (的电压)，且总测量误差小于 2.2mV。每节的量程为 0~5V，使得 LTC6813-1 适合大多数电池的化学性质。18 节电池的所有测量可在 290 微秒时间内完成，也可根据噪声控制的需求选择较低的数据采集速率。多台 LTC6813-1 设备可被连接成组，从而允许同时测量很长或电压很高的电池串。每个 LTC6813-1 都有一个 isoSPI 接口，支持高速、抗射频干扰、长距离的通信。多台设备连接成一种称为“菊花链”(daisy chain)的形态，所有设备与一个主要处理器(host processor)都建立连接。这个菊花链可以双向运行，从而保证通信完整性，即使是在通信链路中有故障发生的情况下。LTC6813-1 可以直接从电池组获得电源，也可以独立供电。其他特性包括：板载 5V 稳压器；9 条通用 I/O 线路；睡眠模式，该模式下电流消耗降低至 6 微安。

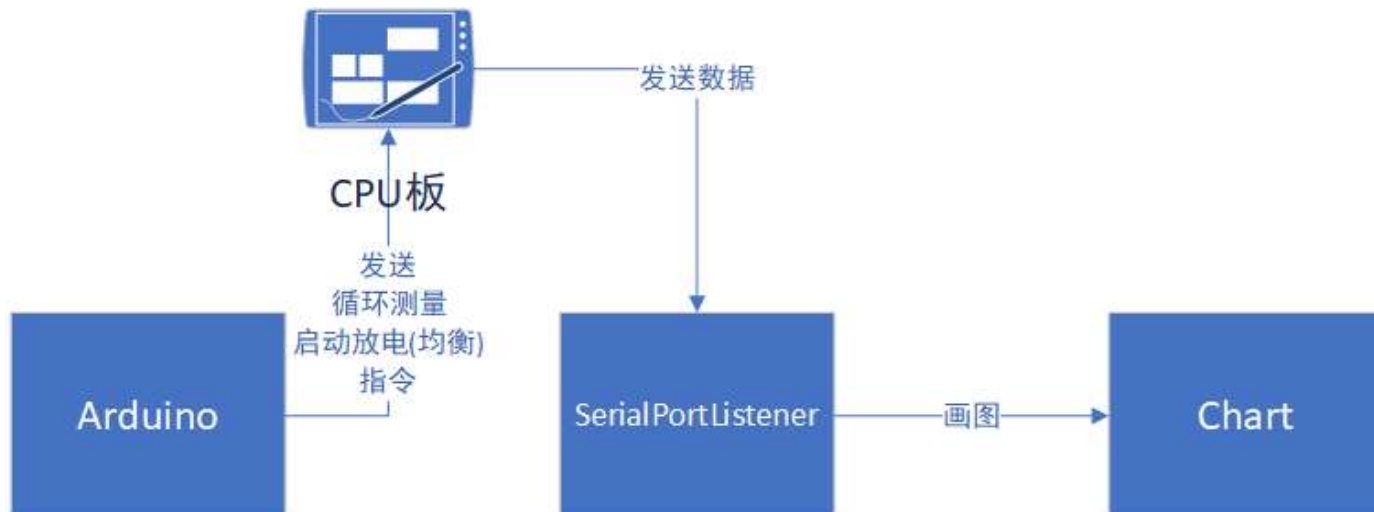
LTC6813-1 芯片对电池组中的每节电池均有被动均衡机制，最大电流为 200mA，且给每节电池都配备了独立的脉冲宽度调制放电计时器。被动均衡下，若电池组中的一节电池过充，则对应的 S 输出可以通过将其连接到电阻器的方式将该节电池缓慢放电；S 输出(S1-S18)中的每一个都连接到内部的一个 N 通道 MOS 管，MOS 管的最大导通电阻为 10Ω；均衡电流应不超过 200mA，若芯片温度超过 95℃，则不应超过 80mA。对于均衡电流需要超过 200mA 的应用或大型电池滤波器，则需采取主动均衡，主动均衡下 S 输出可用于控制外部晶体管。为了进一步控制电池放电，可以将 S 引脚配置为脉冲宽度调制(PWM)：看门狗定时器过期后，PWM 过程启动；一旦 PWM 操作开始，指定的 S 引脚被周期性地置低，即暂停放电；每个 PWM 信号均以 30 秒的周期运行，对于每个周期，占空比可编程为 0%至 100%，以 $1/15 = 6.67\%$ (2 秒) 的增量进行编程。放电过程可定时，一旦启动放电过程，放电开关将保持打开状态，持续指定的时间。

3. 原理图

参见附录。

软件原理

1. 软件框图



2. 软件流程描述

Arduino IDE 将电压测量板的 Demo 程序烧录到 CPU 板中，串口收发模块向已编程的 CPU 板发送“开始循环测量”指令并持续接收 CPU 板发来的每组测量结果显示在窗口中，同时整理成绘图软件需要的形式供其绘图；或是向已编程的 CPU 板发送“启动放电”指令，启动放电过程。

3. 重要模块描述

DC2350AB.ino: 编程 DC2026C CPU 板的 Arduino 项目文件。使用 C 语言。该代码使得我们能够通过向 DC2026C 发命令的方式操控 DC2350AB。我们也可以仿照其自带的命令源码，编写我们自定义的命令。

本次我添加的自定义命令的功能是，打开放电功能，持续 1 分钟（该参数可在源代码中更改），放电过程每 30 秒一个循环，每次循环前 6 秒放电、后 24 秒暂停放电（可更改）。

SerialPortListener: 串口接收软件。使用 C# 语言。可设计出窗体并与 Chart 控件集成，从而直接将 CPU 板发来的电压测量数据转换成曲线图。

Chart: Visual Studio 2019 自带绘图控件。

本次我实现的绘图软件的功能是，接收开发板循环测量(Command 11: Measurement Loop)发来的周期性测量结果并自动切分每组数据，将得到的数据实时绘成曲线图。曲线图横轴为时间，最多容纳 300 个数据点（可更改）；纵轴为电压，坐标的范围会根据数据的范围自动调整；且实现了复选框，18 路电压中只有被勾选的路会显示在图中，勾选和取消勾选的显示效果是实时的。

实验步骤

第一步：速读相关文档和 Arduino 代码，了解各部件的概况，了解文档和源代码的大致内容以备日后按需查阅

第二步：按照原理图完成较简易版本的电路连接

第三步：在较简易版本的电路上，完成绘图模块的设计及其与串口收发模块的连接

第四步：完成完整版本的电路连接，并完善其他模块，实现电压测量绘图的完整效果

第五步：在读懂文档的基础上，在 Arduino 代码中写“启动放电”指令，并通过自行设计的测试

源码及注释如下：

```
// Global variables. Uncomment one (and only one) group of desired value before run
//!< Initial Discharge cell switch
//DCC 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
//bool DCCBITS_A[12] = {false,false,false,false,false,false,false,false,false,false,false,false,false};
bool DCCBITS_A[12] = {true,true,true,true,true,true,true,true,true,true,true,true};
//DCC 0,13,14,15
//bool DCCBITS_B[7]= {false,false,false,false,false,false,false};
bool DCCBITS_B[7]= {true,true,true,true,true,true,true};

//!< Initial Discharge time value
//DCTO 0,1,2,3
//bool DCTOBITS[4] = {true,false,true,false}; // 4 min
bool DCTOBITS[4] = {false,true,false,false}; // 1 min
//bool DCTOBITS[4] = {true,false,false,false}; // 0.5 min
//bool DCTOBITS[4] = {false,false,false,false}; // Untimed

// Function run_command(). Executes the user command
void run_command(uint32_t cmd)
{
    switch (cmd)
    {
        ...
        case 34:
            //Enable timed (by DCTO register) discharge with S pin pulse-width modulation
            //S pin values or SCTRL values may be modified to your own demand.

            // DCC: enable all
            wakeup_sleep(TOTAL_IC);
            LTC6813_set_discharge(s_pin_read,TOTAL_IC,BMS_IC);
            LTC6813_wrcfg(TOTAL_IC,BMS_IC);
            LTC6813_wrcfgb(TOTAL_IC,BMS_IC);
```

```

print_wrconfig();
print_wrconfigb();

// Duty cycle: 6s/24s
wakeup_idle(TOTAL_IC);
for (uint8_t current_ic = 0; current_ic<TOTAL_IC;current_ic++)
{
    BMS_IC[current_ic].pwm.tx_data[0]= 0x33;
    BMS_IC[current_ic].pwm.tx_data[1]= 0x33;
    BMS_IC[current_ic].pwm.tx_data[2]= 0x33;
    BMS_IC[current_ic].pwm.tx_data[3]= 0x33;
    BMS_IC[current_ic].pwm.tx_data[4]= 0x33;
    BMS_IC[current_ic].pwm.tx_data[5]= 0x33;
}
LTC6813_wrpwm(TOTAL_IC,0,BMS_IC); // write PWM register group
for (uint8_t current_ic = 0; current_ic<TOTAL_IC;current_ic++)
{
    BMS_IC[current_ic].pwmb.tx_data[0]= 0x33;
    BMS_IC[current_ic].pwmb.tx_data[1]= 0x33;
    BMS_IC[current_ic].pwmb.tx_data[2]= 0x33;
}
LTC6813_wrpsb(TOTAL_IC,BMS_IC); // write PWM/S control register group B
print_wrpwm();
print_wrpsb(PWM);

// SCTRL: drive low
wakeup_idle(TOTAL_IC);
for (uint8_t current_ic = 0; current_ic<TOTAL_IC;current_ic++)
{
    BMS_IC[current_ic].sctrl.tx_data[0]= 0xFF;
    BMS_IC[current_ic].sctrl.tx_data[1]= 0xFF;
    BMS_IC[current_ic].sctrl.tx_data[2]= 0xFF;
    BMS_IC[current_ic].sctrl.tx_data[3]= 0xFF;
    BMS_IC[current_ic].sctrl.tx_data[4]= 0xFF;
    BMS_IC[current_ic].sctrl.tx_data[5]= 0xFF;
}

```

```

    }

    LTC6813_wrscrtl(TOTAL_IC,streg,BMS_IC); // write S Control Register Group
    for (uint8_t current_ic = 0; current_ic<TOTAL_IC;current_ic++)
    {
        BMS_IC[current_ic].sctrlb.tx_data[3]= 0xFF;
        BMS_IC[current_ic].sctrlb.tx_data[4]= 0xFF;
        BMS_IC[current_ic].sctrlb.tx_data[5]= 0xFF;
    }

    LTC6813_wrpsb(TOTAL_IC,BMS_IC); // write PWM/S control register group B
    print_wrscrtl();
    print_wrpsb(SCTL);

    wakeup_idle(TOTAL_IC);
    LTC6813_stsctrl(); // Start S Control pulsing
    break;

    ...
}
}

```

全局变量区设定放电控制寄存器 DCC、放电定时寄存器 DCTO 的初值，则烧录时 DCC、DCTO 自动被置为设定的值，按设计者意图启动部分或全部节电池的放电，并给放电过程定时。

当接收到 34 号用户指令时，首先将所有的 DCC 置为启用状态，以确保所有节电池的放电功能都启动、刷新看门狗定时器和放电定时器，然后给脉宽调制寄存器 PWM 赋以指定的值，指定 PWM 的占空比，最后将所有的 S 引脚控制寄存器 SCTRL 置为低电平，以启动 PWM 功能。

总结及问题讨论

本次实验中我主要有三点收获：

对硬件的认识。使用可自由编程的 CPU 板和硬件的 IDE，我们也可以像编译运行一般的 C 程序那样设计硬件的功能，从而得到想要的硬件电路。只要掌握了硬件的设计规律，如寄存器的含义，我们还可以按自己的意愿改动原厂设计代码，得到更多更灵活的设计。（如图，原厂代码中只提供 33 个命令，34 号命令是我们自行添加的）

```
List of LTC6813 Command:
Write and Read Configuration: 1
Read Configuration: 2
Start Cell Voltage Conversion: 3
Read Cell Voltages: 4
Start Aux Voltage Conversion: 5
Read Aux Voltages: 6
Start Stat Voltage Conversion: 7
Read Stat Voltages: 8
Start Combined Cell Voltage and GPIO1, GPIO2 Conversion: 9
Start Cell Voltage and Sum of cells : 10
Loop Measurements: 11

|Loop measurements with data-log output : 12
|Clear Registers: 13
|Run Mux Self Test: 14
|Run ADC Self Test: 15
|ADC overlap Test : 16
|Run Digital Redundancy Test: 17
|Open Wire Test for single cell detection: 18
|Open Wire Test for multiple cell or two consecutive cells detection:19
|Open wire for Auxiliary Measurement: 20
|Print PEC Counter: 21
|Reset PEC Counter: 22

|Set Discharge: 23
|Clear Discharge: 24
|Write and Read of PWM : 25
|Write and Read of S control : 26
|Clear S control register : 27
|SPI Communication : 28
|I2C Communication Write to Slave :29
|I2C Communication Read from Slave :30
|Enable MUTE : 31
|Disable MUTE : 32
|Set or reset the gpio pins: 33

Print 'm' for menu
Please enter command:

34
Written Configuration A Register:
CPGA IC 1, 0xE4, 0x52, 0x27, 0xA0, 0xFF, 0x2F, Calculated PEC: 0xA3, 0x76

Written Configuration B Register:
CPGB IC 1, 0xF0, 0x0F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, Calculated PEC: 0x77, 0x3E




Written PWM Configuration:
IC 1, 0x33, 0x33, 0x33, 0x33, 0x33, Calculated PEC: 0x65, 0xBA

PWM/S control register group B:
IC: 1
0x33, 0x33, 0x33, Calculated PEC: 0x52, 0xAA

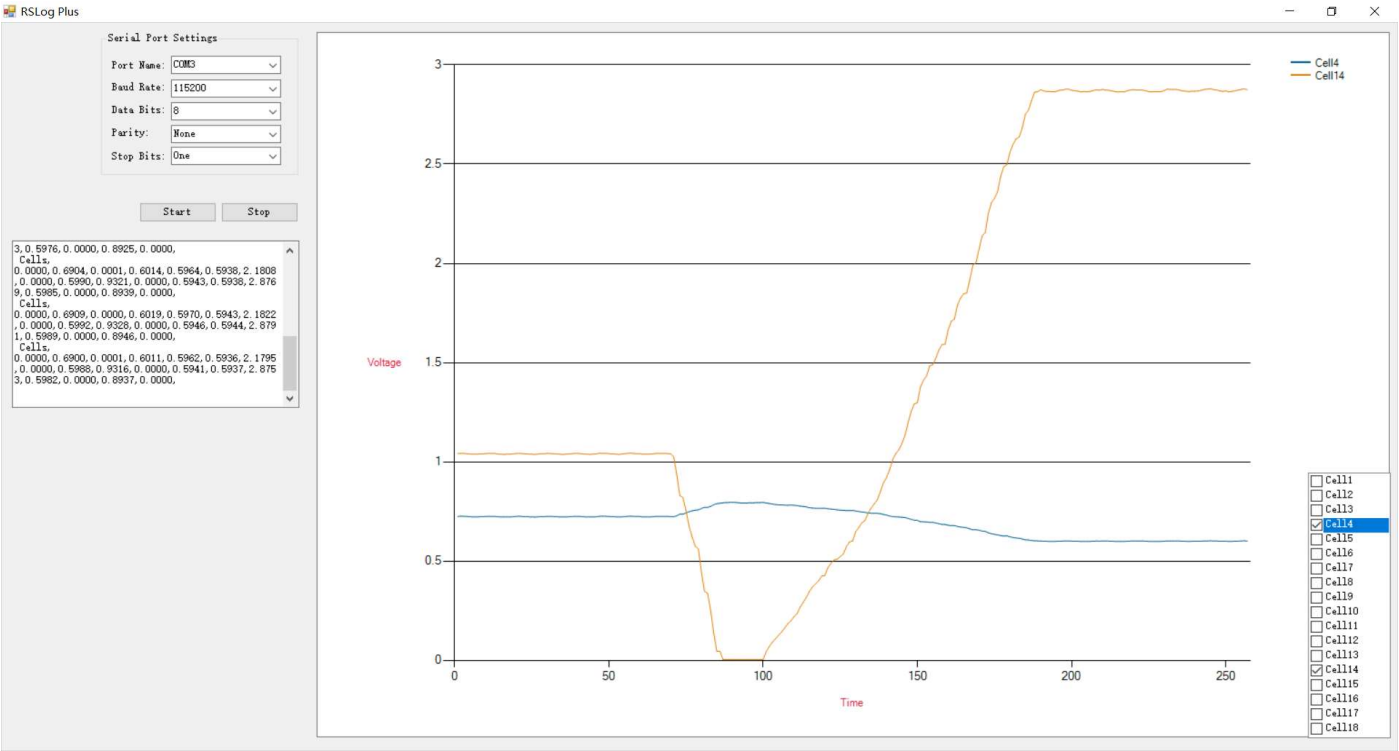
Written Data in Sctrl register:
IC: 1 Sctrl register group:, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, Calculated PEC: 0x66, 0x4C

PWM/S control register group B:
IC: 1
0xFF, 0xFF, 0xFF, Calculated PEC: 0x29, 0x42
```

速读并整理文档的能力。一下子拿到这么多文档，其实我一开始是不知所措的。但是我打开各个文档，读了一下一开始的概述部分，读了一下目录，浏览了一下重点章节，就知道每个文档大致在讲什么了，以及什么时候可能需要查阅哪个文档。为了清楚起见，我还在相关文件的文件名后面添加了摘要，便于查阅（见下图）。另外在需要的时候，还可以在文档中采用关键词搜索的方式速读。这极大提升了我利用文档的效率，例如在实验进行到第四步时，我非常顺利地在 DC2350AF 的文档中找到了第 8 页的 DC1941 isoSPI MASTER SETTINGS 和第 9 页的 DC1941 TO DC2350 TYPICAL isoSPI CONNECTION，为实验进程提供了很大的帮助；在进行到第五步时，我在 LTC6813-1 的文档中查找"balanc"（注：这是因为文档中出现了这个单词的两个时态"balance"和"balancing"，为了简单起见，就用它们共有的"balanc"这个字符串进行查找）、DCC、S Pin、DCTO、discharge timer 这些字符串并速读它们出现的文段，很快就弄懂了放电相关功能的运作。

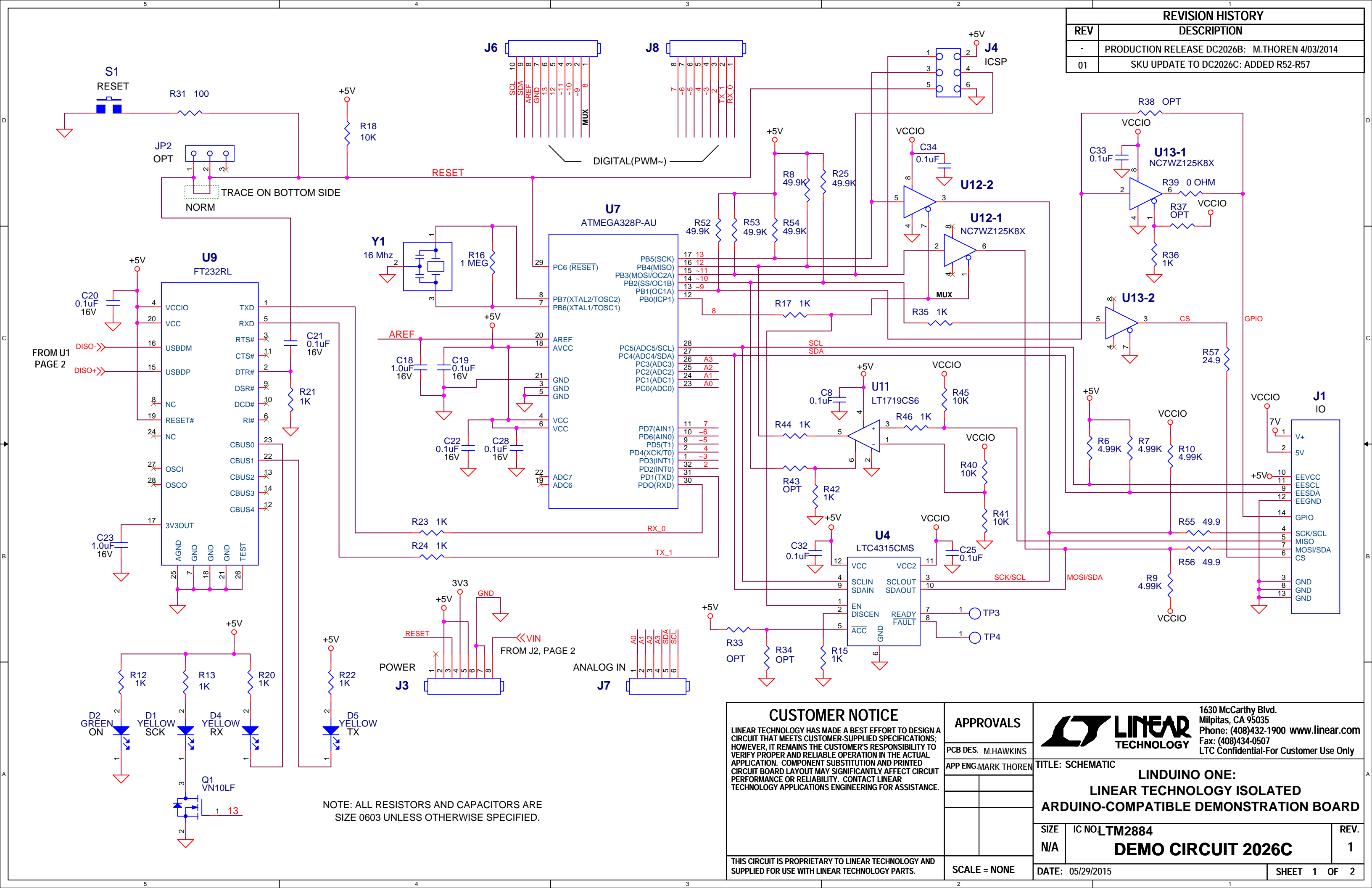
- 名称
-  DC1941DFB 排线转双绞线电路板 (jumpers, connection).PDF
-  DC2026CFE CPU板 (extern connections, jumpers, LEDs, diagrams).pdf
-  DC2350AF 电压板 (connection, hardware&software setup, source code modify).pdf
-  LTC6813-1 电压板芯片 (引脚, 电气特性, 测量误差图, 支持的操作及应用场景).pdf

简单使用 C#语言的能力。因为绘图控件必须用到 C#，所以我只能自学这种陌生语言。在已经自学过 C#的优秀的胡永祥同学的指导下，我知道了 C#代码执行的基本逻辑：每当有事件发生时，就执行该事件对应的处理函数。所以我就把 UpdateChart()函数（更新图像）的调用放在（串口接收）函数中，并在 StartListening()函数中初始化图像、设定串口参数。再加上在网上搜索到的一些 Chart 控件用户代码、对 MSDN 网站上相关的类定义的查阅，成功完成了最终的绘图模块。




附录

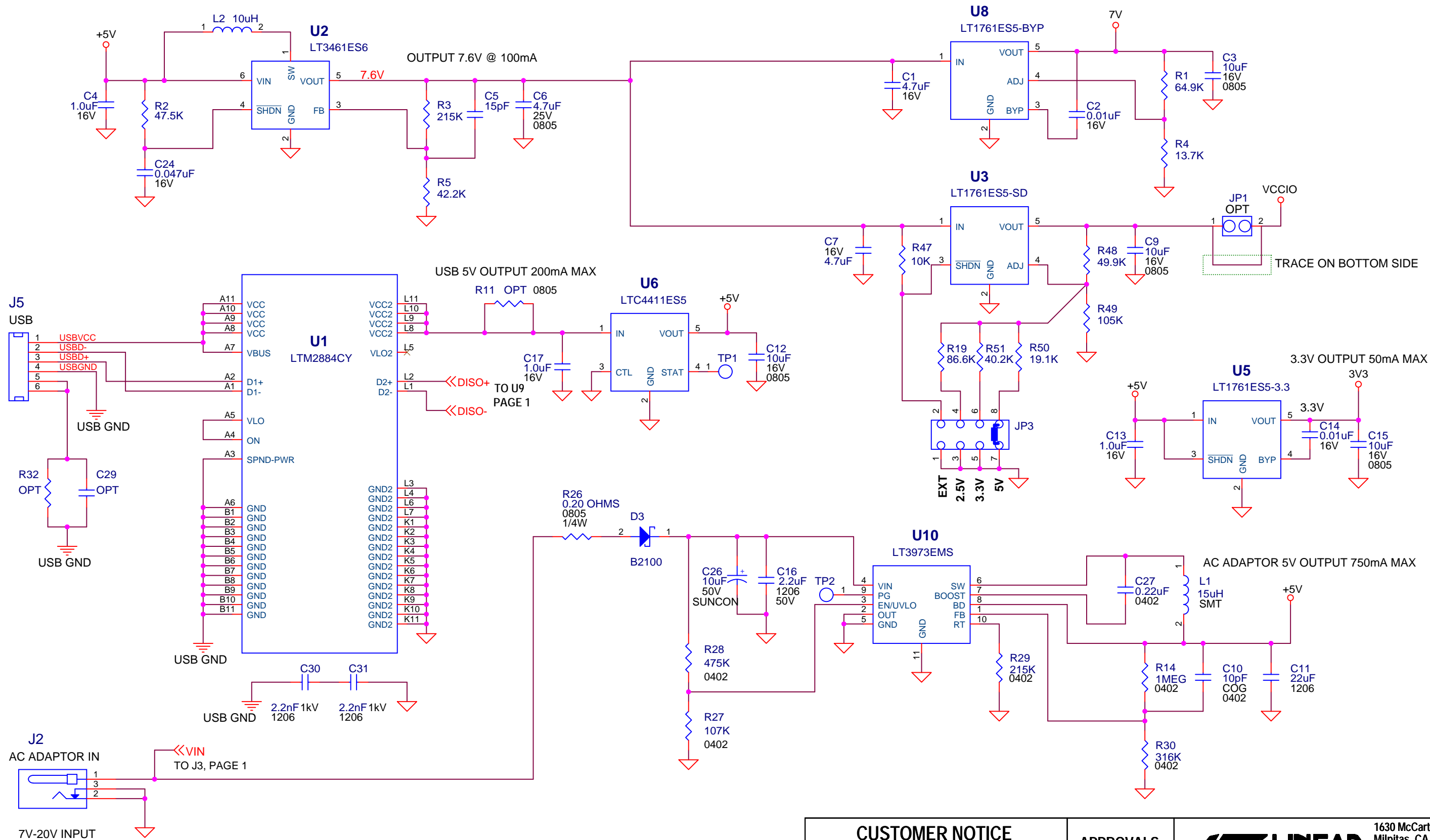
PJ1 硬件原理图



REVISION HISTORY	
REV	DESCRIPTION
-	PRODUCTION RELEASE DC2026B: M.THOREN 4/03/2014
01	SKU UPDATE TO DC2026C: ADDED R52-R57

CUSTOMER NOTICE		APPROVALS		<div><div>1630 McCarthy Blvd. Milpitas, CA 95035 Phone: (408)432-1900 www.linear.com Fax: (408)434-0507 LTC Confidential-For Customer Use Only</div></div>	
LINEAR TECHNOLOGY HAS MADE A BEST EFFORT TO DESIGN A CIRCUIT THAT MEETS CUSTOMER-SUPPLIED SPECIFICATIONS; HOWEVER, IT REMAINS THE CUSTOMER'S RESPONSIBILITY TO VERIFY PROPER AND RELIABLE OPERATION IN THE ACTUAL APPLICATION. COMPONENT SUBSTITUTION AND PRINTED CIRCUIT BOARD LAYOUT MAY SIGNIFICANTLY AFFECT CIRCUIT PERFORMANCE OR RELIABILITY. CONTACT LINEAR TECHNOLOGY APPLICATIONS ENGINEERING FOR ASSISTANCE.		PCB DES. M.HAWKINS	APP ENG.MARK THOREN		
THIS CIRCUIT IS PROPRIETARY TO LINEAR TECHNOLOGY AND SUPPLIED FOR USE WITH LINEAR TECHNOLOGY PARTS.				TITLE: SCHEMATIC	
				LINDUINO ONE: LINEAR TECHNOLOGY ISOLATED ARDUINO-COMPATIBLE DEMONSTRATION BOARD	
				SIZE N/A	IC NO LTM2884 REV. 1
		SCALE = NONE		DATE: 05/29/2015	
				SHEET 1 OF 2	

NOTE: ALL RESISTORS AND CAPACITORS ARE
SIZE 0603 UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.



PCB MECHANICAL PARTS

MP1	BUMPER, ADHESIVE-BACKED
MP2	BUMPER, ADHESIVE-BACKED
MP3	BUMPER, ADHESIVE-BACKED
MP4	BUMPER, ADHESIVE-BACKED

NOTE: ALL RESISTORS AND CAPACITORS ARE SIZE 0603 UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.

CUSTOMER NOTICE

LINEAR TECHNOLOGY HAS MADE A BEST EFFORT TO DESIGN A CIRCUIT THAT MEETS CUSTOMER-SUPPLIED SPECIFICATIONS; HOWEVER, IT REMAINS THE CUSTOMER'S RESPONSIBILITY TO VERIFY PROPER AND RELIABLE OPERATION IN THE ACTUAL APPLICATION. COMPONENT SUBSTITUTION AND PRINTED CIRCUIT BOARD LAYOUT MAY SIGNIFICANTLY AFFECT CIRCUIT PERFORMANCE OR RELIABILITY. CONTACT LINEAR TECHNOLOGY APPLICATIONS ENGINEERING FOR ASSISTANCE.

THIS CIRCUIT IS PROPRIETARY TO LINEAR TECHNOLOGY AND SUPPLIED FOR USE WITH LINEAR TECHNOLOGY PARTS.

APPROVALS

PCB DES. M.HAWKINS

APP ENG. MARK THOREN

SCALE = NONE



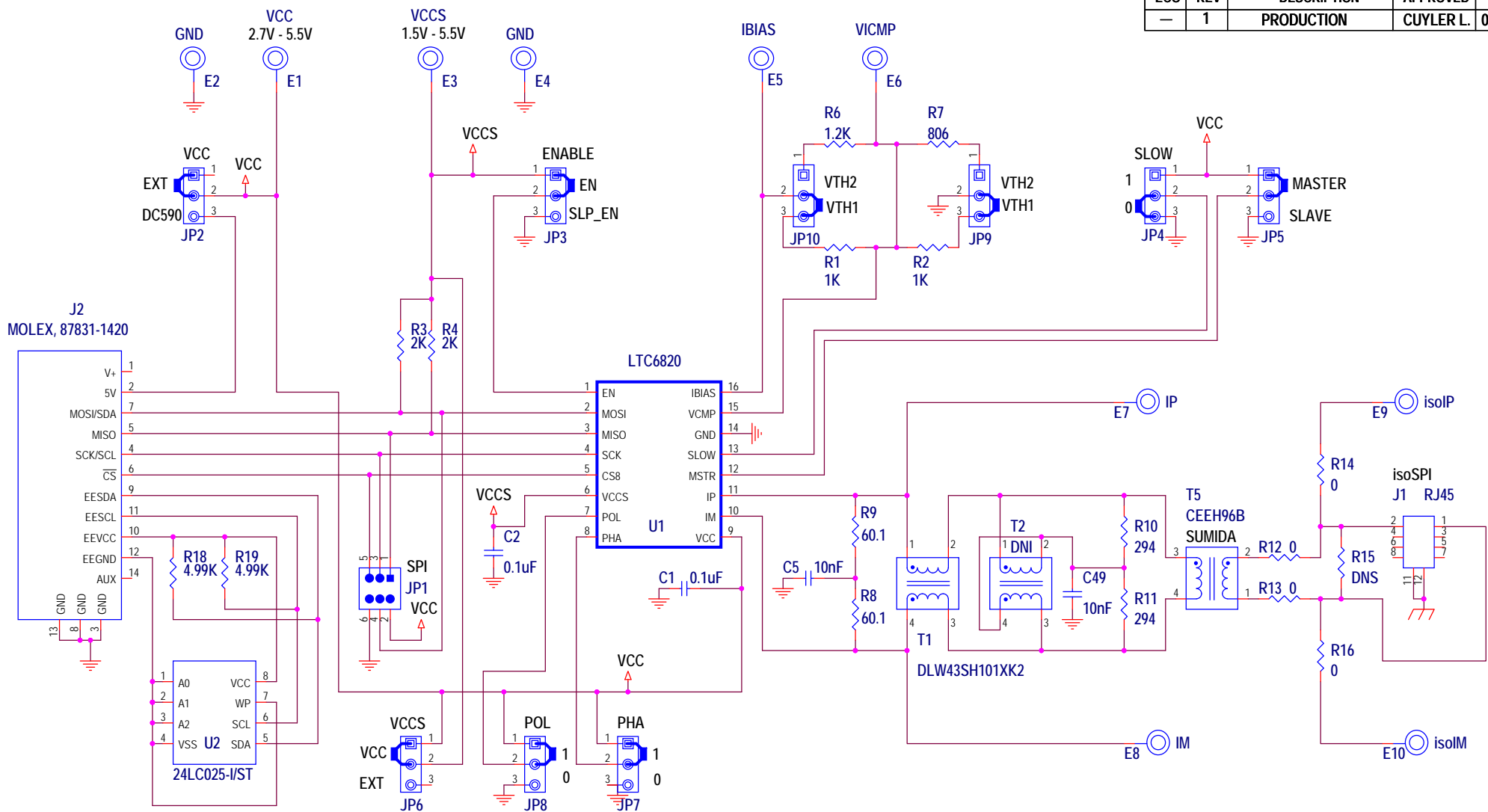
TITLE: SCHEMATIC
**LINDUINO ONE:
LINEAR TECHNOLOGY ISOLATED
ARDUINO-COMPATIBLE DEMONSTRATION BOARD**

SIZE N/A	IC NO. LTM2884	REV. 1
-------------	-----------------------	------------------

DATE: 05/29/2015 SHEET 2 OF 2

1630 McCarthy Blvd.
Milpitas, CA 95035
Phone: (408)432-1900 www.linear.com
Fax: (408)434-0507
LTC Confidential-For Customer Use Only

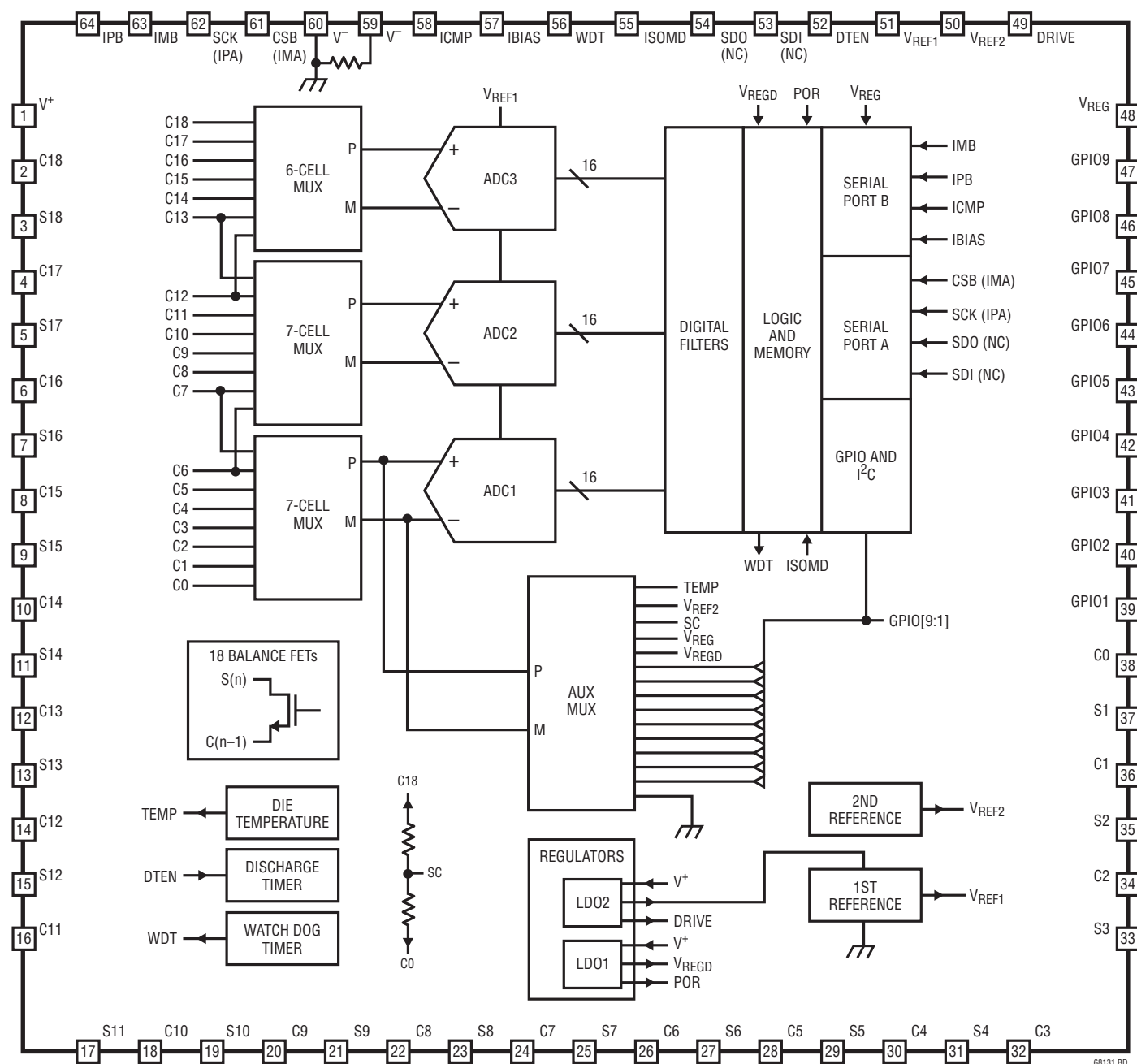
REVISION HISTORY				
ECO	REV	DESCRIPTION	APPROVED	DATE
—	1	PRODUCTION	CUYLER L.	04-14-16

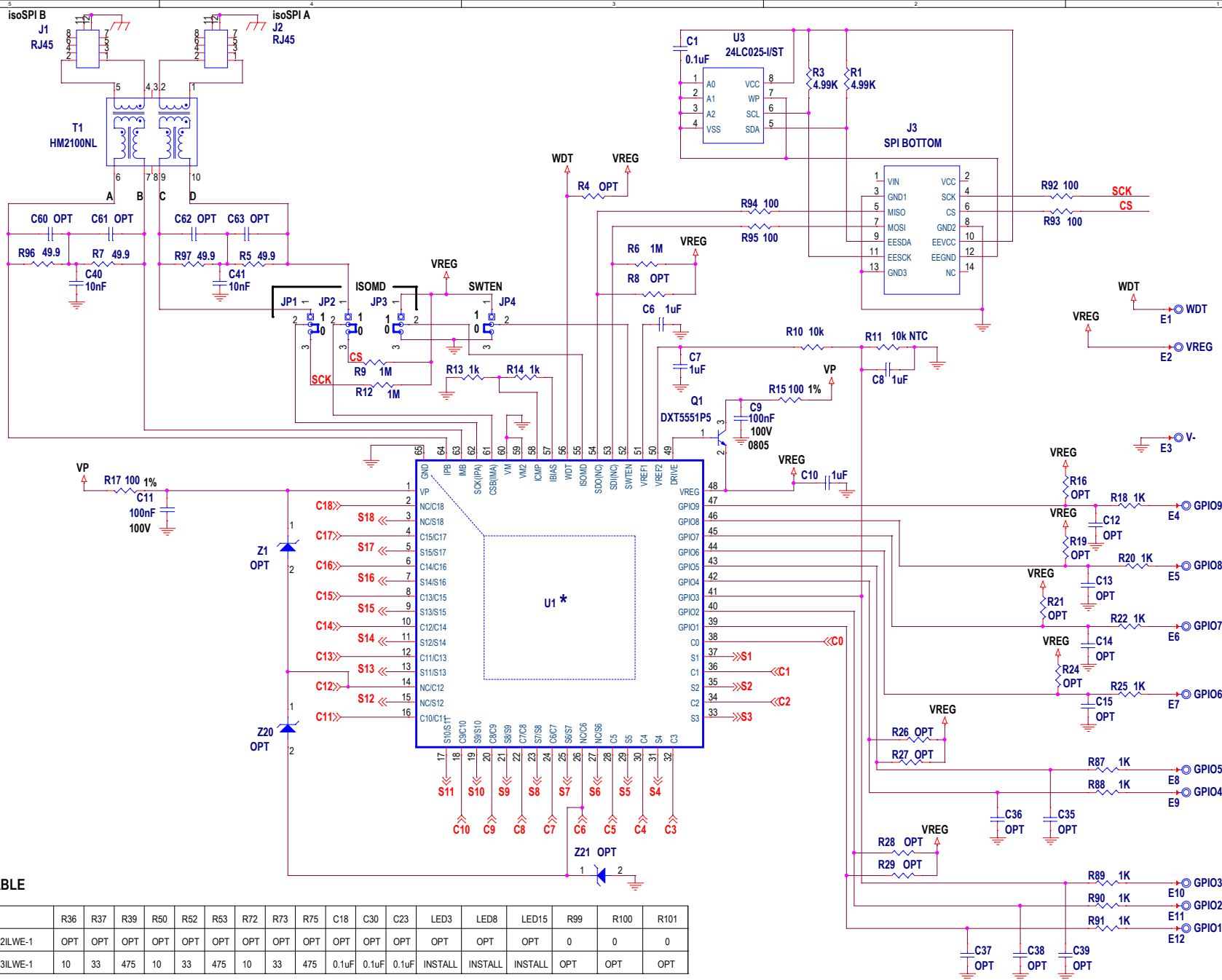


NOTES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED,
1. ALL CAPACITORS AND RESISTORS ARE 0603.

CUSTOMER NOTICE LINEAR TECHNOLOGY HAS MADE A BEST EFFORT TO DESIGN A CIRCUIT THAT MEETS CUSTOMER-SUPPLIED SPECIFICATIONS; HOWEVER, IT REMAINS THE CUSTOMER'S RESPONSIBILITY TO VERIFY PROPER AND RELIABLE OPERATION IN THE ACTUAL APPLICATION. COMPONENT SUBSTITUTION AND PRINTED CIRCUIT BOARD LAYOUT MAY SIGNIFICANTLY AFFECT CIRCUIT PERFORMANCE OR RELIABILITY. CONTACT LINEAR TECHNOLOGY APPLICATIONS ENGINEERING FOR ASSISTANCE.		APPROVALS		 1630 McCarthy Blvd. Milpitas, CA 95035 Phone: (408)432-1900 www.linear.com Fax: (408)434-0507 LTC Confidential-For Customer Use Only	
		PCB DES.	AK		
		APP ENG.	CUYLER L.		
THIS CIRCUIT IS PROPRIETARY TO LINEAR TECHNOLOGY AND SUPPLIED FOR USE WITH LINEAR TECHNOLOGY PARTS.		TITLE: SCHEMATIC isoSPI TWO WIRE SERIAL INTERFACE		SIZE N/A IC NO. LTC6820 REV. 1	
				DEMO CIRCUIT 1941D	
				DATE: Thursday, April 14, 2016	
				SCALE = NONE	
				SHEET 1 OF 1	

BLOCK DIAGRAM





*** VERSION TABLE**

ASSY TYPE	U1	R36	R37	R39	R50	R52	R53	R72	R73	R75	C18	C30	C23	LED3	LED8	LED15	R99	R100	R101
DC2350A-A	LTC6812ILWE-1	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	0	0	0
DC2350A-B	LTC6813ILWE-1	10	33	475	10	33	475	10	33	475	0.1uF	0.1uF	0.1uF	INSTALL	INSTALL	INSTALL	OPT	OPT	OPT

NOTES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED,
1. ALL CAPACITORS AND RESISTORS ARE 0603.

CUSTOMER NOTICE

LINEAR TECHNOLOGY HAS MADE A BEST EFFORT TO DESIGN A CIRCUIT THAT MEETS CUSTOMER-SUPPLIED SPECIFICATIONS; HOWEVER, IT REMAINS THE CUSTOMER'S RESPONSIBILITY TO VERIFY PROPER AND RELIABLE OPERATION IN THE ACTUAL APPLICATION. COMPONENT SUBSTITUTION AND PRINTED CIRCUIT BOARD LAYOUT MAY SIGNIFICANTLY AFFECT CIRCUIT PERFORMANCE OR RELIABILITY. CONTACT LINEAR TECHNOLOGY APPLICATIONS ENGINEERING FOR ASSISTANCE.

THIS CIRCUIT IS PROPRIETARY TO LINEAR TECHNOLOGY AND SUPPLIED FOR USE WITH LINEAR TECHNOLOGY PARTS.

APPROVALS

PCB DES: AK
APP ENG: CUYLER L
SCALE = NONE

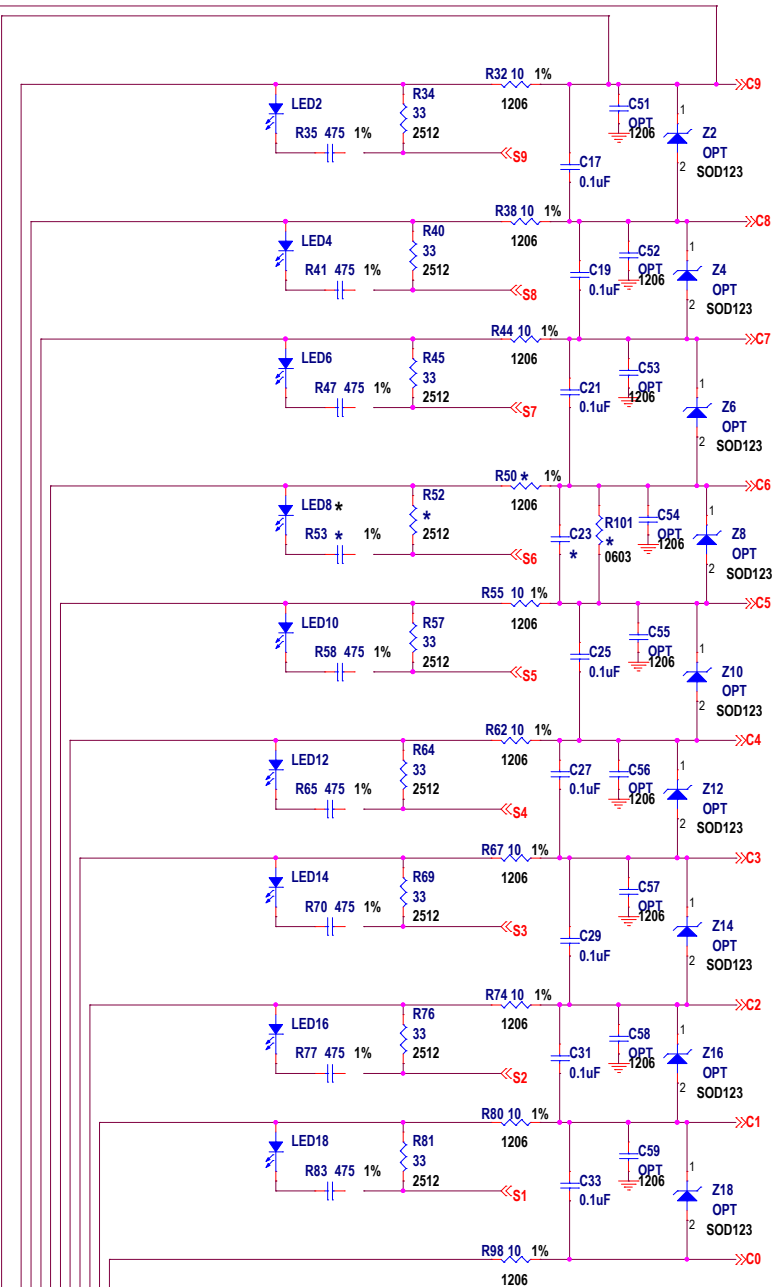
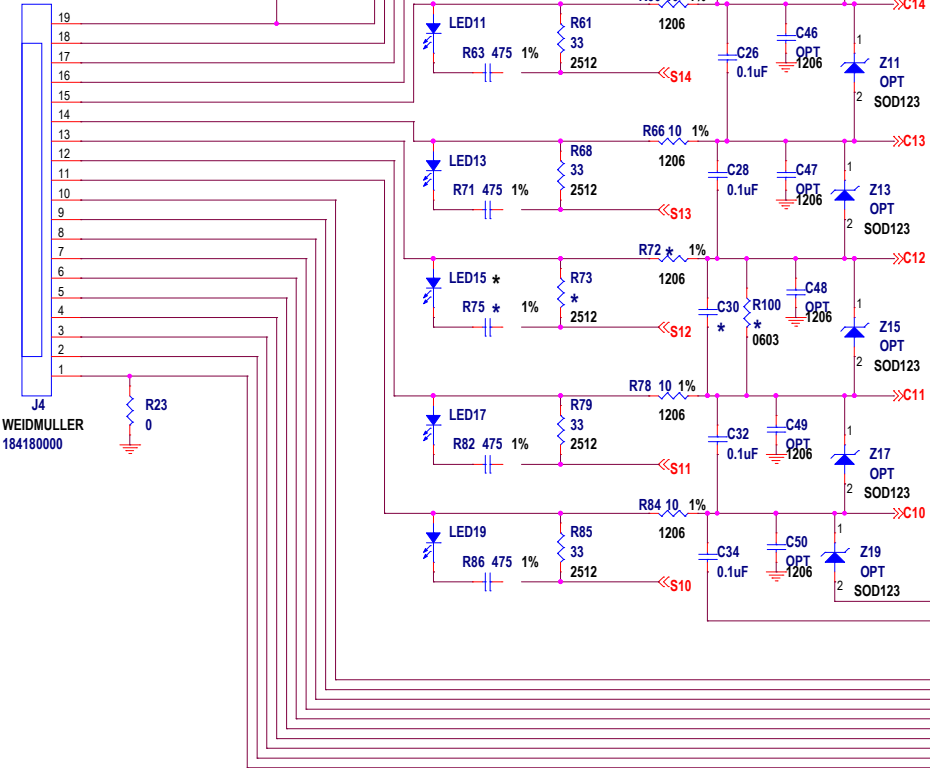



1630 McCarthy Blvd.
Milpitas, CA 95035
Phone: (408)432-1900 www.linear.com
Fax: (408)434-0507
LTC Confidential-For Customer Use Only

TITLE: SCHEMATIC
isoSPI MULTI CELL BATTERY-STACK MONITOR

SIZE: N/A IC NO: LTC6813 / LTC6812
REV. 4
DATE: Friday, April 07, 2017
SHEET 1 OF 2

CELL VOLTAGES
112V MAX



CUSTOMER NOTICE LINEAR TECHNOLOGY HAS MADE A BEST EFFORT TO DESIGN A CIRCUIT THAT MEETS CUSTOMER-SUPPLIED SPECIFICATIONS; HOWEVER, IT REMAINS THE CUSTOMER'S RESPONSIBILITY TO VERIFY PROPER AND RELIABLE OPERATION IN THE ACTUAL APPLICATION. COMPONENT SUBSTITUTION AND PRINTED CIRCUIT BOARD LAYOUT MAY SIGNIFICANTLY AFFECT CIRCUIT PERFORMANCE OR RELIABILITY. CONTACT LINEAR TECHNOLOGY APPLICATIONS ENGINEERING FOR ASSISTANCE.		APPROVALS PCB DES. AK APP ENG. CUYLER L		 LINEAR TECHNOLOGY 1630 McCarthy Blvd. Milpitas, CA 95035 Phone: (408)432-1900 www.linear.com Fax: (408)434-0507 LTC Confidential-For Customer Use Only	
THIS CIRCUIT IS PROPRIETARY TO LINEAR TECHNOLOGY AND SUPPLIED FOR USE WITH LINEAR TECHNOLOGY PARTS.		SCALE = NONE		TITLE: SCHEMATIC	
				isoSPI 18-CELL BATTERY-STACK MONITOR	
				LTC6813 / LTC6812	
				REV. 3	
				DATE: Wednesday, January 04, 2017	
				SHEET 2 OF 2	
				DEMOCIRCUIT 2350A	