

基于 **Flexis QE128** 系列的
血压计
设计参考手册

支持的器件：
MC9S08QE128
MCF51QE128
MPR083
MR2A16A
MC9S08JM60
MC13202
MPXV5050

文件编号：DRM101ZHS
Rev. 0
07/2008

联系我们：

主页：

www.freescale.com

技术支持网站：

<http://www.freescale.com/support>

美国 / 欧洲或未列出的地点：

Freescale Semiconductor, Inc.
Technical Information Center, EL516
2100 East Elliot Road
Tempe, Arizona 85284
1-800-521-6274 or +1-480-768-2130
www.freescale.com/support

欧洲、中东和非洲：

Freescale Halbleiter Deutschland GmbH
Technical Information Center
Schatzbogen 7
81829 Muenchen, Germany
+44 1296 380 456 (English)
+46 8 52200080 (English)
+49 89 92103 559 (German)
+33 1 69 35 48 48 (French)
www.freescale.com/support

日本：

Freescale Semiconductor Japan Ltd.
Headquarters
ARCO Tower 15F
1-8-1, Shimo-Meguro, Meguro-ku,
Tokyo 153-0064
Japan
0120 191014 or +81 3 5437 9125
support.japan@freescale.com

亚太地区：

飞思卡尔半导体（中国）有限公司
北京市朝阳区建国路乙 118 号京汇大厦 23 层 100022
+86 10 5879 8000
support.asia@freescale.com

索取技术资料：

Freescale Semiconductor Literature Distribution Center
P.O. Box 5405
Denver, Colorado 80217
1-800-441-2447 or +1-303-675-2140
Fax: +1-303-675-2150
LDCForFreescaleSemiconductor@hibbertgroup.com

Information in this document is provided solely to enable system and software implementers to use Freescale Semiconductor products. There are no express or implied copyright licenses granted hereunder to design or fabricate any integrated circuits or integrated circuits based on the information in this document.

Freescale Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Freescale Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Freescale Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters that may be provided in Freescale Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals", must be validated for each customer application by customer's technical experts. Freescale Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Freescale Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Freescale Semiconductor product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Freescale Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Freescale Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Freescale Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part.



Freescale™ and the Freescale logo are trademarks of Freescale Semiconductor, Inc. All other product or service names are the property of their respective owners.

© Freescale Semiconductor, Inc. 2008-2009. All rights reserved.

DRM101ZHS
Rev. 0
07/2008

手册目录

章节号	标题	页码
第 1 章		
前言		
1.1	前言	1
1.2	手册的目标用户	1
1.3	参考资料	1
第 2 章		
介绍		
2.1	目标功能	1
2.2	解决方案优势	1
2.3	快速入门	2
2.3.1	SMAC GUI 安装	3
2.3.2	安装传感器参考板	4
2.3.3	安装 BPM	5
2.4	使用血压计	8
2.5	导航	9
2.6	将数据发送至 PC	13
第 3 章		
硬件描述		
3.1	介绍	1
3.2	操作环境	1
3.3	Flexis MC9S08QE128 和 MCF51QE128 微控制器	1
3.3.1	MC9S08QE128 微控制器	2
3.3.2	MCF51QE128 微控制器	2
3.4	MPR083 接近传感器	2
3.5	MR2A16A 异步磁阻随机存储器 (MRAM)	2
3.6	MC9S08JM60 微控制器	3
3.7	MC13202 ZigBee 收发器	3
3.8	MPXV5050 压力传感器	4
3.9	OSRAM Pictiva OLED 显示器 OS128064PK27MY0B00	4
3.10	PCB 布局图	4
3.10.1	机械特征	5
第 4 章		
嵌入式软件描述		
4.1	介绍	1
4.2	软件设计目标	1
4.3	软件架构	1

4.4	软件	2
4.4.1	血压测量	2
4.4.2	电容式触摸	2
4.4.3	MRAM 存储	3
4.4.4	OLED 显示器	3
4.4.5	USB 通信	3
4.4.6	语音生成	3
4.4.7	ZigBee 通信	4

第 5 章 定制血压计

Appendix A 示意图

Appendix B 物料清单

第 1 章

前言

版本修订记录表对本手册各个版本的修订进行了简要总结。

表 1-1. 版本修订记录

日期	修订级别	描述	页数
11/12/07	版本 0	第一稿	

1.1 前言

本设计参考手册提供开发血压计（BMP）参考设计时使用的全部指南和注意事项。它描述了硬件、软件架构、实际采用的封装，以及为创建该系统而开发的专用应用软件。

1.2 手册的目标用户

本文适用于希望了解和学习血压计参考设计、以及希望使用本参考设计的特定部分并将其增加到自己的应用中的应用开发人员。

1.3 参考资料

- *MC9S08QE128 参考手册*
- *MC9S08JM60 数据手册*
- *MR2A16A 数据手册*
- *MPR083 数据手册*
- *MC13202 数据手册*
- *应用笔记 AN3500 – 基于 Flexis QE128 的血压计设计*
- *应用笔记 AN3415 – 基于 HCS08 系列的 OLED 显示驱动*
- *应用笔记 AN2250 – 基于 HCS12 微控制器上的音频再现*

如需了解其他文献资料的相关信息，请访问：www.freescale.com。

第 2 章 介绍

2.1 目标功能

本血压计（BPM）参考设计介绍如何实现一个可以测量动脉血压值的系统。该系统可以提供控制、数据保存、模拟数据获取和连接功能、以及用户界面。这些功能通过使用多款飞思卡尔器件来实现。

本参考设计只用于证明本应用的可行性，并未得到安全应用机构，如美国食品和药品管理局（FDA）第 3 类应用中的使用授权。使用飞思卡尔技术的生产商和设计人员，必须具备该设计的应用领域所涉及的安全和细分法规知识，并且对其产品所涉及的所有法律法规及安全相关的要求，以及飞思卡尔器件在安全相关的应用中的使用负全部责任。

2.2 解决方案优势

以下 BPM 参考设计单元可以用于以后的开发：

- 将 MC9S08JM60 用作连接桥的 USB 通信
- 使用 MC13202 ZigBee 收发器的 2.4 GHz 通信
- MRAM 通信
- 使用 MRAM 保存用户数据
- 接入 MRAM 存储器的 MRAM 驱动
- 使用 OLED 显示屏的用户显示界面
- 使用 MPR083 接近传感器的用户接口
- 使用两个定时器脉宽调制器（TPM）模块的音频反馈

本解决方案的主要优势是开发人员能够使用任意数量的硬件和 / 或软件，并将它重新用于自己的应用程序，从而缩短设计周期和开发时间。

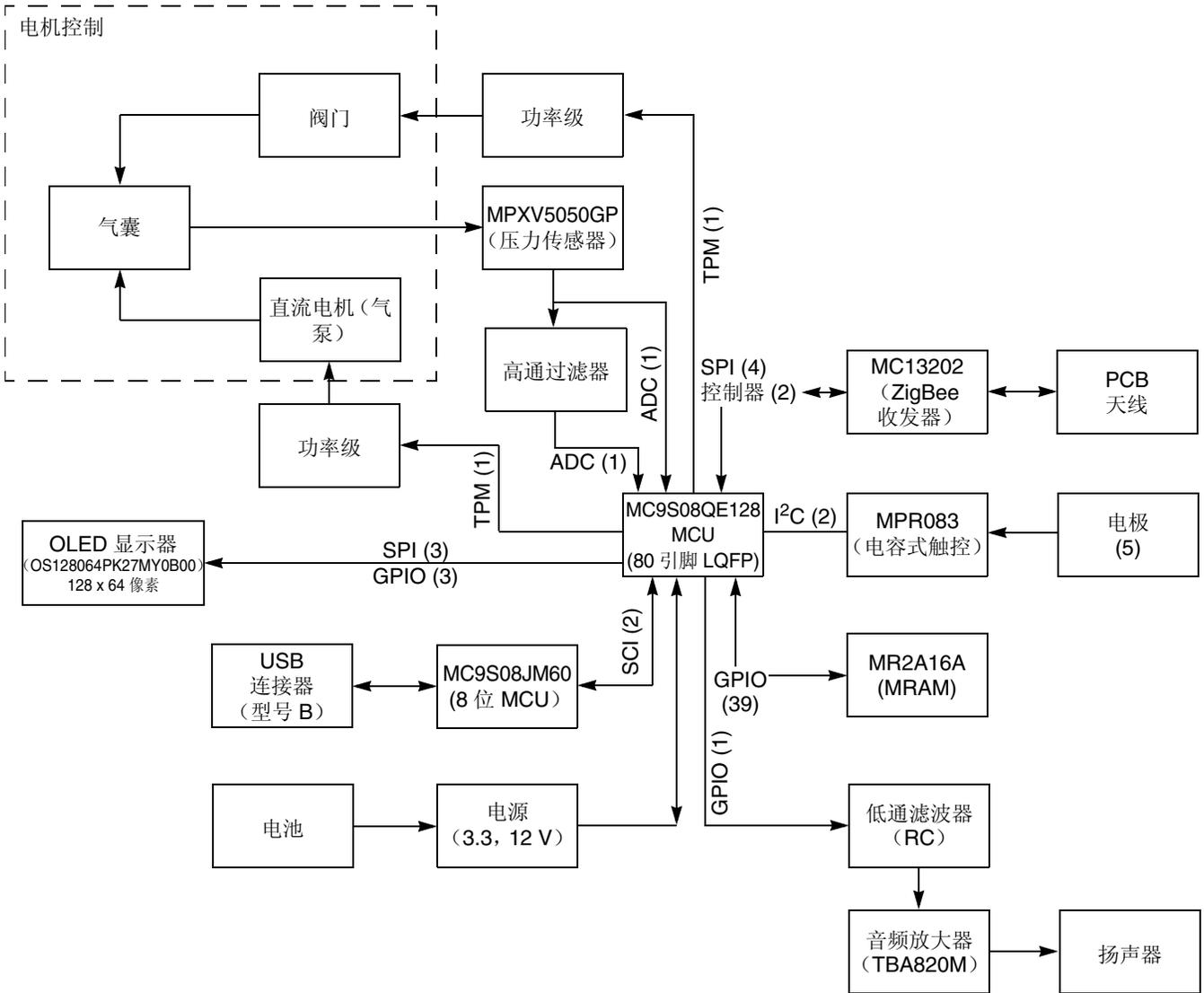


图 2-1. Flexis BPM 参考设计模块图

2.3 快速入门

本小节介绍系统的安装，并对 BPM 参考设计以及如何使用该设计进行了解释。参考设计包括：

- BPM 系统
- 血压计臂带
- PC 软件接口
- 用于 ZigBee 通信的 1321x-SRB（传感器设计参考板卡）

下面介绍安装和运行 BPM 参考设计的一般步骤。

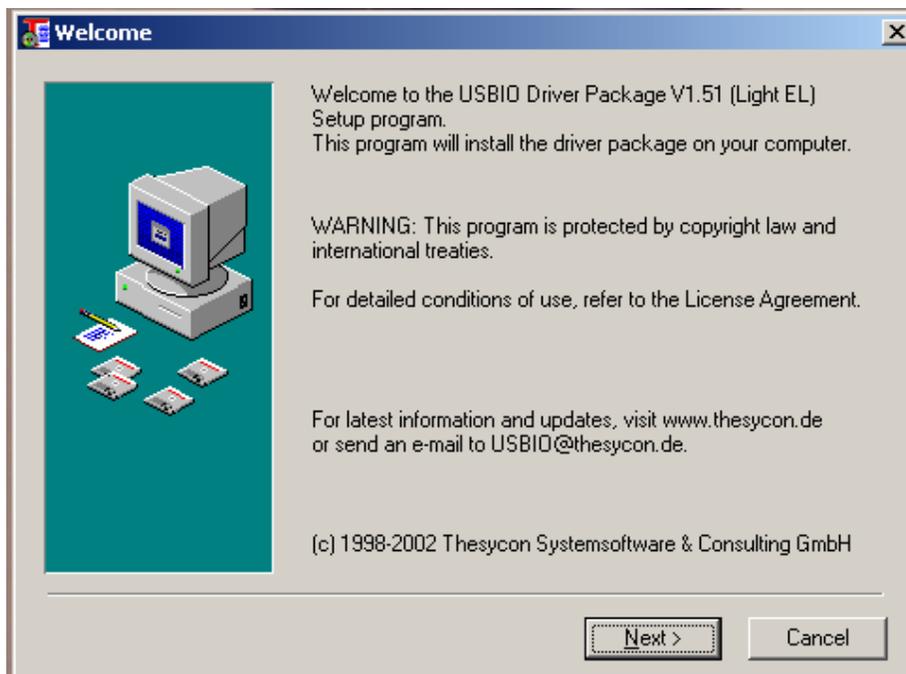
2.3.1 SMAC GUI 安装

安装 PC 端软件，用户借助该软件能够将数据从系统下载到电脑上。安装前，必须确保登录用户具有此电脑的管理权限。

1. 首先，双击飞思卡尔 SMAC GUI 安装程序来启动安装界面。



2. 点击“下一步”按钮。在弹出的窗口中显示 GUI 的安装路径。请注意，不要修改本程序的目的地文件夹，但是可以察看本安装需要的磁盘空间，以及系统的剩余空间。
3. 点击“下一步”按钮并继续。系统开始将必要的文件安装到系统中。安装结束后，将弹出窗口提示安装完成。
4. 弹出 USBIO 驱动程序包安装提示。通过该驱动程序包，可以将 USB 驱动安装到电脑上。



5. 按照提示安装驱动。
6. 当程序安装完该驱动后，弹出“安装完成”窗口。
7. 安装完 USBIO 驱动包后，弹出窗口提示将安装 Freescale ZigBee/802.15.4 MAC COM 设备驱动包。注意，用户只有安装此驱动包后，系统才能正常工作。



安装完这三项驱动后，SMAC GUI 能够在电脑上正常使用。

2.3.2 安装传感器参考板

1. 将传感器参考板卡（SRB）的电源开关置于“OFF”后，将其连接到电脑。
2. 打开 SRB。如果有必要，在电脑上安装新的 USB 硬件驱动程序。



3. 点击“下一步”
4. 系统将自动搜索所需的文件，并将 USB 硬件驱动程序安装到电脑上。完成本安装后，弹出窗口显示“完成已找到的新硬件向导。”
5. 完成上述安装后，下面需要安装 COM 器件。



6. 点击“下一步”。
7. 系统继续安装必须的 DLL 文件。文件安装完毕后，弹出窗口显示“完成已找到的新硬件向导”。
8. 安装好硬件后，带血压计功能的 SRB 可以使用。

注意

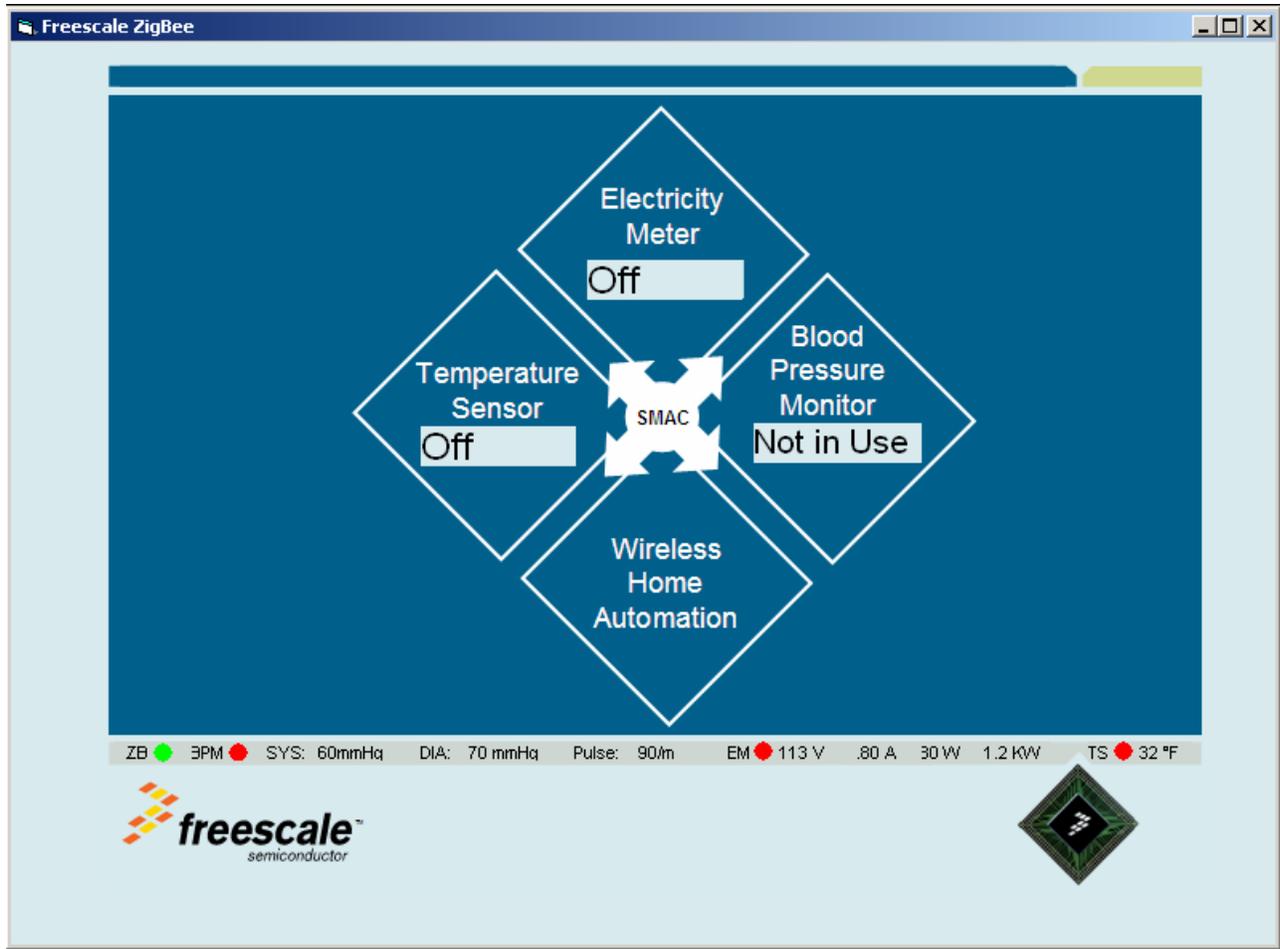
必须同时安装与电脑相连的 2 个传感器参考板卡的 USB 驱动程序。否则，该 PC 不能同 SRB 进行通信。

2.3.3 安装 BPM

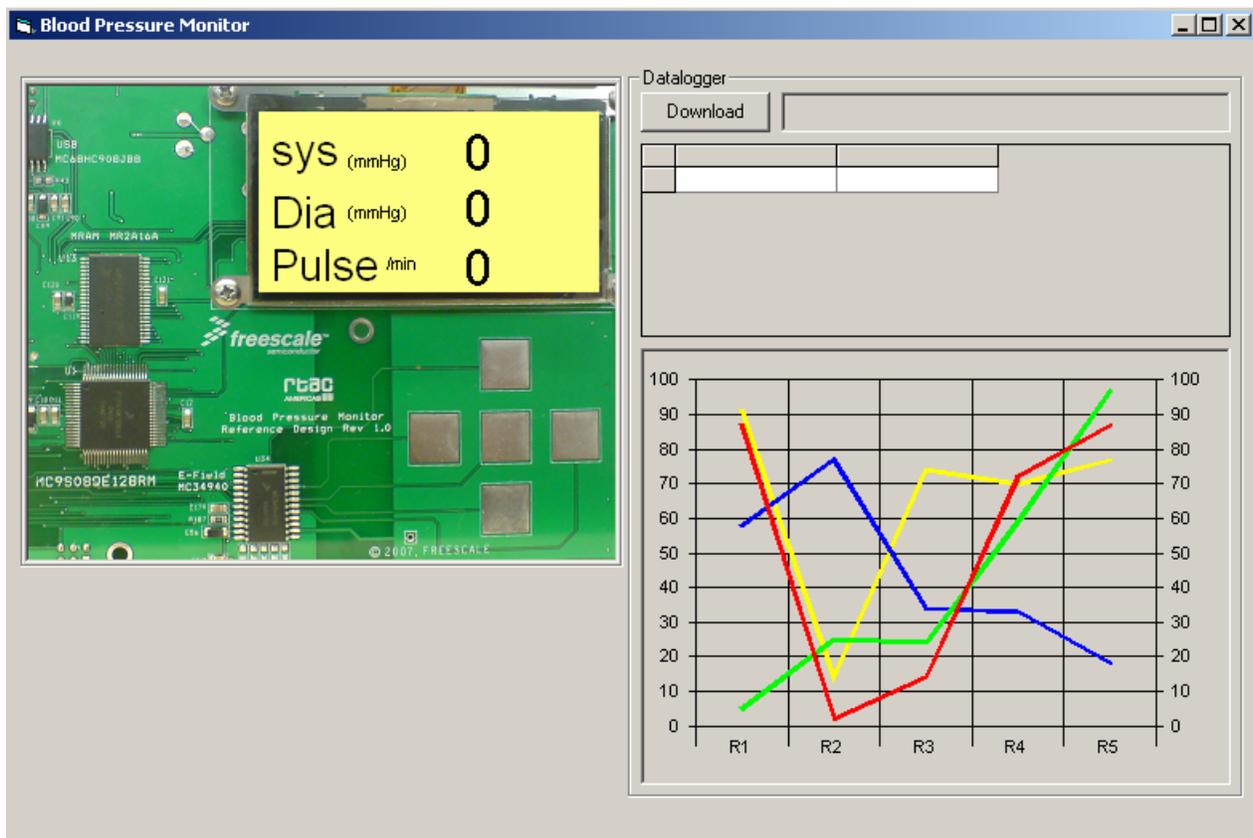
1. 选择需要的 Flexis MCU，并将它放入 BPM 参考设计插座中。下调测量选用 MC9S08QE128，或上调测量选用 MCF51QE128。
2. 对 BPM 参考设计加电。
3. 用 USB 连接线把 BPM 参考设计连接到 PC。连接后，PC 将提示新硬件设备已找到，同时提醒您是否需要安装驱动。



4. 将新驱动安装到电脑上。
5. 从 Windows 开始菜单上，运行 Freescale SMAC GUI。启动后，出现下面的窗口：



6. 在 Freescale SMAC GUI 中，点击血压计图标。通过该图标打开一个新窗口，上面显示血压计前一次使用所保存的图片。



该应用程序现在正在运行。可以使用方向键对整个系统菜单导航，并进行相关设置。用户可以打开或关闭音频，也可以启用或禁用 USB 和无线连接。

2.4 使用血压计

当用户插入血压计时，会出现带 Freescale 图标的闪屏。该图标将从右侧滚动，在达到中心后向下滚动，然后再离开 OLED 显示屏。



在该过程中，压力传感器会逐渐变稳定，并根据大气压自动进行校准。退出闪屏后，出现主屏幕。用户这时可以操作和使用血压计。

2.5 导航

主屏幕包含一个心型图标，下面附有“Start”字样；同时还有一个文件夹图标，带有铁锤和螺丝刀形状，图标下方有“Option”字样。被选中的项将会变得比另一个大，同时图像下方的文字会出现加亮的黄色方框。所有窗口上的变亮区域用来显示已选中的项。

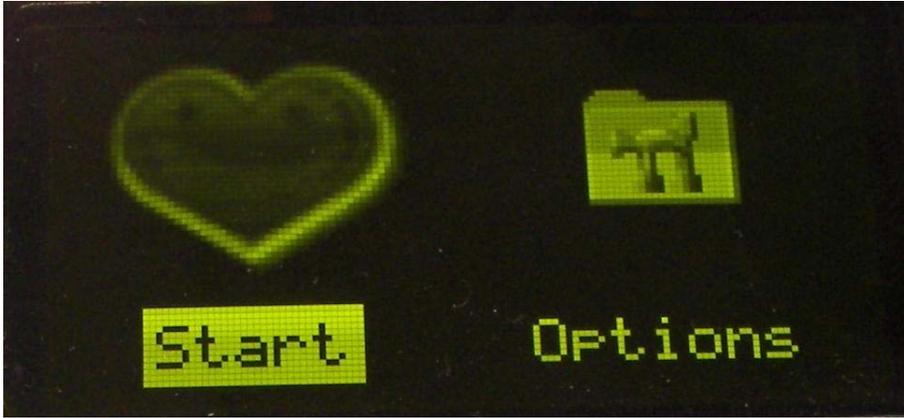


图 2-2. 选择“Start”的主屏幕

按动板卡上的按钮，可以在选项内进行移动。左右按钮可以在“Start”和“Options”之间切换，中间的按钮是“进入”按钮。

如果用户选择“Start”选项，血压计将开始测量血压。

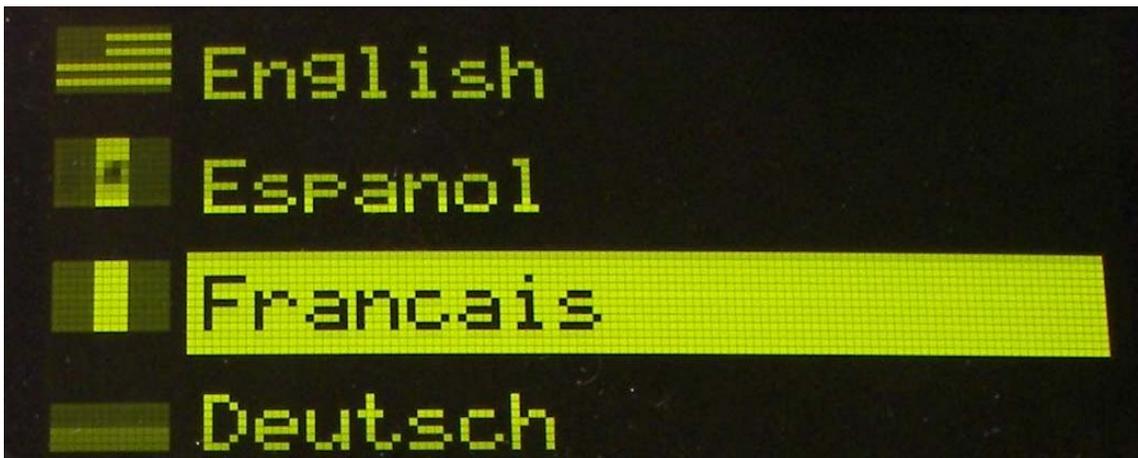
测量完血压后，这时会出现一个窗口，显示系统得到的血压测量值。如果启用了音频功能，用户可以通过血压计里的小型扬声器听到测得的值。

按上下按钮，用户能够看到心脏收缩压、舒张压、脉搏频率的历史测量数据。用户测量完毕后，可以按中间键返回主屏幕。

选择“Options”菜单，用户能够修改血压计高级功能。使用上下按钮，可以完成选项菜单导航。用户还可以按左按钮返回主屏幕。在“Options”菜单内，用户可以修改下方的设置：



Language（语言）：血压计提供英、西、法、德语显示数据。选择其中一种语言，系统将显示命令，用所选择的语言提供音频反馈。



用户选定某种语言后，血压计将返回“Options”菜单，并用新选择的语言显示项目。如果用户无需修改默认的语言设置，按左按钮就可以返回“Options”菜单。

Audio On/Off（音频）：选定音频项后，按中间按钮可以打开或关闭血压计的音频。用户可以通过左边的扬声器图标状态来察看音频是否已打开。下面举例说明打开和关闭音频时显示的图标样子。



图 2-3. 音频打开



图 2-4. 音频关闭

Memory（内存）：在本菜单中，用户可以操作与数据日志相关的选项。同时还能以图形格式察看过去的测量记录。如果要返回“Options”菜单，请按左侧按钮。



第一个选项允许用户将测量结果保存到 MRAM 中。启动存储功能后，血压计将保存最新测得的结果。每次血压计在系统上最多可以保存五条记录（5 个测量集）。



图 2-5. 保存选项打开



图 2-6. 保存选项关闭

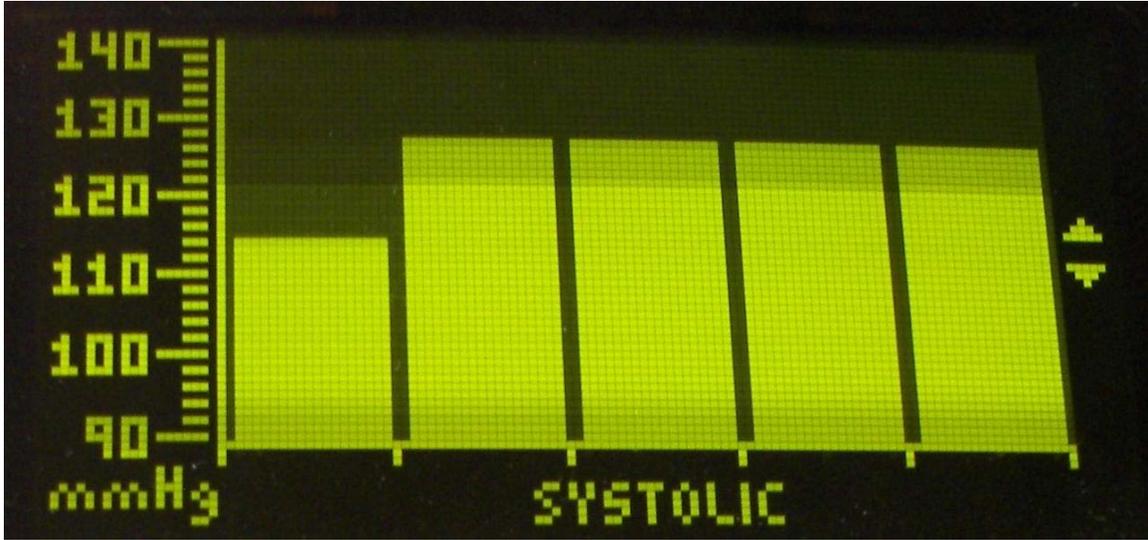
第二个选项将清除 MRAM 上保存的所有数据。



第三个选项支持用户上传并察看血压计测得的历史数据，而且该格式与取到此测量结果时的格式相同。



选择该选项并按下中间按钮，用户将看到得到的心脏收缩压。



在这里，用户可以按动上下按钮，在心脏收缩压、舒张压和心律之间进行切换。用户可以按中间按钮离开该模式，回到“Options”菜单。

Connectivity（连通性）：在该菜单中，用户可以调试血压计功能，并且使用板卡上的 **USB** 连接和 / 或板卡上的无线 **ZigBee** 芯片发送数据。用户通过查看屏幕左侧的图标（与音频图标相同），就能看到当前支持的通信模式。



图 2-7. USB 和无线连接打开

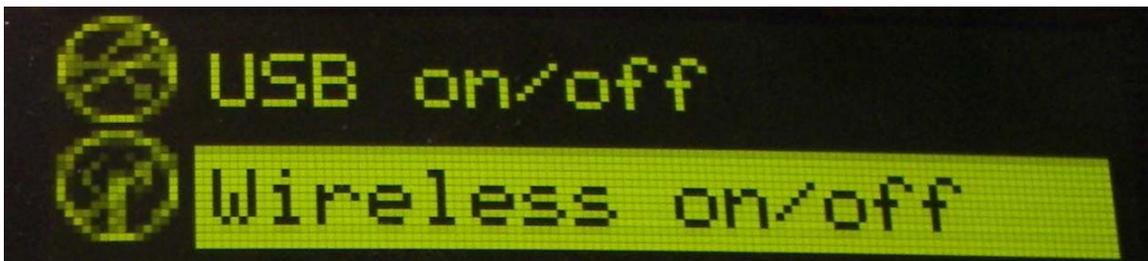


图 2-8. USB 和无线连接关闭

要返回“Options”菜单，请按左侧按钮。

Periodical Measurements（定期测量）：该功能支持血压计按照规定间歇（如 5、10、15 和 20 分钟）进行测量。在用户选定某个选项后，血压计将返回选项菜单。不用做任何修改，它也可以返回“Options”菜单。血压计将根据选择的时间间隔进行定期测量。

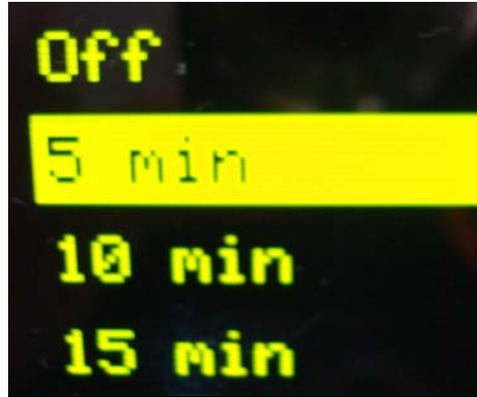
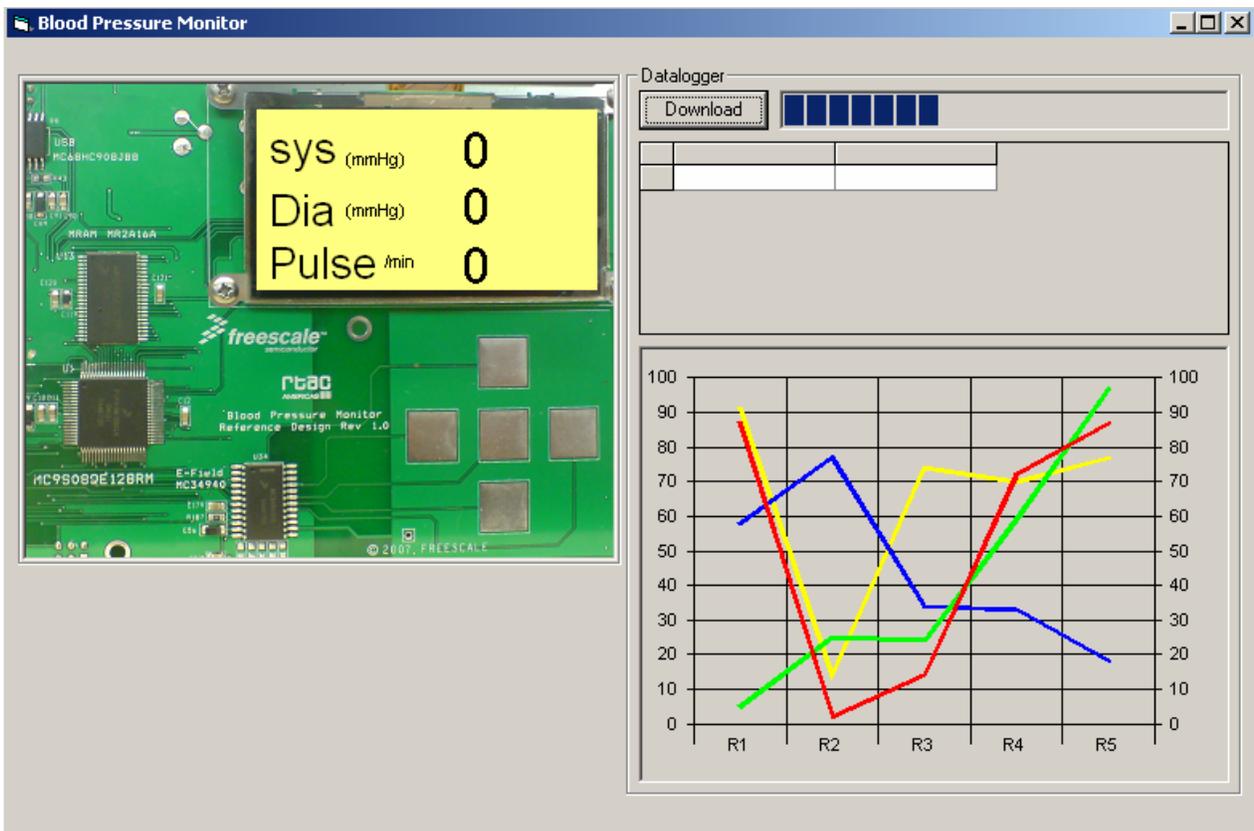


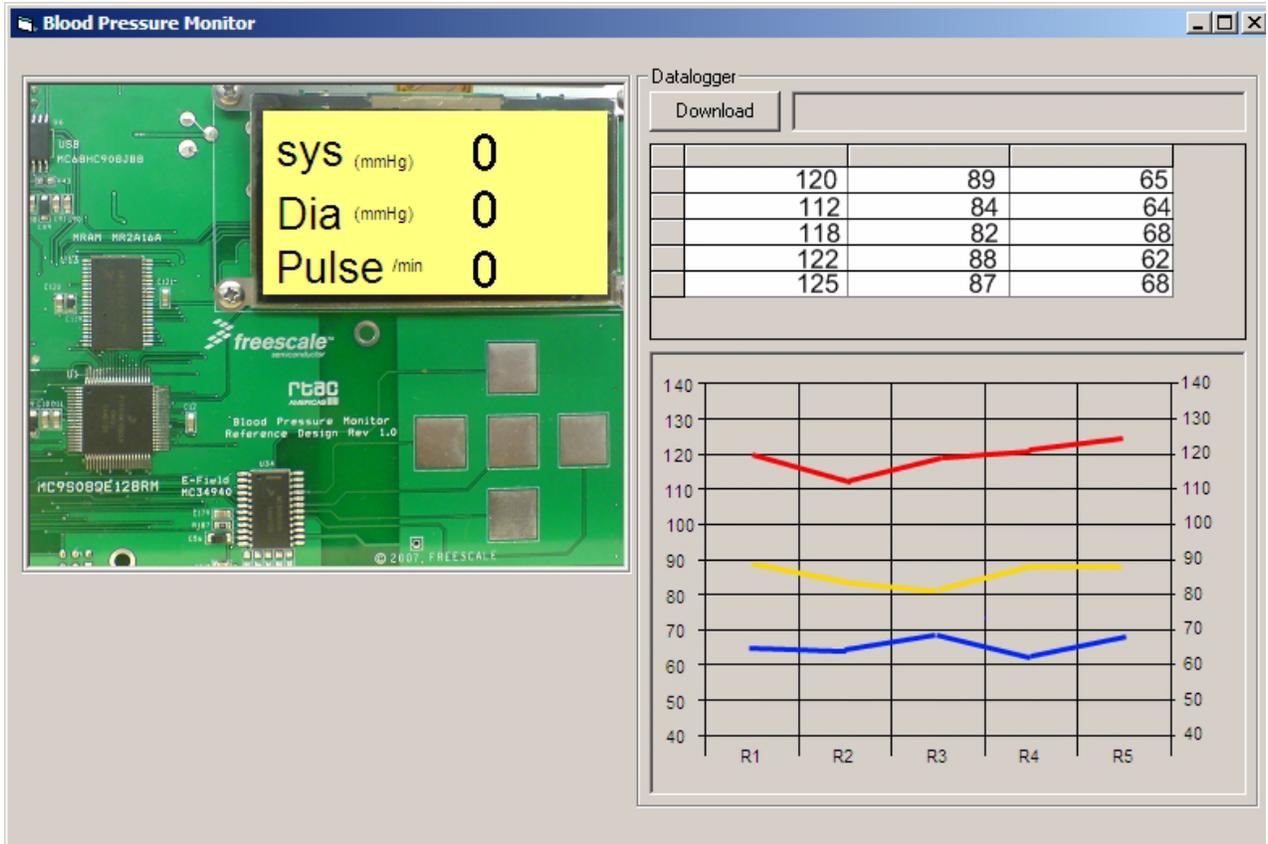
图 2-9. 定期测量

2.6 将数据发送至 PC

当血压计通过 USB 连接到 PC 上时，用户可以把从系统上获得的最后五次测量值下载下来。为了完成该操作，用户需要从 Home Automation（家庭自动化）用户界面上打开血压窗口。在打开的新窗口中，用户可以点击窗口右侧上方的下载按钮。然后用户界面将从血压计上下载最后五条测量记录。



完成该操作后，表中将显示最后五条测量信息，并且表下方的屏幕将以图表方式显示。



该特性允许用户将血压计连接到 PC 上，并且检索病人以前的测量结果。

第 3 章 硬件描述

3.1 介绍

BPM PCB 设计旨在隔离系统的不同模块，以避免耦合噪音进入仪表放大器线路。使用 0 W 电阻器把功率分成若干块，以便于调试。这些电阻器可以用铁氧体替换，以抑制 EMI 及板卡不同位置产生的噪音。电源使用星型接地法。

该板的另一个特性是测试插座，它能轻松完成 S08 和 ColdFire 器件之间的更换。

本小节提供飞思卡尔 BPM 系统，以及参考设计中使用的飞思卡尔元件的技术描述。这些飞思卡尔元件包括：

- Flexis MC9S08QE128 微控制器
- Flexis MCF51QE128 微控制器
- MPR083 接近传感器
- MR2A16A MRAM
- MC9S08JM60 微控制器
- MC13202 ZigBee 收发器
- MPXV5050 压力传感器
- OSRAM Pictiva OLED 显示屏 OS128064PK27MY0B00

3.2 操作环境

- 输入电压：9 VDC
- 输入电流：最低 800 mA，最高 1 A
- 操作温度：0 至 65 °C
- 操作湿度：T_A 40 °C 时，最大湿度为 90% RH

3.3 Flexis MC9S08QE128 和 MCF51QE128 微控制器

Flexis QE128 微控制器是飞思卡尔开创的同时兼容 8 位和 32 位的器件。它们提供其他产品无法相比的兼容性，而且带普通片上外设和开发工具集。它们保持了引脚到引脚的兼容性，这样开发人员就可以创建通用的硬件平台，并且将该平台用于支持具有不同计算功能的多种产品。

Flexis QE128 的特性：

- 在供电电压为 2.1 V–3.6 V 时，CPU 频率高达 50 MHz；1.8 V–2.1 V 时，CPU 频率为 20 MHz；温度范围为 –40 °C 至 85 °C。
- 128 KB Flash 和 8 KB RAM
- 外设时钟使能寄存器，禁用未使用模块的时钟
- 增强型 24 通道，12 位模数转换器（ADC）

3.3.1 MC9S08QE128 微控制器

MC9S08QE128 MCU 是飞思卡尔 8 位微控制器系列中集成度很高的一款产品。该产品系列基于高性能、低功耗的 HCS08 内核。MC9S08QE128 MCU 包括后台调试系统，以及具备实时总线捕获功能的片上仿真器（ICE），从而提供单线路调试和仿真接口。此外，它还包括可编程 16 位定时器 / 脉宽调制模块。该模块是同类产品中最灵活、最经济高效的。这款小体积的、高度集成的 MC9S08QE128 MCU 将飞思卡尔外设进行多样化组合，同时还提供 HCS08 内核的高级特性，例如将最大性能降低至 1.8 V 供电来延长电池使用寿命，业内领先的闪存和创新性的开发支持。

MC9S08QE128 的特性：

- 最多可支持 32 个中断 / 复位源
- 新 MMU 允许使用 4 MB 直接分页
- 新线性地址指针，便于访问 MCU 上的所有内存空间
- 16 引脚的 SET/CLR/TOGGLE 寄存器（PTC 和 PTE）

3.3.2 MCF51QE128 微控制器

MCF51QE128 微控制器将 ColdFire 系列的低端扩展为 128KB Flash 内存和 24 信道、12 位的模数转换器（ADC）。32 位的 QE128 包括 3.3 V 电压、50.33 MHz CPU 内核及便于电机控制的 3 个定时器。

MCF51QE128 的特性：

- ColdFire V1 指令集修订版本 C
- 最多可支持 30 个外设中断请求和 7 个软件中断
- 单线后台调试接口
- Rapid GPIO 的 16 位同 CPU 的高速本地总线连接，提供设置、清除和反转功能

3.4 MPR083 接近传感器

MPR083 是由 IIC 驱动的电容式触摸传感控制器，对控制 8 位环形的电容式阵列进行了优化。该器件提供三种输出机制和多种配置选项，因而能满足大量应用的需求。

飞思卡尔半导体 MPR083 接近式电容触摸传感控制器，主要用来检测电容式触摸面板状态。MPR083 为设计人员提供了一种经济高效的方法，用来替代控制面板应用中机械旋钮开关。

MPR083 使用 IIC 接口与配置该操作的主机进行通信，同时以中断方式向主机通告状态的变化。MPR083 还包括压电蜂鸣器驱动，该驱动提供声音反馈，以模拟机械锁声音。

MPR083 的特性：

- 操作电压：1.8 V – 3.6 V
- 平均电流：150 μ A
- 35 μ A 低功率模式
- 多种低功耗模式响应时间（10 ms–10 s）

3.5 MR2A16A 异步磁阻随机存储器（MRAM）

MR2A16A 是以 16 位的 262、144 字形式组织的 4、194 和 304 位磁阻随机存储器（MRAM）。MR2A16A 配有芯片使能（E）、写入使能（W）和输出使能（G）引脚，因而系统设计非常灵活，并且不会与总线发生冲突。由于 MR2A16A 拥有单独的字节使能控制（LB 和 UB），所以可以随意读写单个字节。

MRAM 是非易失性存储器技术，它能在电源中断时提供数据保护，而且不需要定期刷新。MR2A16A 是理想的存储器解决方案，适合必须永久保存和快速检索关键数据的应用。

MR2A16A 的特性：

- 单个 3.3 V 电源
- 操作温度范围：(0 鹗 -- 70 鹗)
- 灵活的数据总线控制 — 8 位或 16 位宽度
- 地址和芯片使能访问次数相等
- 带低电压抑制电路的自动数据保护功能，可以预防停电时写入
- 所有输入和输出都兼容 TTL 逻辑
- 完全的非易失性操作，数据至少保存 10 年

3.6 MC9S08JM60 微控制器

MC9S08JM60 系列 MCU 是 8 位微控制器单元 (MCU) 中低成本、高性能的 HCS08 系列成员。JM 系列包括完全兼容的全速 USB 2.0 器件外设。该外设支持用户同 PC 或其他 USB 主机相连。

MC9S08JM60 的特性：

- 频率：48 MHz CPU
- 操作电压：2.7 V - 5.5 V
- 60 KB 片上 Flash
- 4 KB 片上 RAM
- 全速 USB 2.0 (12 Mbps)，包括专用的片上 3.3 V 稳压器；支持控制、中断、同步和批量传输；支持端点 0 和 6 个附加端点；端点 5 和 6 能够组合起来，提供双倍的高速缓冲功能。

3.7 MC13202 ZigBee 收发器

MC13202 是短距离、低功率的 2.4GHz 工业、科技和医药 (ISM) 波段收发器。MC13202 包含完整的分组数据调制解调器，该解调器符合 IEEE 802.15.4 标准 PHY(物理)层。因此能够开发基于 802.15.4 分组结构和调制格式的专有点到点星型网络。

MC13202 同适当的微控制器 (MCU) 组合，提供了一款经济高效的解决方案，主要用于短距离链路和网络。使用四线串行外设接口 (SPI) 连接和中断请求输出，可以完成同 MCU 的接口连接。这类输出适用于各种处理器。

MC13202 的特性：

- 电源范围：2.0 V - 3.4 V
- 操作温度：-40 鹗 至 85 鹗
- 缓冲收发数据包，简化 MCU 应用
- 3 种电源 stop 模式，用于节电
- 两个内部 16 位时钟比较器
- 供 MCU 使用的可编程频率时钟输出
- 7 个通用输入 / 输出 (GPIO) 端口

3.8 MPXV5050 压力传感器

MPX5050/MPXV5050G 系列压阻传感器结合先进的微机械加工技术、薄膜敷金属法、双极加工，提供精确的高级模拟输出信号。该信号与应用的压力成正比。

MPXV5050 的特性：

- 在 0 °C – 85 °C 的范围内，最大误差为 2.5%
- 非常适合基于微处理器或微控制器的系统
- 在 -40 °C 至 125 °C 的温度范围内提供温度补偿
- 获专利的芯片剪应力变形测量器

3.9 OSRAM Pictiva OLED 显示器 OS128064PK27MY0B00

OLED 显示器采用自发光技术，所需功率通常低于 LCD 照明。这些显示器只有有像素时才耗电，这使得 OLED 显示器成为电池充电应用的理想之选。本应用中具体使用的 OLED 为 128 x 64 像素显示器，由串行端口驱动。OLED 包括 4 级灰度显示器，每个 OLED 像素有 16 个不同亮度。

3.10 PCB 布局图

本节介绍了 PCB 底层和顶层。如需下载 Gerber 文件，请访问：www.freescale.com。

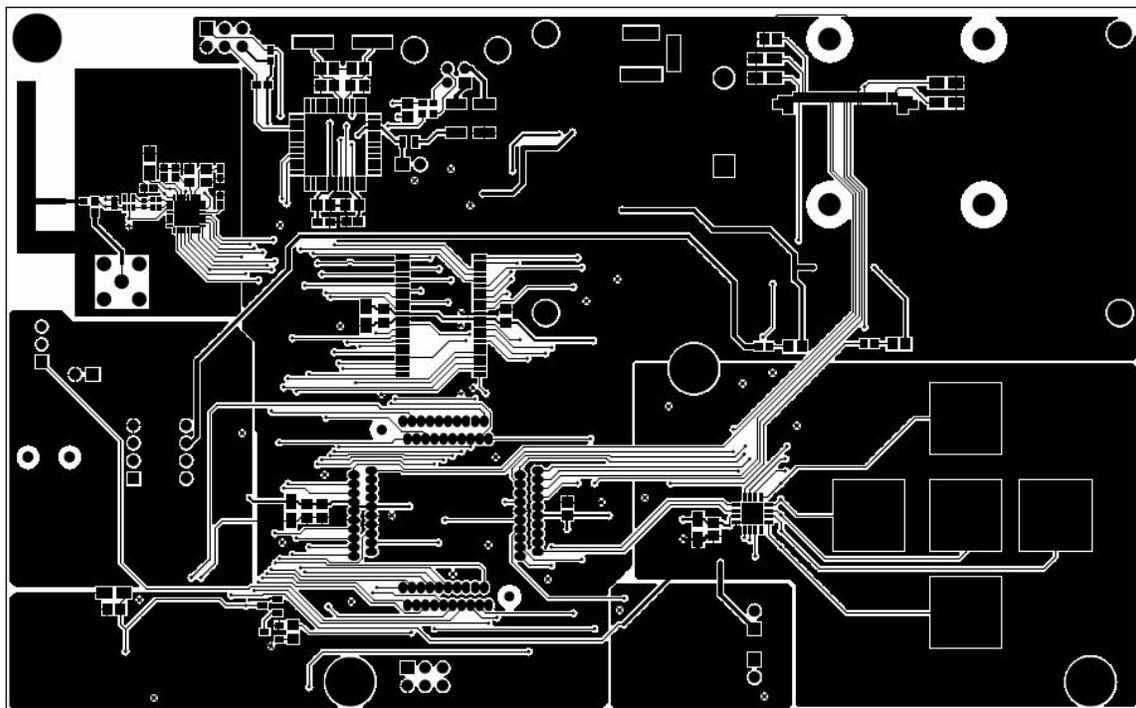


图 3-1. 顶层

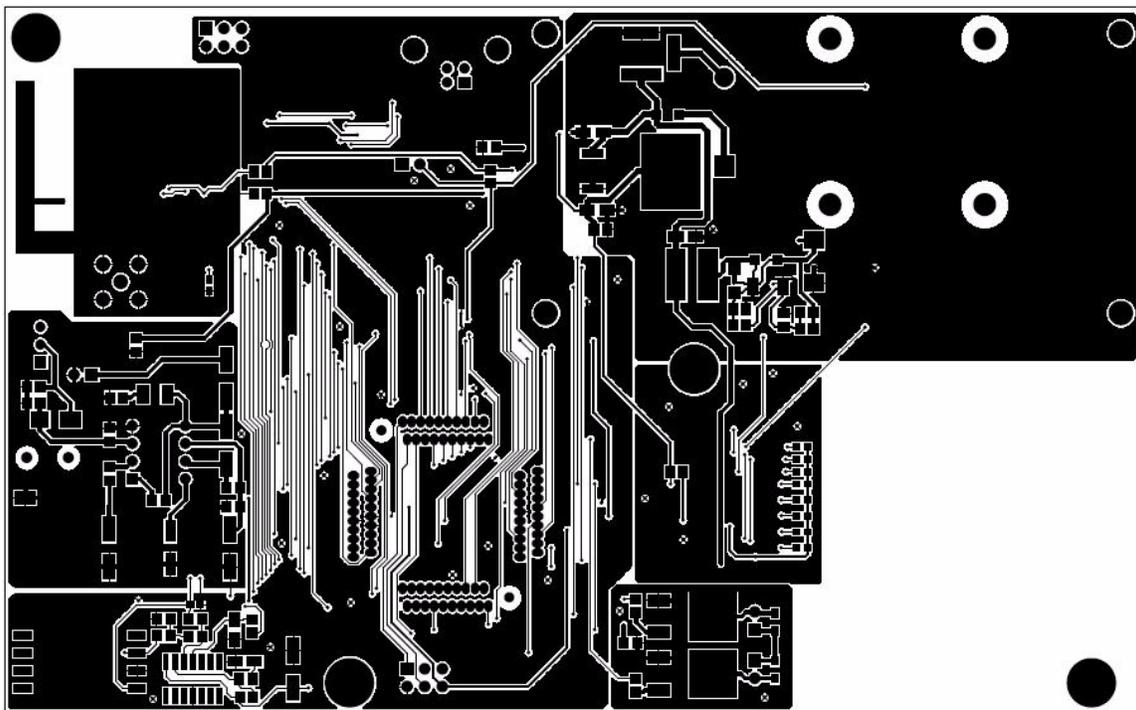


图 3-2. 底层

3.10.1 机械特征

3.10.1.1 导体宽度和间隔

PCB 呈长方形，体积为 6.45x4x0.064。

电源线和信号线的线宽和间隔如下表所示：

分类	宽度	间隔
常规信号线	10	10
电源线	20	10

承载更多电流的线路，如用于 Darlington 晶体管的集电线路，其宽度为 15mm。确定线路宽度后，还应考虑电流值和铜的厚度。标准钻孔大小可以保证其可生产性及生产的便利性。

3.10.1.2 线路角度

PCB 线路方向发生急剧变化，会产生 RFI，这就像阻抗中断，会产生相应的辐射。在 HCMOS 设计中，要保证线路方向的变化不能为 90 度，这一点非常重要。此外，从机械角度看，90 度角更容易同电路板分开。

3.10.1.3 布局

将元件定位在电路板时，应考虑与外罩的接口，还需考虑与系统输出的连接。压力传感器安置在紧连臂带的入口附近。要特别注意隔离板上的 RF 段，避免噪音耦合到发射器中。电路板包含不同的安装孔，可以用来装配系统外盖和 OLED。

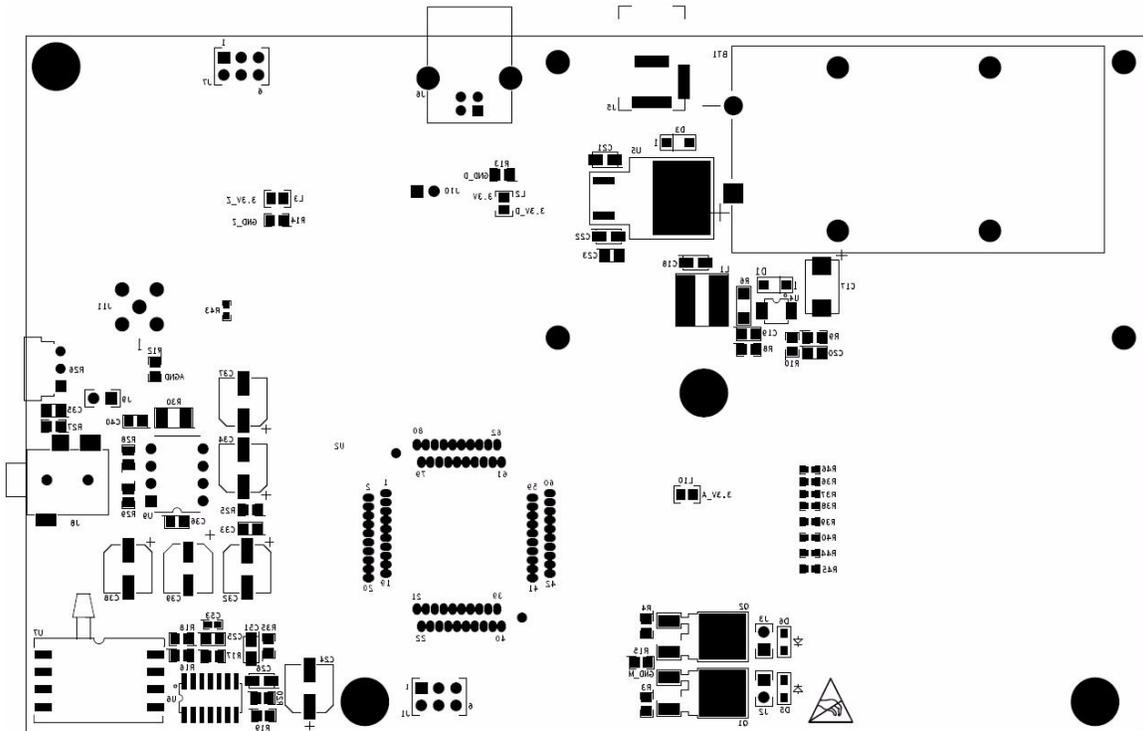


图 3-3. 顶部布置和标记

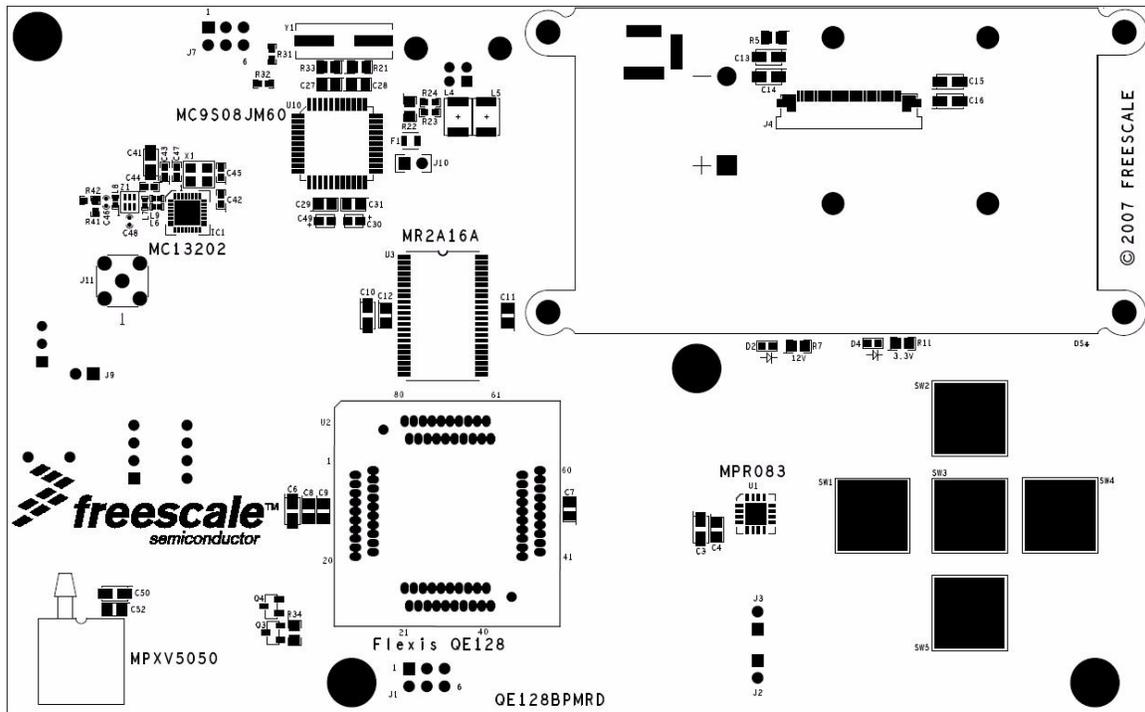


图 3-4. 底部布置和标记

3.10.1.4 标记

电路板上标记了所有部件及各种电源和接地信号。两个 LED 指示 3.3 V 电源（数字、模拟和 RF 段）和 12 V 电源（用于 OLED 和音频放大器）的状态。

表 3-1 列出了本章各图中使用到的电源及其对应的信号。

表 3-1. 信号

名称	信号
3.3 V	用于数字、RF 和模拟模块的 3.3 V 普通电源
3.3 V_D	数字模块（Flexis 和 JM60 MCU）的电源
3.3 V_Z	RF 模块电源
3.3 V_A	用于模拟模块（仪器放大器和 MPR083 器件）的 3.3 V 电源
GND_D	数字接地
GND_Z	RF 接地
GND_A	模拟接地
GND_M	电机模块接地

第 4 章

嵌入式软件描述

本章介绍血压计演示系统的所有软件模块。

4.1 介绍

血压计的作用是显示病人的脉压（心脏收缩压减去舒张压）。在病人手臂围上臂带，然后测得空气进出系统时的压力及压差，即可测得脉压。此外，血压监控器还必须要能够执行大量其他功能，如：

- 显示信息
- 提供音频反馈
- 保留统计记录
- 使用 USB 或 ZigBee 通信，向 PC 发送统计反馈信息，以便进一步分析

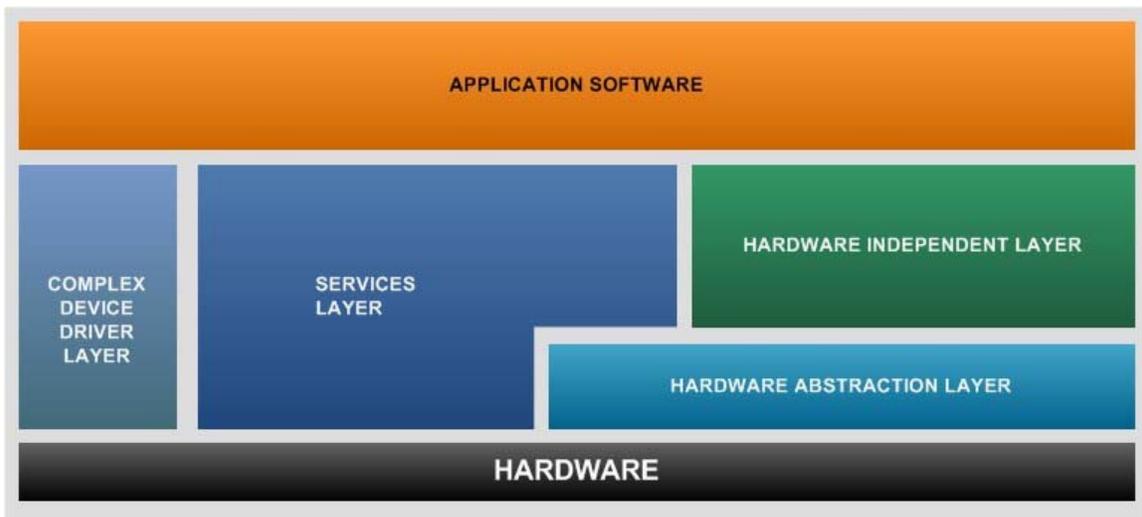
4.2 软件设计目标

软件设计要实现如下目标：

- 模块化：软件必须完全模块化，并尽可能减少相互之间的关联性。模块化应当体现在轻松进行修改，轻松添加新功能、新模块，还体现在轻松修改现有模块上。
- 互操作性：模块不能导致阻塞，这样才可能让其他模块保持最新。

4.3 软件架构

血压计软件架构的设计方法：应用软件可以在 `main.c` 文件中找到；`main()` 程序从这里调用不同的服务程序和硬件特性。服务程序和 MCU 的硬件直接联系。硬件包含一个硬件抽象层，它能轻松实现到其他 MCU 的移植。实时时钟（RTC）可以视为能够为其他功能服务的综合驱动，并且充当系统时钟。与时间触发功能相关的所有模块都采用来自 RTC 的参考时钟。



事实上，每个模块都有自己的 .c 文件，以用来简化在代码中添加、减少模块的过程。

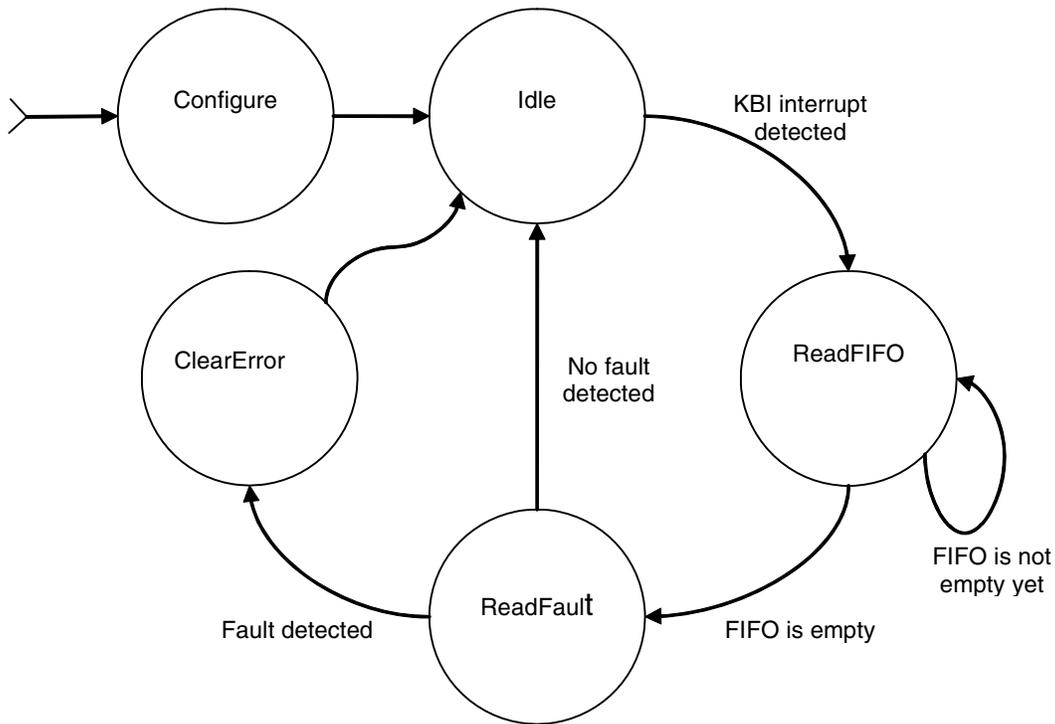
4.4 软件

4.4.1 血压测量

血压测量是该应用程序中硬件独立层的一部分。该模块以状态机的形式工作，并且从主环路调用。在未进行测量时，系统处于“空闲”状态 -- 当测量开始时，状态机开始变化。然后它启动压力传感器、RTC 和 TPM 模块。接下来，系统根据必要的测量对臂带进行充气。无论何时开始测量，RTC 每过 1 毫秒就会获得臂带压力与经过高通滤波器的 ADC 测量值。血压计状态机通过控制电机和使用 MCU 里的 TPM 模块，将该测量用来调整充气级别。在完成测量后，系统禁用所有未使用的模块，然后返回空闲状态。

4.4.2 电容式触摸

使用应用主环路中运行的状态机，可以对传感器进行控制。它定期调用，而且为非阻塞模式。该状态机使用的是管理微控制器 IIC 和 KBI 模块的硬件抽象层。下图是所使用的状态机：



初始时，MPR083 被配置成与中断一起使用，因此需要时，传感器的 IRQ 输出会唤醒 MCU（使用 KBI 引脚）。在配置写完后，状态机进入空闲状态，在此期间它会检查传感器触摸事件中生成的 KBI 中断。

在检测到触摸后，状态机开始读取 MPR083 中的 FIFO（先进先出）寄存器。由于 FIFO 寄存器能够保存 30 条触摸事件的值，它一直读完所有的值才会停止读取，而且最后一个值是要使用的值。按下的电极值保存在全局变量中，另一个变量则被用来判断按键是按下还是松开状态。

传感器中的故障寄存器可以决定是将一个还是多个电极与 V_{DD} 或 V_{SS} 短接。在确定故障后，如果该障碍还未清除，那就不对传感器电极进行扫描。

这就是为什么在读取 FIFO 寄存器后，程序会读取故障寄存器并检查错误的原因。如果没有检测到错误，状态机会再次进入空闲状态。

1. 写入配置寄存器，停止电极扫描（停止模式）
2. 写入故障寄存器，清除故障状况
3. 写入配置寄存器，重新启动电极扫描（运行模式）

在完成这些步骤后，状态机重新进入空闲状态，以检查其他电极触摸事件。

4.4.3 MRAM 存储

系统使用 MRAM 保存数据。要完成该操作，MCU 会显示供 MRAM 使用的 8 个完整端口。MRAM 属于硬件独立层的一部分，并且被语音生成模块用来读取要重新生成的原始音频。血压计采用 MRAM 来保存最新的五组读数。

4.4.4 OLED 显示器

OLED 显示器驱动直接由应用笔记 AN3415 提供。在该应用笔记中，应采取所有必须的步骤来启动、初始化和使用 OLED 显示器。

系统使用 SPI 端口，将命令和数据发送到 OLED 显示器中。该系统还控制 12 V 电源（该电源为显示器供电），因此可以通过关闭 OLED 显示器来省电。该驱动上实施的重要修改是在两次显示刷新之间设置了 200 毫秒的间隔。使用 RTC 中断累计计数器，可以添加这个时间间隔。演示所用的主状态机将指示要显示的是哪个屏幕，以及要使用的语言。

4.4.5 USB 通信

使用 HC9S08JM60，可以进行 USB 通信。HC9S08JM60 在 PC 和 Flexis 微控制器之间充当桥梁。HC9S08JM60 的通信由 SCI 端口完成。所有数据请求由 PC 完成初始化，并由 HC9S08JM60 延迟。无论 Flexis 器件何时通过 SCI 中断接收到新请求，它都要检查 USB 通信是否已经启动。如果该通信已启动，那么它会通过 SCI 返回被请求的数据。

HC9S08JM60 上实施的程序是一个简单应用：MCU 等待并通过 USB 或 SCI 端口接收数据，然后将该数据放入到其他总线中。

4.4.6 语音生成

所有语音命令由 OLED 状态机发起，并且在采样定时器溢出时通过中断进一步更新。使用两种 TPM 模块，可以完成语音生成：一个信道被用来设置音频的采样频率，另一个信道被用来创建 PWM 频率。PWM 频率然后通过音频滤波器发射，并在此变成固定振幅后发送至扬声器。该频率不断重复，直到从音频文件中得到新的采样值为止。然后，新采样值会被放到快速频率里面。这些信号的时序如下所示：



每当有采样中断时，都会有箭头来表示。在那个时间点，系统会读取音频文件，并设置 PWM 频率以生成音频。在出现下一个采样中断前，这个 PWM 频率将一直保持有效。该过程会持续到音频文件结束。到那时，系统会停止生成 PWM。

为了生成音频，系统需要使用 MRAM 中保存的文件。这些是使用 8 位采样尺寸的原始音频文件，采样频率为 8kHz。该采样频率提供的音频能够实现同电话一样的声音质量。需要注意的是，该流程可以通过较高的采样频率完成，并且生成全音频。系统所要求的唯一修改是提供足够的内存，以便保存更大的音频文件。

4.4.7 ZigBee 通信

血压计上的 ZigBee 通信由连到 MC13202 SPI 接口和 6 个独立的输入 / 输出端口实现，其中 IRQ 引脚也包括在内。当收发器包含要发送给 MCU 的信息时，IRQ 引脚会发送信号。无论系统何时显示测得的数据，由 ZigBee 测得的数据都可以在 OLED 状态机内进行传输。状态机会检测、察看 ZigBee 通信是否已经启动。如果已经启动，它会在 ZigBee 发射缓冲器中设置收缩压，并通过 SPI 将缓冲发送到收发器中，然后再要求收发器发射缓冲。在舒张压及同时获得的脉搏速率中，这一流程将重复发生。由于所有 ZigBee 通信都由血压计发起，因此只要系统停止发送信息，收发器就会被禁用，而与 MCU 中相关的所有外设也同样会被禁用。

第 5 章

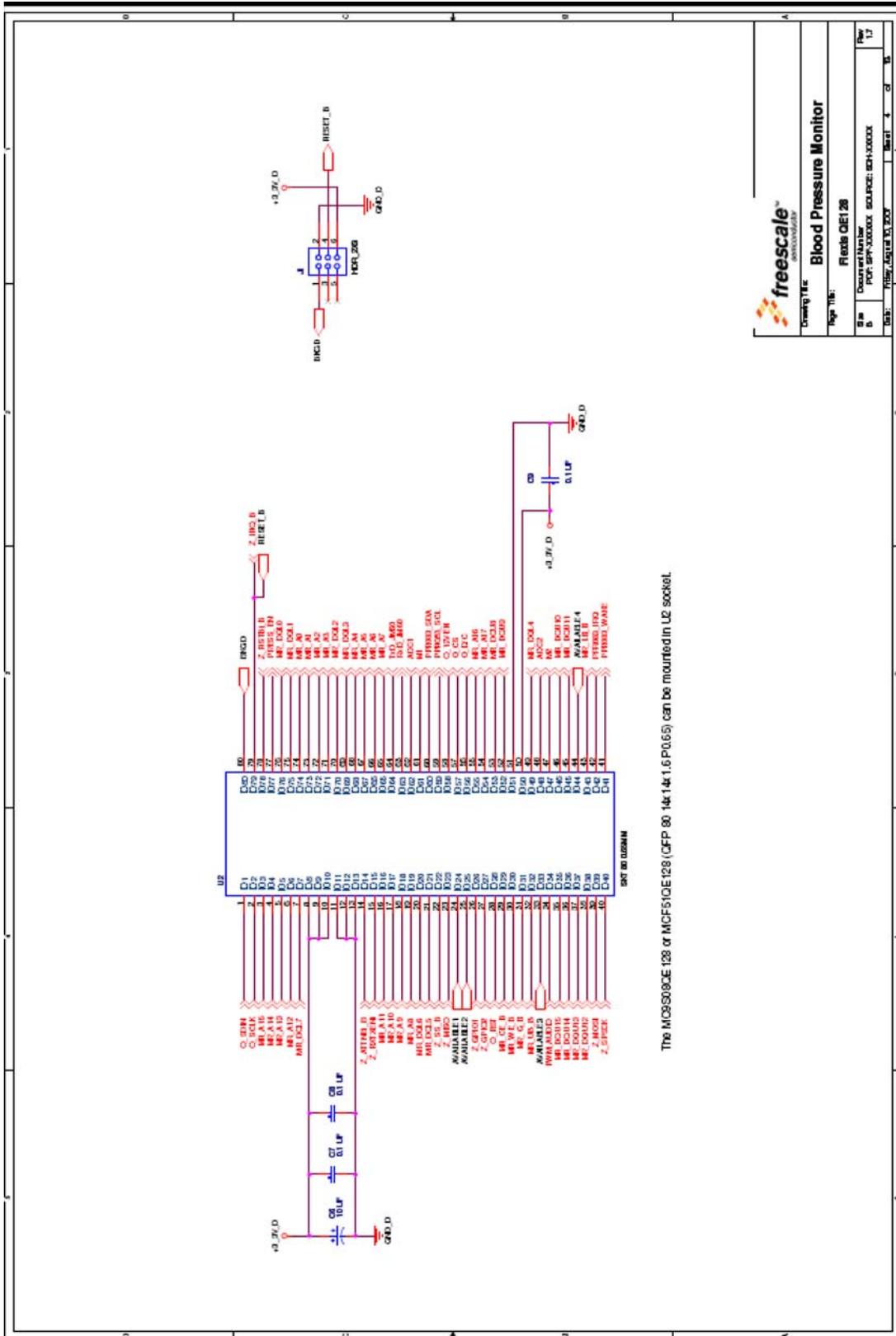
定制血压计

您可以根据自己的应用需求，使用血压计的任何部分。例如，如果您希望通过 MRAM 与某项应用进行通信，那么只需要把 MRAM.h 文件添加到代码中即可，同时需要公布地址、数据端口和控制位。

同理，在任何应用中，也可以考虑和添加 OLED 显示器。OLED.c 文件包含使用 OLED 显示器的所有必要功能。如果您希望在其他应用中使用 OLED 显示器，那就需要在代码中添加 OLED.h 文件，修改 SPI、OLED 复位引脚、12 V 使能引脚和数据 / 命令引脚的引脚声明。

Appendix A

示意图



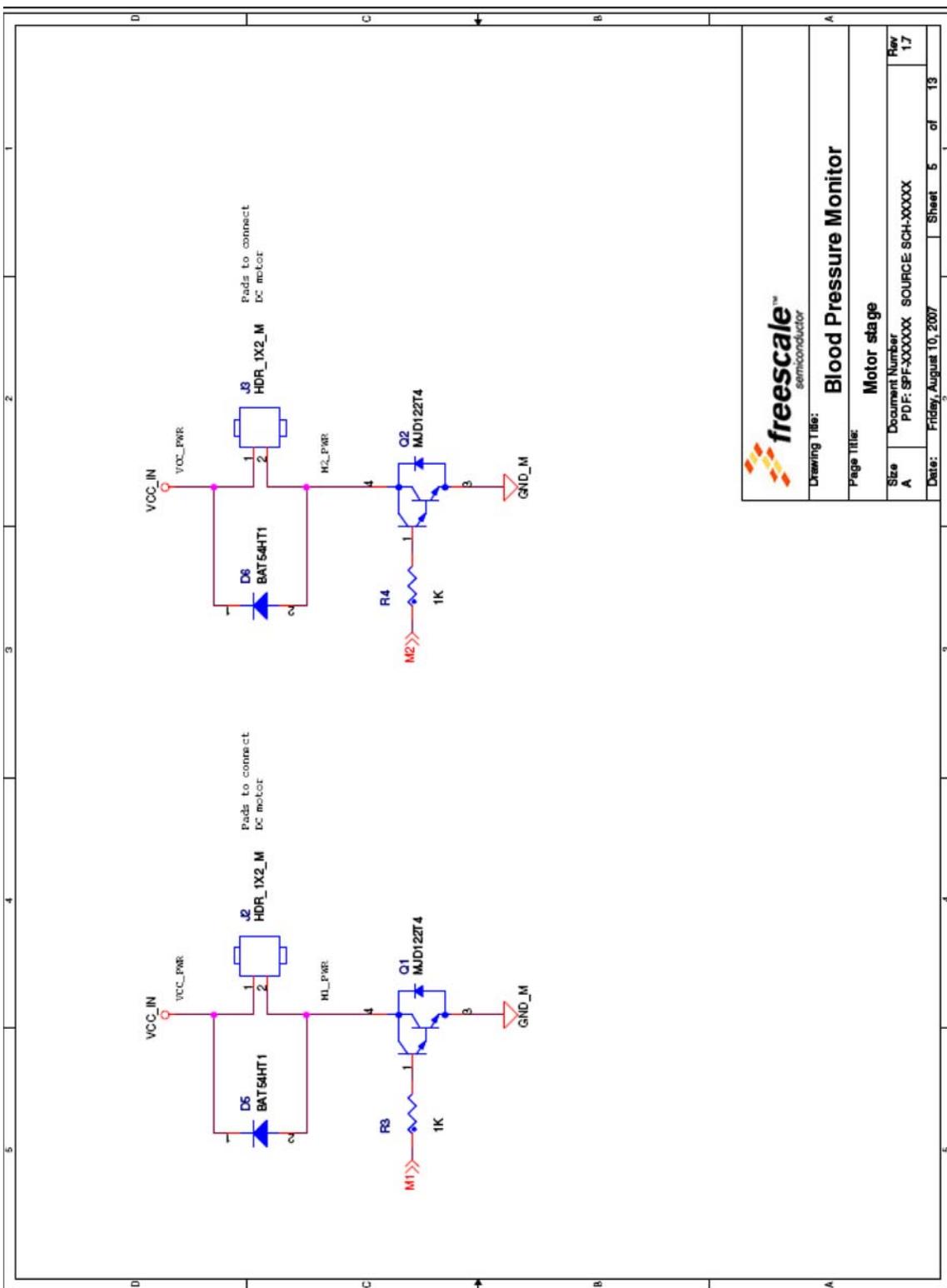
freescale
SEMICONDUCTORS

Document Number
Flexis QE128

Doc ID Number
 9743

Source
 SCH-XXXXX

Rev
 1.7



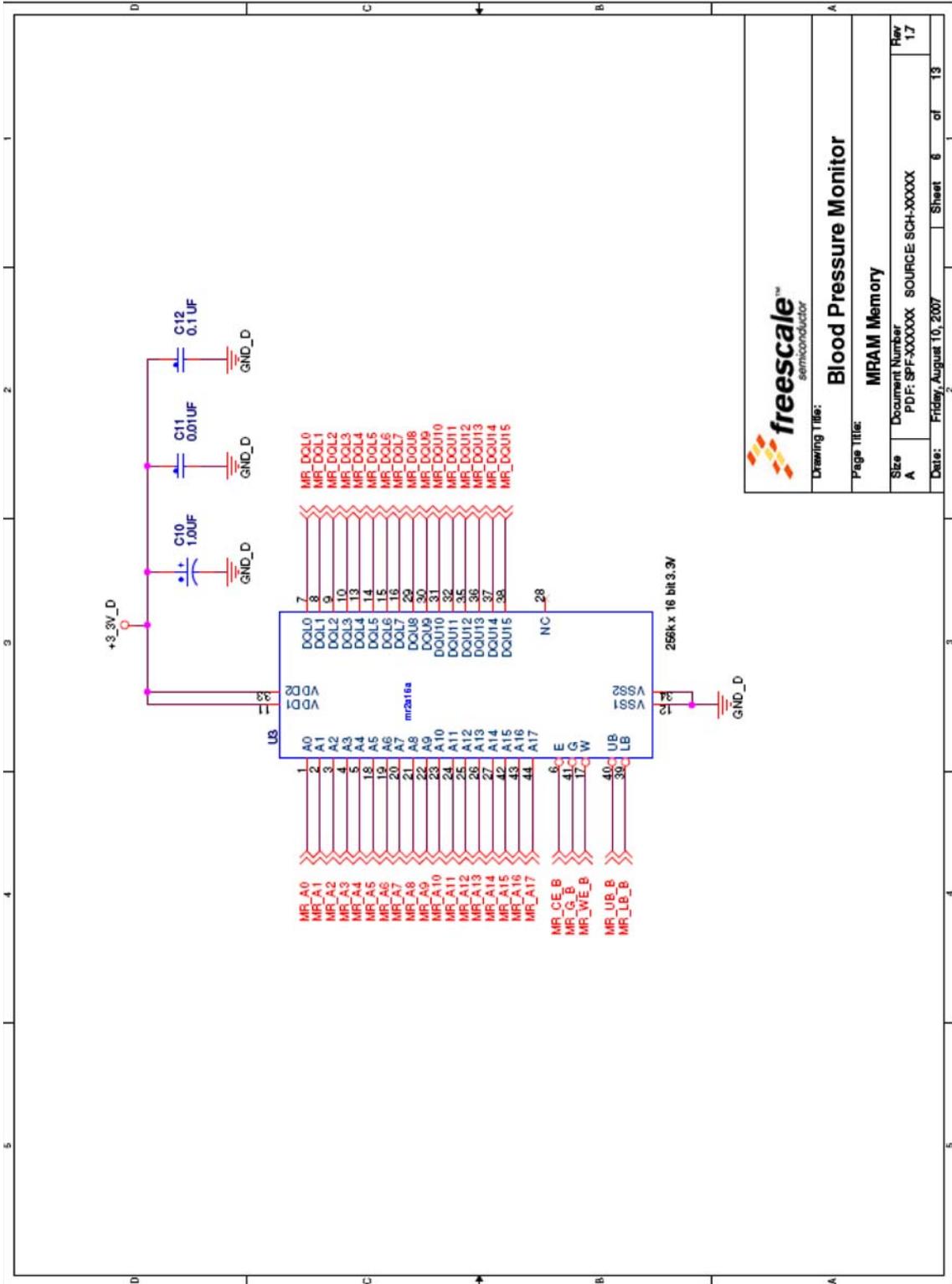
Drawing Title:
Blood Pressure Monitor

Page Title:
Motor stage

Document Number:
PDF: SFP-XXXXXX SOURCE SCH-XXXXX

Size: A
Date: Friday, August 10, 2007

Sheet: 5 of 13



freescale
semiconductor

Drawing Title: **Blood Pressure Monitor**

Page Title: **MRAM Memory**

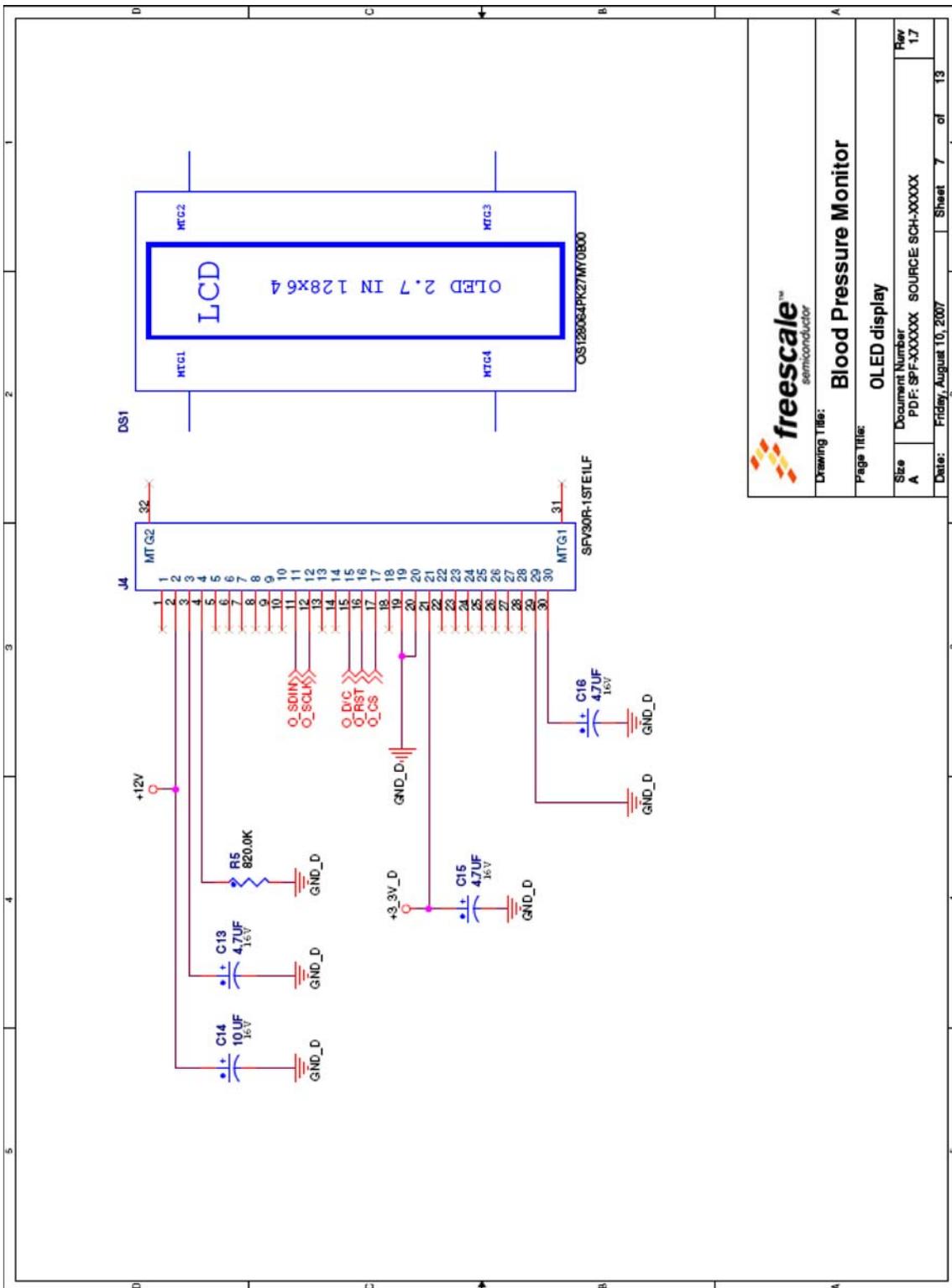
Size: A

Document Number: PDF: SPF-XXXXXX SOURCE SCH-XXXXX

Rev: 17

Date: Friday, August 10, 2007

Sheet 6 of 13

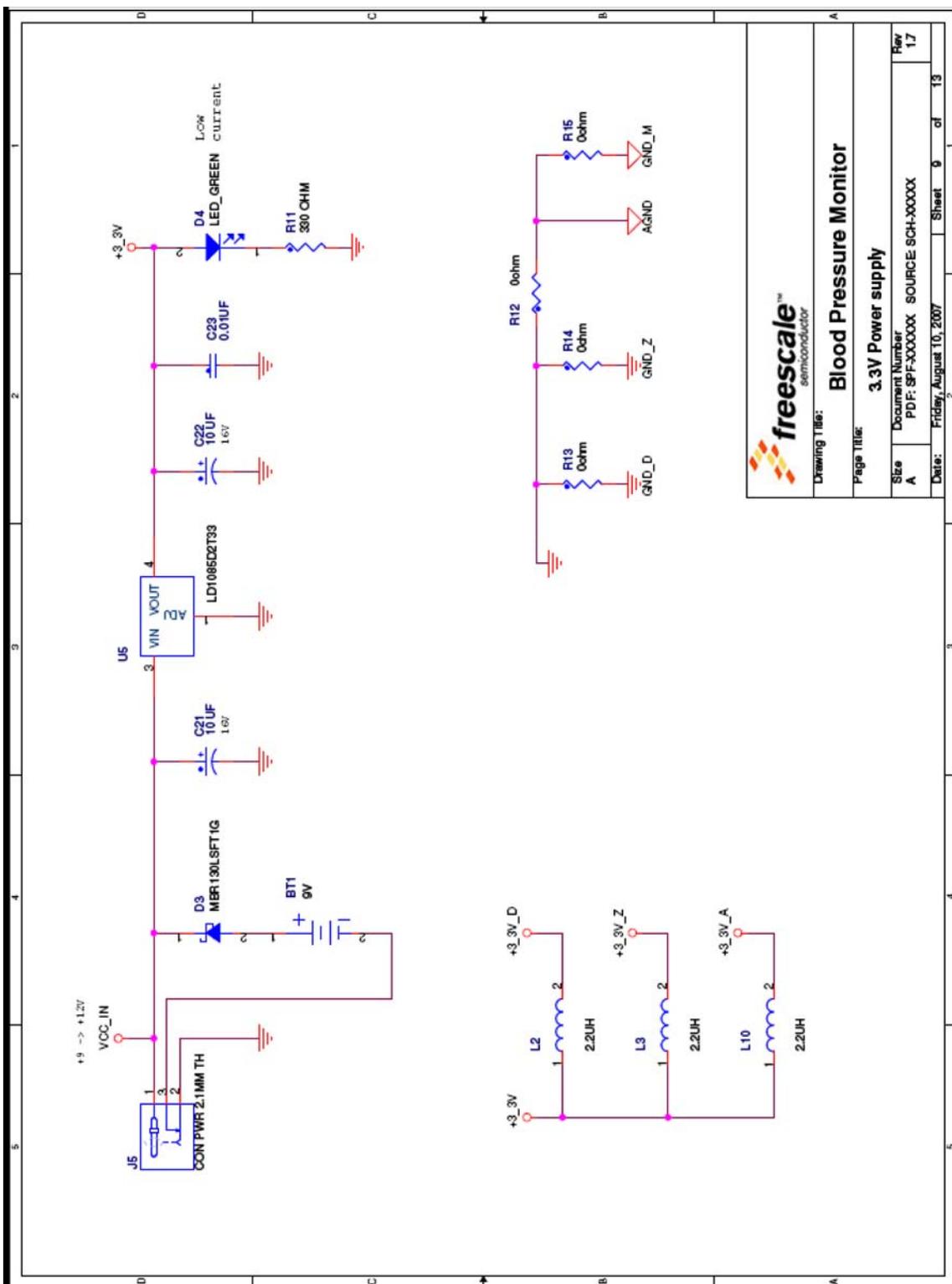


Drawing Title: **Blood Pressure Monitor**

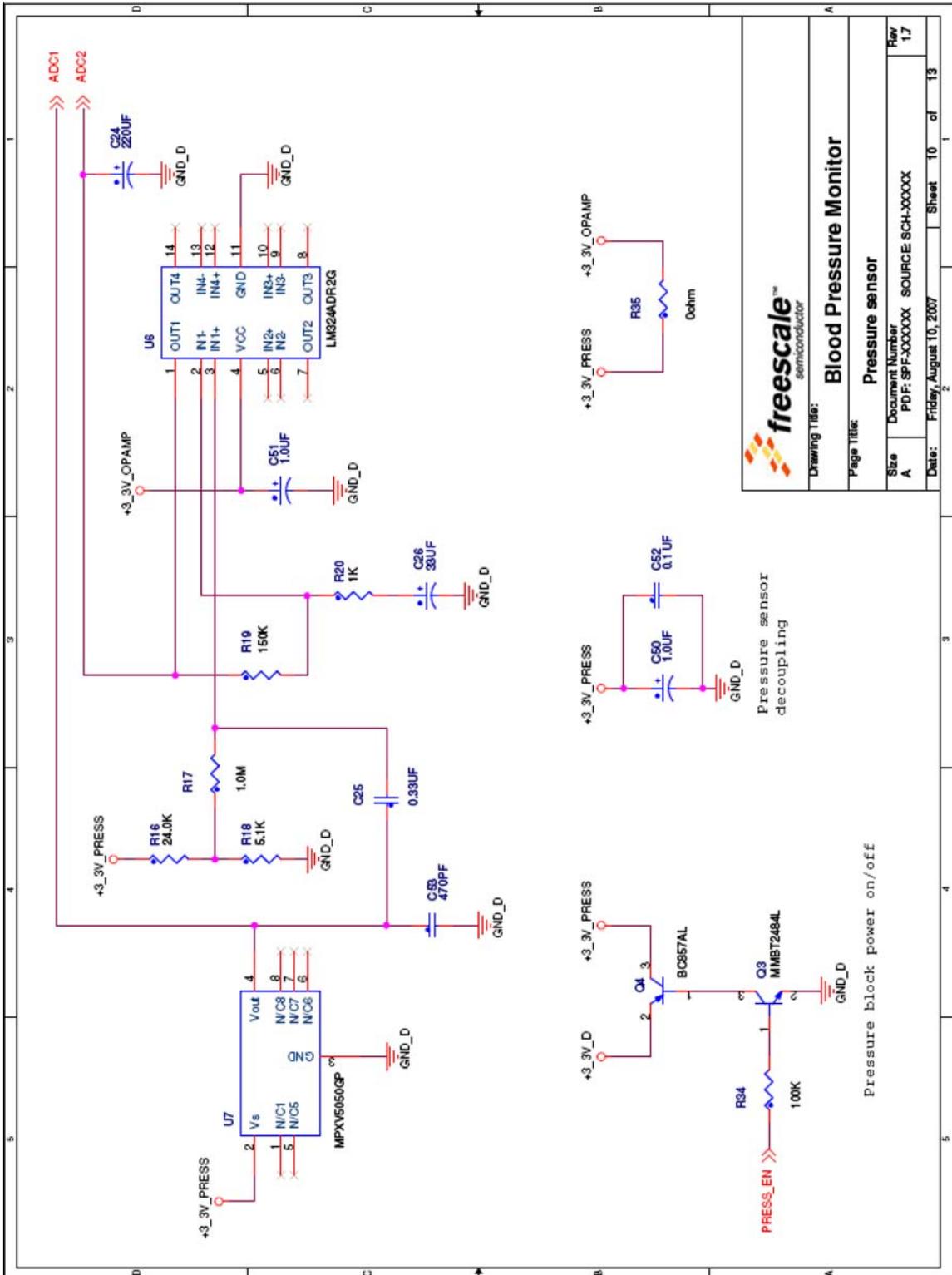
Page Title: **OLED display**

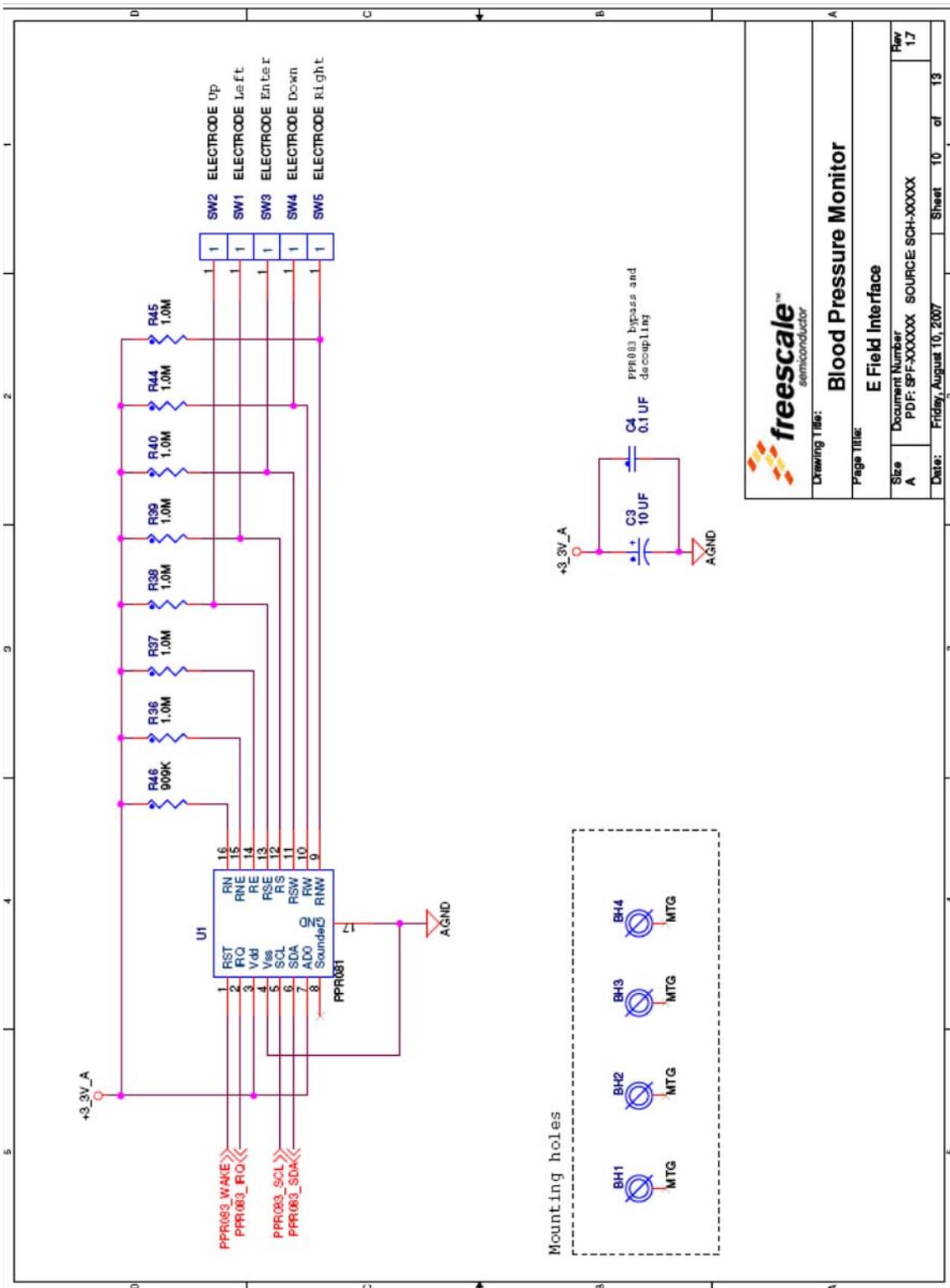
Document Number: PDF: SPF-XXXXXX SOURCE SCH-XXXXX
 Size A
 Date: Friday, August 10, 2007

Page 7 of 13
 Sheet 7 of 13

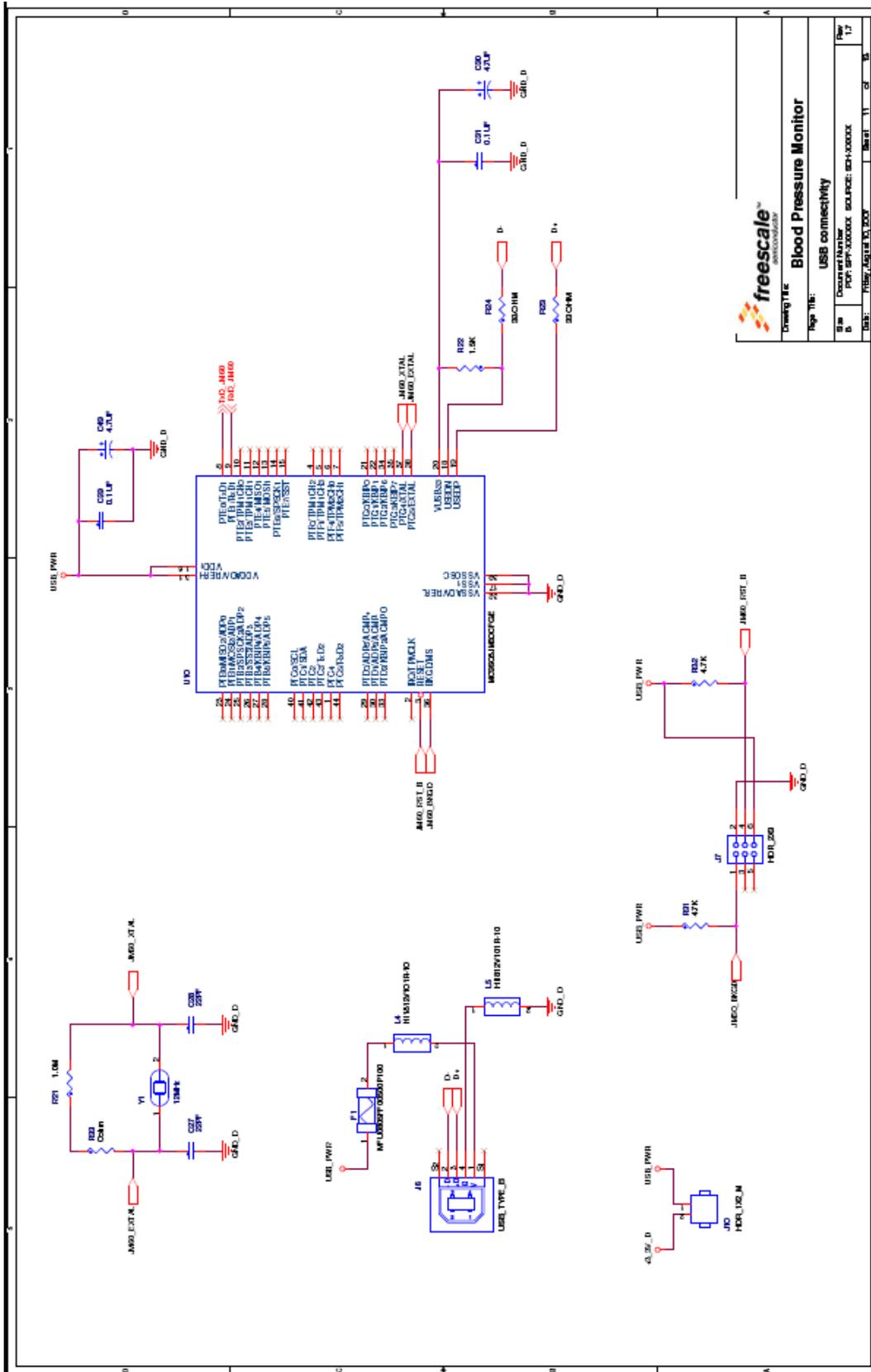


Drawing Title:		Blood Pressure Monitor	
Page Title:		3.3V Power supply	
Size	Document Number	Rev	
A	PDF: 8PF-XXXXXX SOURCE SCH-XXXXX	1.7	
Date:		Sheet	of
Friday, August 10, 2007		9	13





freescale™ semiconductor	
Drawing Title: Blood Pressure Monitor	
Page Title: E Field Interface	
Size: A	Document Number: PDF: SFP-XXXXX SOURCE SCH-XXXX
Date: Friday, August 10, 2007	Sheet 10 of 13



Creating The **Blood Pressure Monitor**

 Page Title: **USB connectivity**

 Doc Number: **101-01-0000**

 Part Number: **sch-0000**

 Date: **11/13/2007**

Appendix B

物料清单

数量	参考指示符	值	封装	描述	型号
1	ANT1	F_Antenna	f_antena	适合 ZigBee 的 PCB F 天线	PCB
4	BH1, BH2, BH3, BH4	MTG	C280-130T	安装孔 0.130 英寸	Oth
1	BT1	9 V	skt_bat_54x29mm_th	蓄电池固定器 9 V Univ 塑料 PC	Oth
5	C3, C6, C14, C21, C22	10 μ F	CC3216	电容钽 10 μ F 16 V 20% SMD	Cap
10	C4, C7, C8, C9, C12, C19, C29, C31, C33, C52	0.1 μ F	CC0805	电容 0.1 μ F 16 V 陶瓷 X7R 0805	Cap
4	C10, C41, C50, C51	1.0 μ F	3216-18	电容钽 1.0 μ F 16 V 20% SMD	Cap
2	C11, C23	0.01 μ F	CC0805	电容 10000 pF 50 V 陶瓷芯片 0805	Cap
3	C13, C15, C16	4.7 μ F	CC3216	电容钽 4.7 μ F 16 V 20% SMD	Cap
1	C17	68 μ F	CC7343-43	电容钽 68 μ F 16 V 10% Loesr SMD	Cap
1	C18	22 μ F	CC3216	电容钽 22 μ F 16 V 20% SMD	Cap
1	C20	39 pF	CC0805	电容 39 pF 50 V 陶瓷芯片 0805 SMD	Cap
2	C24, C37	220 μ F	cce63x55	电容 220 μ F 16 V Elect MVE SMD	Cap
2	C25, C35	0.33 μ F	CC0805	电容 0.33 μ F 16 V 陶瓷 X7R 0805	Cap
1	C26	33 μ F	CC3216	电容钽 33 μ F 6.3 V 20% SMD	Cap
2	C27, C28	22 pF	CC0805	电容 22 pF 50 V 陶瓷芯片 0805 SMD	Cap
2	C30, C49	4.7 μ F	CC2012-12	电容钽 4.7 μ F 10 V 20% SMD	Cap
3	C32, C34, C38	100 μ F	cce63x55	电容 100 μ F 16 V Elect MVA SMD	Cap
1	C36	220 pF	CC0805	陶瓷电容 220 pF 50 V NP0 0805	Cap

基于 Flexis QE128 系列的血压计设计参考手册, Rev. 0

物料清单

数量	参考指示符	值	封装	描述	型号
1	C39	47 μ F	CCE63X57	电容 47 μ F 16 V Elect MVE SMD	Cap
1	C40	0.22 μ F	CC0805	陶瓷电容 .22 μ F 50 V X7R 0805	Cap
3	C42, C43, C44	0.1 μ F	CC0603	电容 0.1 μ F 50 V 陶瓷 Y5V 0603	Cap
2	C45, C47	8.0 pF	CC0603	电容 8.0 pF 50 V 陶瓷 0603 SMD	Cap
1	C46	1.0 pF	CC0402_25	电容 1.0 pF 50 V 陶瓷 0402 SMD	Cap
1	C48	10 pF	CC0402_25	电容 10 pF 50 V 陶瓷 0402 SMD	Cap
1	C53	470 pF	CC0603	陶瓷电容 470 pF 50 V X7R 10% 0603	Cap
1	DS1	OS128064PK27MY0B00	os12806_4_th	OLED 显示器 128 X 64 2.7 英寸, 黄色	Oth
1	D1	MBR120LSFT1	SOD-123	肖特基二极管 40 V 1 A SOD123	SC
1	D2	黄	LED_0603_C1	LED, 黄色 SS 型号 低电流 SMD	SC
1	D3	MBR130LSFT1G	SOD-123	肖特基二极管 30 V 1 A SOD123	SC
1	D4	绿色	LED_0603_C1	LED, 绿色 SS 型号, 低电流 SMD	SC
2	D5, D6	BAT54HT1	SOD323	二极管开关 SW 75 V 500 mA SOT323	SC
1	F1	MFU0805FF00500P100	fuse_2x1p4	熔丝 0.50 A 0805 VFast SMD	Oth
1	IC1	MC13202FC	qfn32_5x5	IC TXRX RF 2.4 GHz 32-QFN	IC
2	J1, J7	HDR_2X3	HDR203	端接块 6 个位置, 0.100 英寸 Str 黄金	Con
4	J2, J3, J9, J10	HDR_1X2_M	HDR102	端接块 2 个位置, 0.100 英寸, 锡	Con
1	J4	SFV30R-1STE1LF	con_30_sm_ra	Conn FPC/FFC 30 个位置 .5 mm R/A SMD	Con
1	J5	CON PWR 2.1MM TH	PJ-202B	接头电源插座 2.1 X 5.5 mm 高电流	Con
1	J6	USB_TYPE_B	CON_USB_RA	USB Rt 模拟插座 型号 B	Con
1	J8	MJ1-3510-SMT	con3_jack_5x15_sm	接头单体插座 3 Pos 3.5 mm SMD	Con

基于 Flexis QE128 系列的血压计设计参考手册, Rev. 0

数量	参考指示符	值	封装	描述	型号
1	J11	SMA	CON_SMA_8363	接头 SMA 直向插座 PCB	Con
1	L1	6.0 μ H	IND_CDRH6D28	电感器 6.0 μ H 2.25 A SMD	Ind
3	L2, L3, L10	2.2 μ H	ind_2016	电感 2.2 μ H 20% 0806 SMD	Ind
2	L4, L5	HI1812V101R-10	IND_ISC_1812	铁素体 8 A 125 Ω 1812 SMD	Ind
2	L6, L9	1.8 nH	ind_0402	高频电感 1.8 \pm 0.3 nH 0402	Ind
2	L7, L8	3.9 nH	IND_0402	高频电感 3.9 \pm 0.3 nH	Ind
2	Q1, Q2	MJD122T4	DPAK	Trans Darl NPN 100 V 5 A DPAK	SC
1	Q3	MMBT2484L	SOT23	Trans GP SS NPN 30 V LN SOT23	SC
1	Q4	BC857AL	SOT23	Trans GP SS PNP LN 50 V SOT23	SC
3	R3, R4, R20	1 k	RC0805	Res 1.00 k Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
1	R5	820.0 k	RC0805	Res 820 k Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
1	R6	510 Ω	RC1206	Res 510 Ω 1/4 W 1% 1206 SMD	Res
1	R7	3.3 k	RC0805	Res 3.30 K Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
1	R8	200 k	RC0805	Res 200 k Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
2	R9, R19	150 k	RC0805	Res 150 k Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
1	R10	18.0 k	RC0805	Res 18.0 k Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
1	R11	330 Ω	RC0805	Res 330 Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
6	R12, R13, R14, R15, R33, R35	0 Ω	RC0805	Res 0.0 Ω 1/8 W 5% 0805 SMD	Res
1	R16	24.0 k	RC0805	Res 24.0 k Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
2	R17, R21	1.0 M	RC0805	Res 1.00 M Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
1	R18	5.1 k	RC0805	Res 5.10 k Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
1	R22	1.5 k	RC0805	Res 1.50 k Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res

基于 Flexis QE128 系列的血压计设计参考手册, Rev. 0

物料清单

数量	参考指示符	值	封装	描述	型号
2	R23, R24	33 Ω	RC0603	Res 33.0 Ω 1/10 W 1% 0603 SMD	Res
1	R25	56.2 Ω	RC0805	Res 56.2 Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
1	R26	5.0 k	pot3_3296y	Pot 5.0 k Ω 指移轮 陶瓷 ST	Res
1	R27	309.0 Ω	RC0805	Res 309 Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
1	R28	10 k	RC0805	Res 10.0 k Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
1	R29	120 Ω	RC0805	Res 120 Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
1	R30	1.0 Ω	RC1210	Res Anti-Surge 1.0 Ω 5% 1210	Res
3	R31, R32, R43	4.7 k	RC0805	Res 4.70 k Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
1	R34	100 k	RC0805	Res 100 k Ω 1/8 W 1% 0805 SMD	Res
7	R36, R37, R38, R39, R40, R44, R45	1.0 M	RC0603	Res 1.00 M Ω 1/10 W 1% 0603 SMD	Res
1	R41, R42	0 Ω	RC0603	Res 0.0 Ω 1/10 W 5% 0603 SMD	Res
1	R46	909 k	RC0603	Res 909 k Ω 1/10 W 1% 0603 SMD	Res
5	SW1, SW2, SW3, SW4, SW5	电极	e_button	电极正方形 1 cm	Bttn
1	U1	PPR081	qfn16_8mm		IC
1	U2	QFPSOCKET80_0.65MM	QFP80_PSOC_65MM_EN P	Con 80 Skt Th 0.65 mm Sp Au	Con
1	U2	MC9S08QE128CLK	qfp80_sq	IC MCU 8 位 3.3–5 V LQFP80	IC
1	U2	MCF51QE128CLK	qfp80_sq	IC MCU 32 位 3.3–5 V LQFP80	IC
1	U3	25 6k x 16-bit 3.3 V	tsop44_t2	IC Mem MRAM 256 K X 16 35 nS 异步 3.3 V TSSOP44	IC
1	U4	LM2621MM	so8_umax	IC 低输入升压 DC-DC8-MSOP	IC
1	U5	LD1085D2T33	d2pak	IC LDO 正电压稳定 3.3 V D2PAK	IC

数量	参考指示符	值	封装	描述	型号
1	U6	LM324ADR2G	soic14	IC 低功耗四路运算放大器 14SOIC	IC
1	U7	MPXV5050GP	8PINS_2p54_SM	IC 压力传感器 0–50 kPa 5 V Case 1369-01	IC
1	U9	TBA820M	pdip8_300	IC 音频放大器 1.2 W 8-Dip	IC
1	U10	MC9S08JM60CFGE	tqfp44	IC MCU 8 位 60K Flash 2.7–5.5V LQFP44	IC
1	X1	16 MHz	xtal3_2x2_5mm_4p	晶体 16.000000 MHz SMD 8 pF	Xtal
1	Y1	12 MHz	XTL2_HCM49	晶体 12.000 MHz 18 pF Fund SMD	Xtal
1	Z1	2400 MHz 50Ω	XFMR_HHM1525_2x1_25 mm_6P	Cer 微波过滤器 2.4 MHz 50 Ω BalunmFmF	Xtal

