AN87391

PSoC® 4 segment LCD 直接驱动模式

作者： Nidhin MS 和 Rahul Raj Sharma

相关项目：有

相关器件系列：PSoC 4100 和 PSoC 4200

软件版本：PSoC Creator™ 4.0 或更高版本

相关应用笔记：AN52927、AN56384

更多代码示例？我们明白。

如需寻找包含上百 PSoC 代码示例并有不断更新的网上资源，请浏览我们的代码示例网页。
您还可以在此处观看 PSoC 4 视频库。

AN87391 演示了使用 PSoC® 4 内集成的 LCD 驱动器轻松便利地驱动 segment LCD 显示屏。PSoC 4 能够提供多种 LCD 驱动模式、极低功耗，以及完整的用户界面和系统解决方案。通过各个示例项目，本应用笔记详细介绍了低功耗 LCD 设计，以及一种包含了 CapSense®的用户界面解决方案。

目录

1 简介 1
2 PSoC 资源 2
2.1 PSoC Creator 2
2.2 代码示例 3
2.3 PSoC Creator 帮助 4
2.4 技术支持 4
3 PSoC 4 segment LCD 驱动模式的特性 5
4 Segment LCD 的基础 知识 5
5 PSoC Creator 组件：Segment LCD 7
6 PSoC 4 Segment LCD 驱动模式 7
6.1 PWM 驱动模式 7
6.2 数字关联驱动模式 8
6.3 低功耗操作 9
7 PSoC 4 用户界面解决方案 11
8 PSoC Creator 项目 13
8.1 项目 1：简单的 Segment LCD 13
8.2 项目 2：低功耗 Segment LCD 20
8.3 项目 3：Segment LCD 和 CapSense 用户界面 23
8.4 项目 4： 字母数字 Segment LCD 25
9 总结 26
文档修订记录 27
全球销售和设计支持 28
产品 28
PSoC®解决方案 28
赛普拉斯开发者社区 28
技术支持 28

1 简介

大部分低功耗、便携式、手持设备（如血糖仪、万用表和血压计）都使用了 segment LCD 来显示信息。segment LCD 需要通过外部驱动器连接到微控制器。PSoC 4 包含一个集成的低功耗 LCD 驱动器，能够直接驱动 segment LCD 显示屏。

PSoC 4 是真正的可编程嵌入式片上系统，在同一个芯片中集成了可配置的模拟和数字外设功能、电容式触摸感应、存储器和一个 32 位 ARM® Cortex®-M0 微控制器。PSoC 4 加快了产品上市时间，集成了关键的系统功能，并降低系统的总成本。通过电容式触摸感应（CapSense）功能和 LCD 驱动模式，您只需使用 PSoC 4 就能够实现整个用户界面的解决方案。PSoC 4 具有灵活的低功耗模式，有助于降低整体功耗。例如，当 PSoC 处于深度睡眠模式时，segment LCD 电流消耗仅为 3.1 µA。PSoC Creator™ IDE 提供了一个 segment LCD 组件，便于使用 PSoC 4 中不同类型的 segment LCD。

本应用笔记详细介绍了 PSoC 4 segment LCD 驱动的各项功能，提供低功耗 LCD 设计的最佳实践，并通过各示例项目进行演示用户界面的解决方案。

如果您对 PSoC 4 还不太熟悉，请参见 AN79953 — PSoC® 4 入门手册中的内容。如果您尚未了解 PSoC Creator，请参考 PSoC Creator 主页。如果您对 PSoC 4 的功耗模式不太熟悉，请参考“AN86233 — PSoC 4 低功耗模式和降低功耗技术”应用笔记中所讲述的内容。

2 PSoC 资源

在赛普拉斯网站 www.cypress.com 上提供了大量数据，有助您正确选择 PSoC 器件来进行设计，从而使您能够快速并有效地将器件集成到设计中。有关资源的完整列表，请参考 KBA86521 — 如何使用 PSoC 3、PSoC 4 和 PSoC 5LP 的资源进行设计。下面是 PSoC 4 的简要列表：

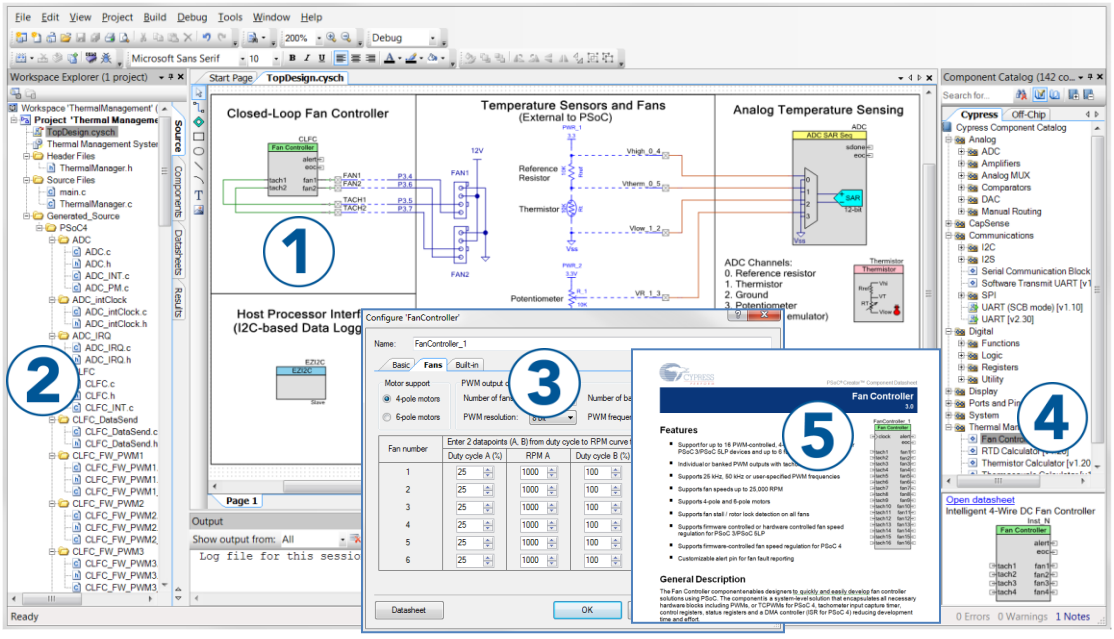
- **概况**：PSoC 产品系列、PSoC 产品路线图
- **产品选型**：PSoC 1、PSoC 3、PSoC 4 或 PSoC 5LP。此外，PSoC Creator 还包含一个器件选择工具。
- **数据手册**：描述并提供了适用于 PSoC 4 器件系列的电气规格。
- **CapSense 设计指南**：了解如何在 PSoC 4 器件系列中设计电容式触摸感应应用。
- **应用笔记和代码示例**包括了从基本到高级的广泛主题。许多应用笔记包括了代码示例。PSoC Creator 提供了其他代码示例，请参考代码示例。
- **技术参考手册（TRM）**对每个 PSoC 4 器件系列中所用的架构和寄存器进行了详细说明。
- **开发套件**：
  - CY8CKIT-040、CY8CKIT-042、CY8CKIT-044 和 CY8CKIT-046 等的PSoC 4 Pioneer套件均为易于使用且廉价的开发平台。这些套件包括用于连接 Arduino™兼容扩展板和Digilent® Pmod™子卡的连接器。
  - CY8CKIT-049和CY8CKIT-043都是成本非常低的原型平台，用于PSoC 4器件样片申请。
  - CY8CKIT-001是所有PSoC系列产品经常使用的开发平台。
- MiniProg3 器件提供一个用于进行闪存编程和调试的接口。

2.1 PSoC Creator

PSoC Creator 是一个基于 Windows 的免费集成开发环境（IDE）。通过它可以同时对 PSoC 3、PSoC 4 和 PSoC 5LP 器件进行硬件和固件设计。如图 1 所示：通过 PSoC Creator，您可以进行下述操作：

1. 将组件图标拖放到主要设计工作区中，以进行您的硬件系统设计。
2. 对您的应用固件和 PSoC 硬件进行协同设计。
3. 使用配置工具配置各组件。
4. 了解包含一百多个组件的库。
5. 查看组件数据手册

图 1. PSoC Creator 特性



2.2 代码示例

PSoC Creator 包含了多个代码示例项目。可以从 PSoC Creator 的起始页上获取这些项目，如图 2 所示。

这些示例项目通过为您提供完整的设计（并非一个空白页），可以加快您的设计过程。示例项目还介绍了如何将 PSoC Creator 组件使用于不同应用中。此外，它还包含了多个代码示例和数据手册，如图 3 所示。

在图 3 所示的 Find Example Project（查找示例项目）对话框中，您可以选择以下选项：

- 根据 architecture（架构）或 device family（器件系列）（例如：PSoC 3、PSoC 4 或 PSoC 5LP）；category（类型）或 keyword（关键词）等选项筛选示例
- 从 Filter Options 的示例菜单中进行选择。
- 通过 Documentation 选项卡，查看已选项目的数据手册。
- 查看已选的代码示例。您可以复制该窗口中的代码然后将其粘贴到您的工程内，从而加快代码的开发过程，或
- 根据已选工程创建一个新的工程（若需要可添加新的工作区）。通过为您提供一个完整的基本设计，它可以加快您的设计过程。然后，您可以根据自己的应用来调整该设计。

图 2. PSoC Creator 中的代码示例

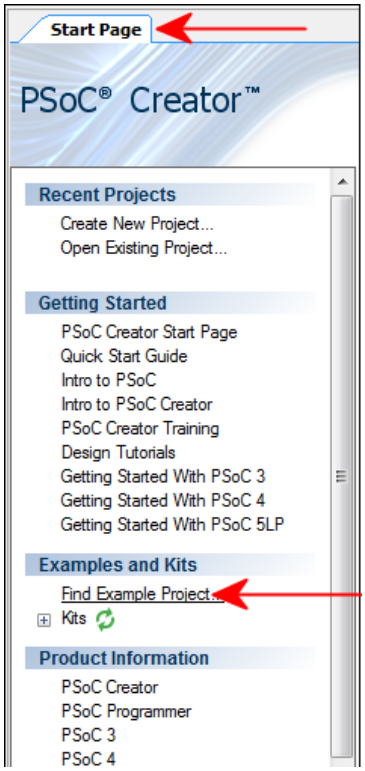
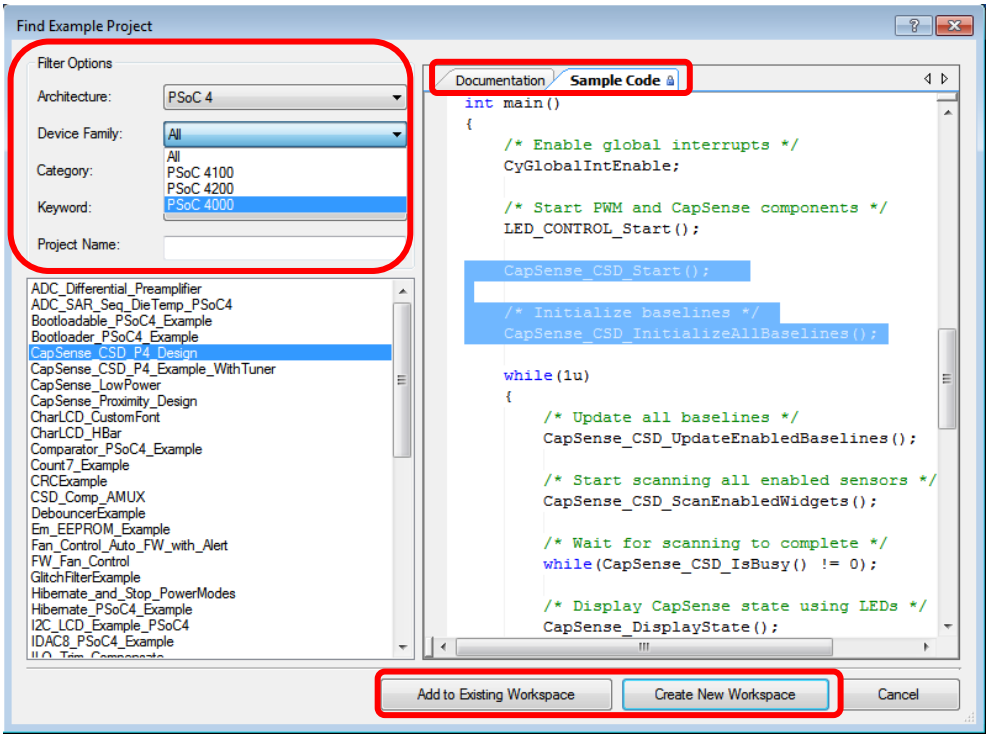


图 3. 带有示例代码的代码示例项目



2.3 PSoC Creator 帮助

请访问 PSoC Creator 主页下载 PSoC Creator 的最新版本。启动 PSoC Creator，并导航到下列各项：

- **快速入门指南**：依次选择 **Help** > **Documentation** > **Quick Start Guide**。本指南提供了开发 PSoC Creator 项目的基本知识。
- **简单的组件示例项目**：依次选择 **File** > **Open** > **Example projects**。这些示例项目展示了如何配置及使用 PSoC Creator 组件。
- **入门设计**：依次选择 **File > New** > **Project** >**PSoC 4 Starter Designs**。这些入门设计展示了 PSoC 4 的独特特性。
- **系统参考指南**：请依次选择 **Help** > **System Reference** > **System Reference Guide**。该指南列出并描述了 PSoC Creator 提供的系统功能。
- **组件数据手册**：右击组件，并选择“Open Datasheet”项。请访问 PSoC 4 组件的数据手册网页，获取所有 PSoC 4 组件的数据手册列表。
- **文档管理工具**：PSoC Creator 提供了文档管理工具，有助您查找和查看文件资源。要想打开文档管理工具，请选择菜单项 **Help** > **Document Manager**。

2.4 技术支持

若有任何疑问，我们的技术支持团队很乐意为您提供帮助。您可以在赛普拉斯技术支持页面上创建一个技术支持请求。

如果您在美国，可以通过拨打我们的免费电话，直接与技术支持团队联系：+1-800-541-4736。在提示音后选择 8。

若想快速获得支持，您同样可以使用下面的支持资源。

- 自助
- 所在地销售办事处

3 PSoC 4 segment LCD 驱动模式的特性

PSoC 4 segment LCD 驱动模式具有以下特性：

- 最多支持 8 个 common（COM）和 56 个 segment（SEG）电极
- 使用可编程的 PSoC 4 GPIO 时，可以灵活选择 COM 和 SEG 电极。
- 支持 14 segment 和 16 segment 的字母数字显示，7 segment 的数字显示，点矩阵和各种特殊符号。
- 两种驱动模式：数字相关和 PWM
- 在 PSoC 4 器件处于活动、睡眠及深度睡眠的系统功耗模式下仍能运行。
- 可以使用 1.8 V 的 V_{DD} 来驱动 3 V 的显示器
- 数字对比度控制

注意：PSoC 4 器件所支持的 common 和 segment 的数量会因器件系列和器件包装而有所不同。有关详细信息，请参阅相应的器件数据手册。

4 Segment LCD 的基础 知识

在 segment LCD 显示屏中有一种液晶材料，该材料悬浮在两组电极之间。单个 LCD segment 的顶部和底部电极分别称为 common （COM）和 segment（SEG）电极。这些电极一起构成了一个矩阵，如图 4 所示。

图 4. COM 和 SEG 电极

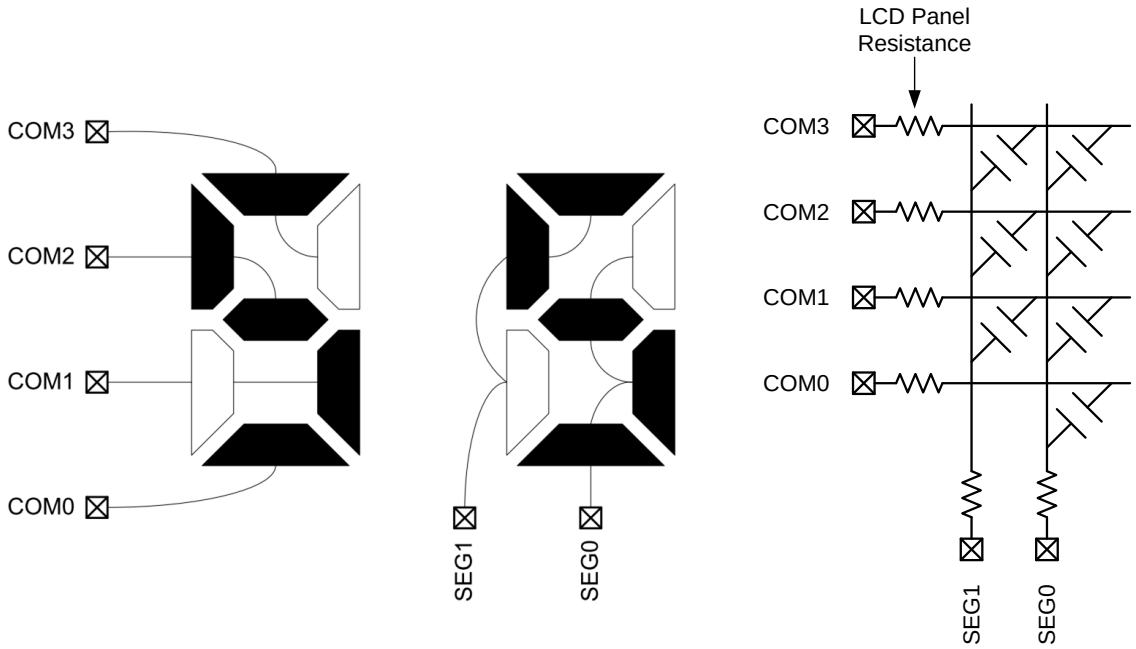


图 4 中的集总电容表示了各个理想 LCD segment 的电容负载。每一对 COM 和 SEG 电极被连接到唯一一个 LCD segment。每一对 COM-SEG 电极上的均方根（RMS）电压可控制各电极对之间 LCD segment 连接的不透明度。

液晶材料不能长期在直流电压下工作；因此，应用于各 COM 和 SEG 电极之间的波形必须在各 LCD segment 上产生 0 V 的直流分量。各个驱动波形还可通过实现时分复用来同时激活多个 LCD segments。典型的 LCD 驱动器生成各交流波形，而它们在 COM 和 SEG 电极上具有多个电压阶跃。文档使用下列术语定义了这些波形：

- 占空比：当一个驱动器驱动了‘M’个 COM 电极时，便可以确定它运行时的占空比为 1/M。在 1/M 的时间内，各个 COM 电极被有效驱动。PSoC 4100 和 PSoC 4200 器件支持 1/2、1/3 和 1/4 时长的占空比。PSoC 4100M、4200M、4100L 和 4200L 器件支持 1/2、1/3、1/4 和 1/8 时长的占空比。
- 偏压：当驱动器的波形使用（1/B） × VDRV 的电压跃时，则可以确定它的偏压为 1/B。VDRV 是系统中最高的驱动电压（等于 PSoC 4 中的 V_{DD} 电压）。在各个 PWM 驱动模式下，PSoC 4100 和 PSoC 4200 器件能够支持 1/2 和 1/3 时长的偏压。在 PWM 驱动模式下，PSoC 4100M、4200M、4100L 和 4200L 器件支持 1/2、1/3、1/4 和 1/5 时长的占空比。更多有关信息，请参见第 9 页上的表 1。
- 帧：一帧表示驱动全部 segment 所需的时长。执行一个帧期间，驱动器通过 COM 顺序循环。在整个帧进行测量时，所有 segment 将接收 0 V 直流（非零的 RMS 电压）。

一个 segment LCD 像素的强度（或对比度）取决于应用于整个像素上的 RMS 电压。图 5 显示的是某个 LCD segment 的对比度与 RMS 电压之间的关系。

图 5. RMS 电压与对比度的关系

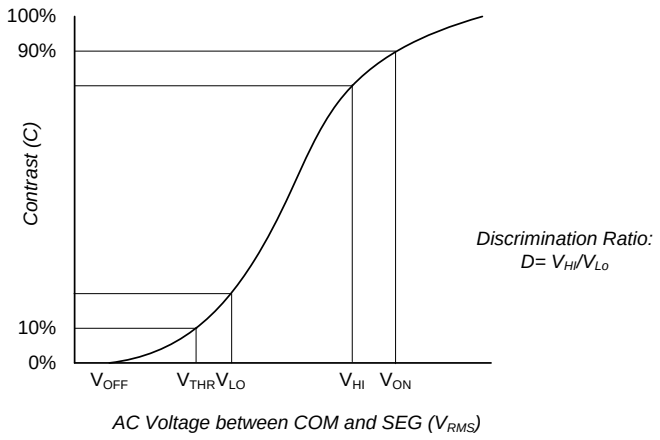


图 5 中的各术语被定义如下：

- V_{OFF}：像素的 RMS 电压，低于该电压值时，LCD 显示屏上的所有对比度变更都不可见。
- V_{THR}：像素的 RMS 电压，在该电压值时，LCD 显示屏可显示 10%的对比度。
- V_{ON}：像素的 RMS 电压，在该电压值时，LCD 显示屏可显示 90%的对比度。
- V_{LO}：LCD 驱动器可生成的最低 RMS 电压
- V_{HI}：LCD 驱动器可生成的最高 RMS 电压
- 识别率（D）: 表示驱动器可执行的 V_{HI} 和 V_{LO} 的比率。识别率越高，则对比度越高。

扭曲向列（TN）和超级扭曲向列（STN）显示是 segment LCD 显示屏最通用的有效类型。与 STN 显示屏不同的是，TN 显示屏需要更高的 RMS 电压变更程度，以产生不透明度中更明显的区别。因此，对于同一个给定的识别率，STN 显示屏会提供比 TN 显示屏更高的对比度。另外，STN 显示屏还具有优越的视角。但，TN 显示屏的价格通常比 STN 显示屏的价格偏低。

关于 segment LCD 基础知识的详细信息，请参考 PSoC 4 技术参考手册。

5 PSoC Creator 组件：Segment LCD

PSoC Creator 提供一个 Segment LCD 组件，可帮助您轻松地将 segment LCD 显示模块的不同类型连接到 PSoC 4 器件。简单地将该组件拖放到您的 PSoC Creator 项目原理图中，就可以为您的 LCD 模块配置该组件。该组件还提供一个易于使用的应用编程接口（API）。更多有关信息，请参考 PSoC 4 Segment LCD 组件数据手册。

另外，还可以参考项目“简单的 Segment LCD”。该项目为您介绍了如何使用 Segment LCD 组件和各 API 来将一个 4 数字的 7 段式 LCD 模块连接到 PSoC 4 器件。

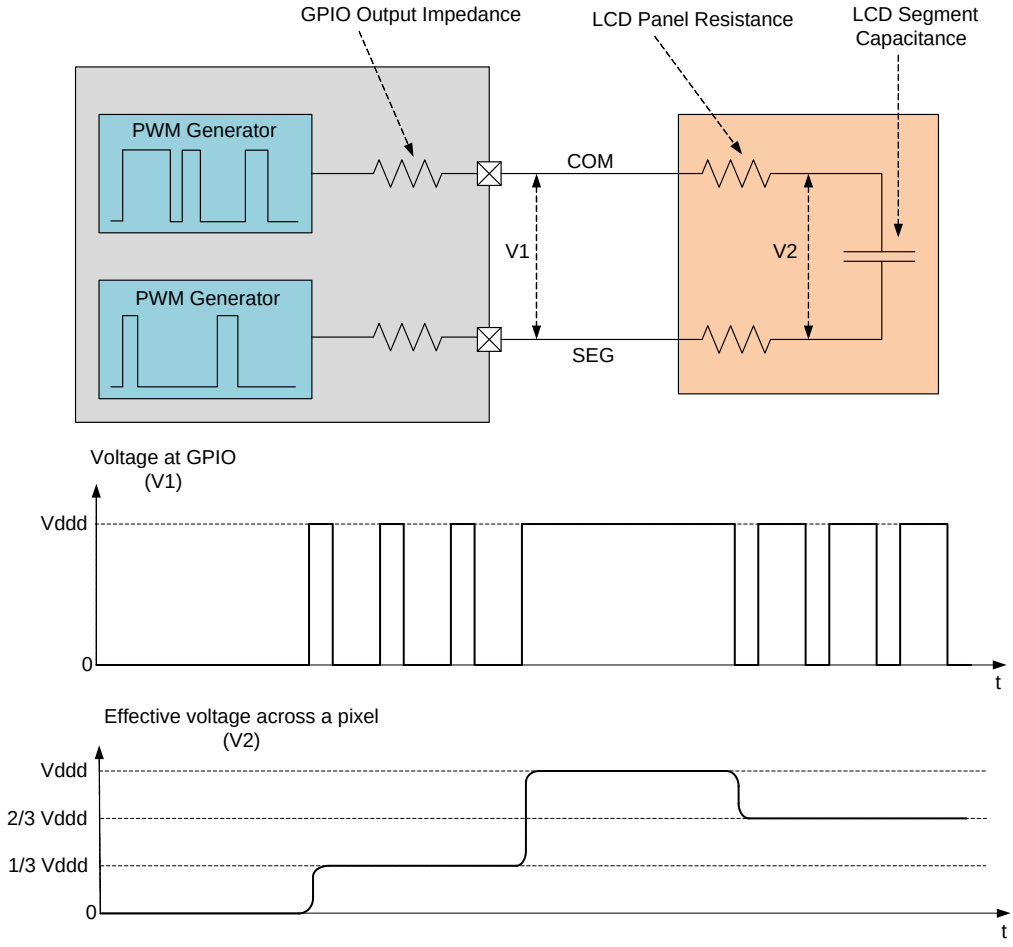
6 PSoC 4 Segment LCD 驱动模式

PSoC 4 支持两个 segment LCD 驱动模式，即为 PWM 和数字关联。这两个驱动模式使用不同的技术来生成 LCD 显示屏需要的交流波形，并且它们具有不同的对比度和功耗特性。下面各节详细介绍了这两个驱动模式的区别。

6.1 PWM 驱动模式

PWM 驱动模式使用高频（32 kHz ~ 48 MHz）PWM 数字信号来生成各 LCD segment 上的低频（30 ~ 150 Hz）模拟驱动波形。各 LCD segment 的电容特性和显示屏的电阻会筛选出高频的 PWM 信号，以生成各 LCD segment 上不同的电压级别，如图 6 所示。

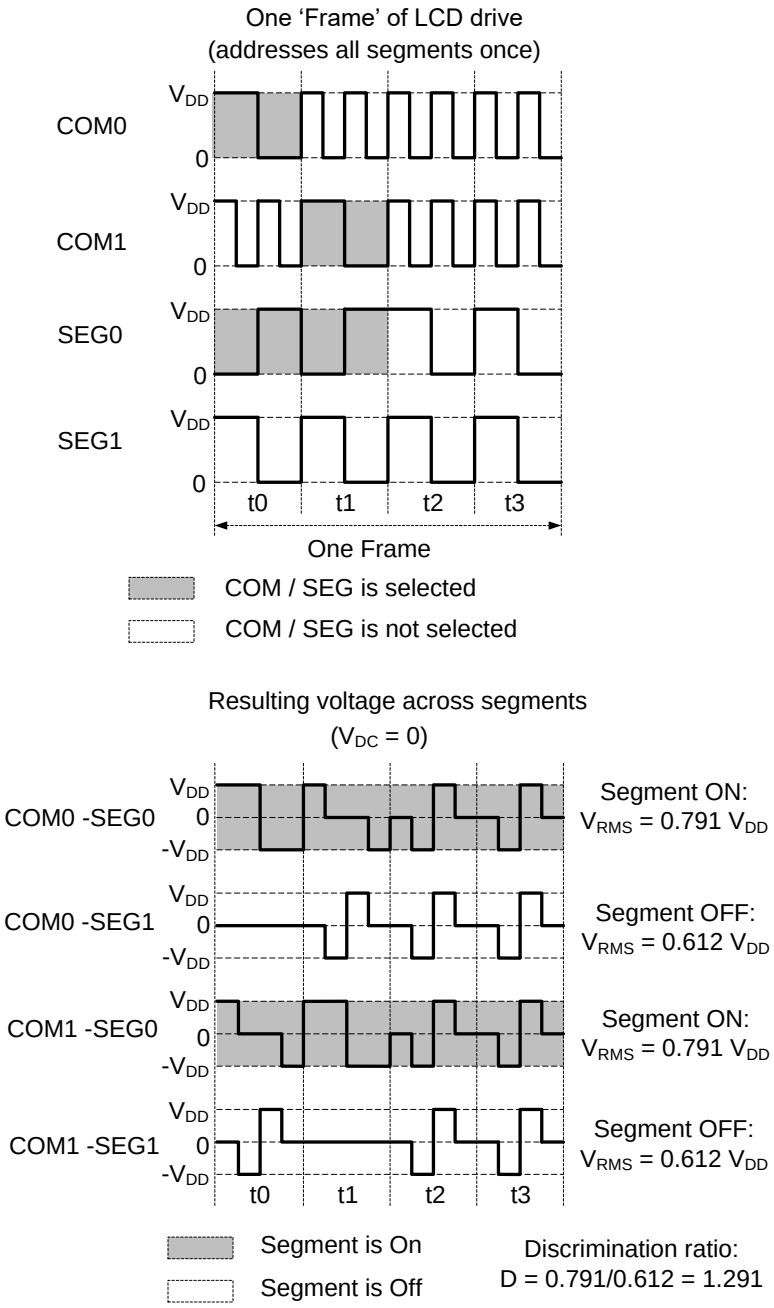
图 6. PWM 驱动模式



6.2 数字关联驱动模式

数字关联驱动模式是赛普拉斯正在申请专利的一种驱动模式，该驱动模式是各种低功耗和基于电池应用的理想方式。它的工作原理是：加倍 COM 信号在无效帧间隔中的驱动频率。这样会更改各段式上的 V_{RMS} 电压，使这些电压值反过来影响段式的对比度。（如图 5 所示）。图 7 显示的是数字关联模式波形的示例。

图 7. 数字关联示例



请参考 PSoC 4 技术参考手册，以查找每个驱动模式的详细介绍及相应的波形。

segment LCD 显示屏具有 RC 系列电路的特性；因此，它的功耗与操作频率有关。由于操作于极低频率，因此，数字关联驱动模式比 PWM 驱动模式消耗的电流要少的多。

但，PWM 驱动模式能够提供的对比度的视角比数字关联驱动模式的更为优越。这是因为 PWM 模式拥有更高的识别率（如图 5 显示）。表 1 显示的各识别率的比较。

表 1. 识别率比较

COM	识别率				
	数字关联	PWM 1/2 偏压	PWM 1/3 偏压	PWM 1/4 偏压	PWM 1/5 偏压
2	1.732	2.236	2.236	1.844	1.612
3	1.414	1.732	1.915	1.732	1.567
4	1.291	1.528	1.732	1.648	1.528
8	1.134	1.254	1.414	1.581	1.494

这些驱动模式之间对比度和视角的实际区别取决于 LCD 模块的特性。

6.3 低功耗操作

当使用 PSoC 4 segment LCD 驱动时，通过执行下面各步骤可以降低功耗：

1. 要想降低系统的整体功耗，请查看 AN86233，PSoC 4 低功耗模式和降低功耗技术并应用该应用笔记中所说明的技术。
2. 尽可能进入深度睡眠模式。深度睡眠模式是 PSoC 4 能够保持 segment LCD 驱动模式性能的最低的功耗模式。
3. 当器件处于深度睡眠模式时，请使用 数字关联驱动模式。

与 PWM 驱动模式相比，数字关联模式对 TN 显示屏提供了较低但可接受的对比度和视角，而在 STN 显示屏上，对于对比度和视角，并没有明显的区别。但是，数字关联模式所消耗的电流明显低于 PWM 模式。表 2 对这两个驱动模式的电流消耗进行了比较，并且表 3 提供了它们的推荐用法。

备注：表 2 显示了一个具有 3 COM、12 SEG 并由 PSoC 4200 器件执行的 LCD 的近似电流消耗。实际功耗取决于器件系列、所使用的 LCD 类型和固件。

表 2. 在深度睡眠模式下使能了 segment LCD 时器件的典型电流消耗

帧率（Hz）	电流消耗（µA）	
	数字关联模式	PWM 模式
30	3.1	65.9
50	3.8	66.2
70	4.5	66.5
90	5.1	66.7
110	5.8	67.1
130	6.5	67.3
150	7.4	67.6

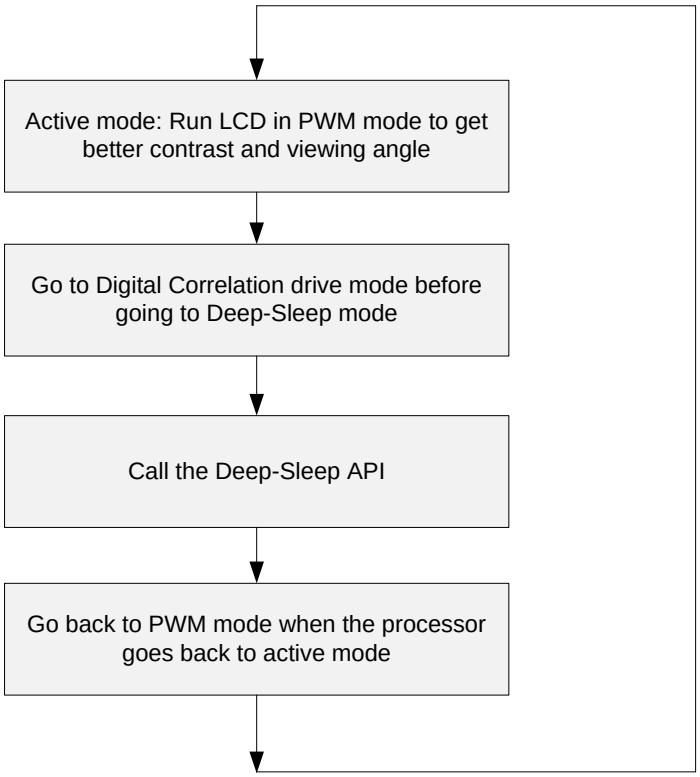
表 3. 推荐用于低功耗运行的驱动模式

显示屏类型	深度睡眠模式	活动和睡眠模式	注意：
TN LCD	数字关联	PWM	固件必须动态切换于各 LCD 驱动模式之间。
STN LCD	数字关联		STN 显示屏的 PWM 驱动模式在对比度上没有多大优势。

您可以随时修改 LCD 驱动模式以提供电源消耗与显示对比度之间最佳的平衡度。图 8 显示的是动态切换 LCD 驱动模式的固件执行流程，以在活动模式下获得优越的对比度及视角，并且降低深度睡眠模式下的功耗。

更多有关信息，请参考“低功耗 Segment LCD”。

图 8. 低功耗 LCD 操作模式下的固件执行流程



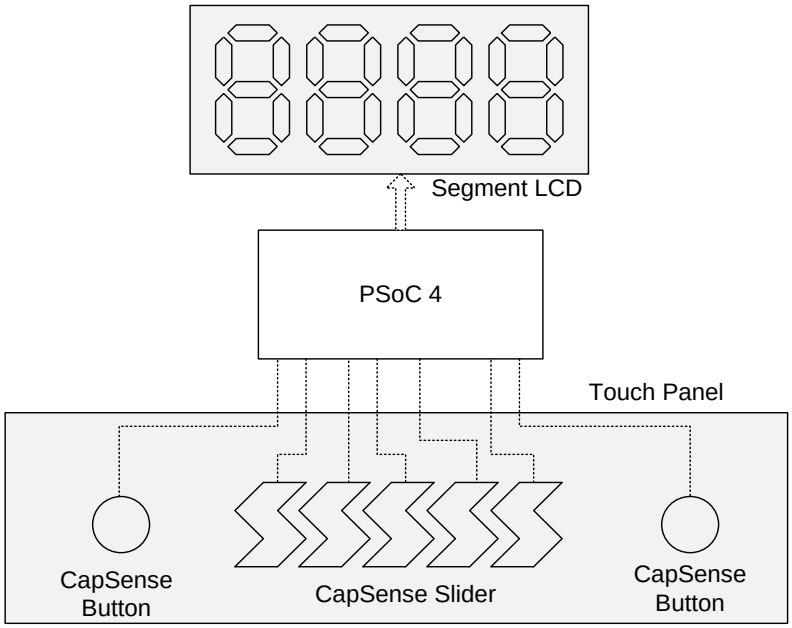
7 PSoC 4 用户界面解决方案

本节介绍了如何使用单个 PSoC4 器件来创建完整的用户界面 （UI）解决方案。该部分内容的先决条件您已了解了 PSoC 4 CapSense 器件的基础知识。欲了解 CapSense 的基础知识，请参考 PSoC 4 CapSense 设计指南一节的内容。

PSoC 4 中的 CapSense 特性能提供前所未有的信噪比（SNR）、一流的防水功能，以及各种传感器，如按键、滑动条、触控板和接近传感器。您可以将 segment LCD 驱动模式以及 CapSense 和低功耗模式结合使用，以创建出精制、可靠、低功耗和易于使用的各种 UI 解决方案。

图 9 显示的是一个示例 UI，其中，PSoC 器件驱动 segment LCD 并扫描触摸式显示屏。该触摸式显示屏包括两个 CapSense 按键和一个滑条。

图 9. PSoC 4 用户界面示例



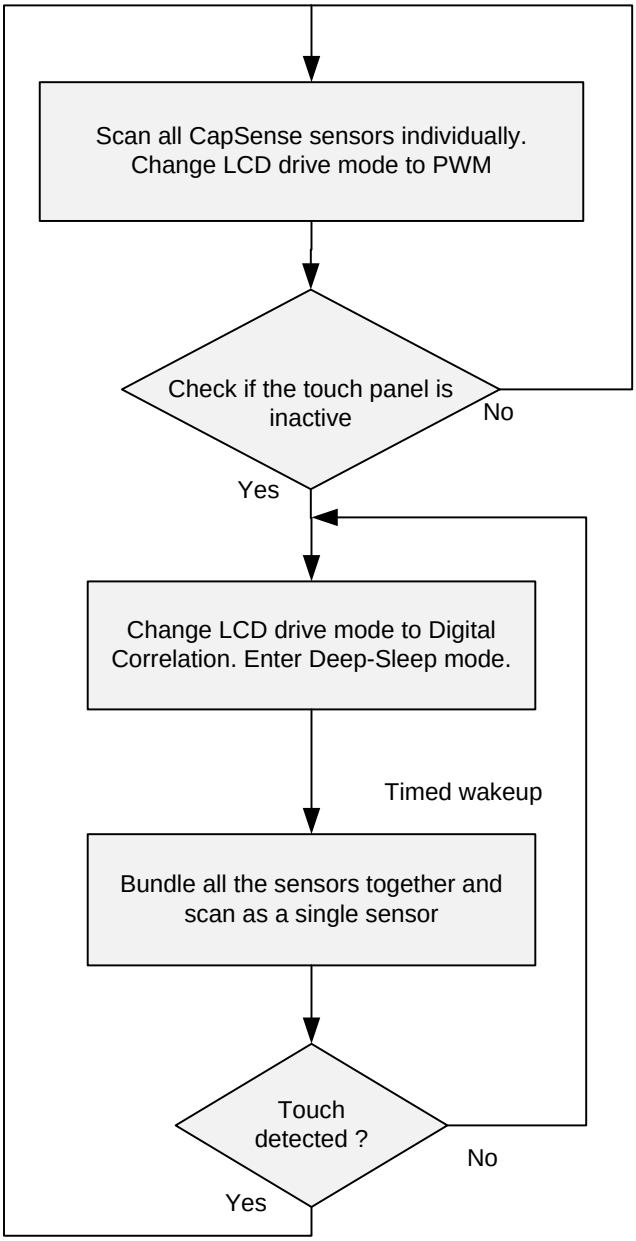
在深度睡眠模式下，CapSense 不能扫描任意传感器，因此，要求器件按周期唤醒才扫描到各传感器。扫描传感器期间，PSoC 4 必须保持于活动模式。为了节省电源，需要增加器件深度睡眠时间，并减少器件活动时间。

CapSense 检测到某个触摸时，PSoC 4 会保持于活动模式，并单独扫描各个传感器以读取触摸式显示屏的输入。当显示屏再次进入无效状态时，器件将返回到深度睡眠模式。

PSoC 4 CapSense 可以将多个传感器组合起来，并作为单个传感器进行扫描。这会减少活动模式所需的总时间。

图 10 显示的是低功耗用户界面（UI）解决方案的示例固件执行流程。

图 10. 低功耗 UI 解决方案的固件执行流程



更多有关信息，请参考“Segment LCD 和用户界面”项目。该项目展示了具有 4 数字，7 段式的 LCD，以及一个 5 元素的 CapSense 滑条。

8 PSoC Creator 项目

本应用笔记提供了以下四个示例项目：

1. 简单的 Segment LCD：指的是一种简单的项目，用于演示 PSoC Creator PSoC 4 Segment LCD 组件的基本用法。
2. 低功耗 Segment LCD：该项目显示的是如何以极低功耗使用 Segment LCD 组件。
3. Segment LCD 和 CapSense 用户界面：该项目显示的是如何使用 segment LCD 和 CapSense 组件来创建完整的用户界面解决方案。

   您可以使用任意 PSoC 4 套件或您现有的硬件来评估项目 1 和项目 2。项目 3 使用赛普拉斯的 CY8CKIT-042。

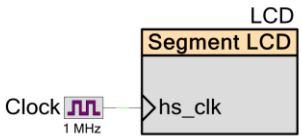
   这三个项目都需要一个 VIM 404 segment LCD 模块，它具有四个 7 段式数字，3 个 COM 电极和 12 个 SEG 电极。请参阅第 18 页上的图 17，以了解连线原理图。
4. 字母数字 Segment LCD： 该项目能够使用 PSoC 4100M/ 4200M 器件中大部分 GPIO 的优点来驱动一个 VIM-828 segment LCD 模块，它是具有 8 个 14 段式数字，4 个 COM 电极和 32 个 SEG 电极的模块。该项目需要使用赛普拉斯的 CY8CKIT-043 或 CY8CKIT-046 和 VIM-828 Segment LCD 模块。

8.1 项目 1：简单的 Segment LCD

若想创建该项目，请执行下面操作：

1. 创建新的 PSoC 4 项目。如果您对 PSoC Creator 还不太熟悉，请参考 PSoC Creator 主页。
2. 将一个 Segment LCD 组件和一个时钟组件拖放到 TopDesign 原理图中。使用一条线连接这两个组件，如图 11 所示。

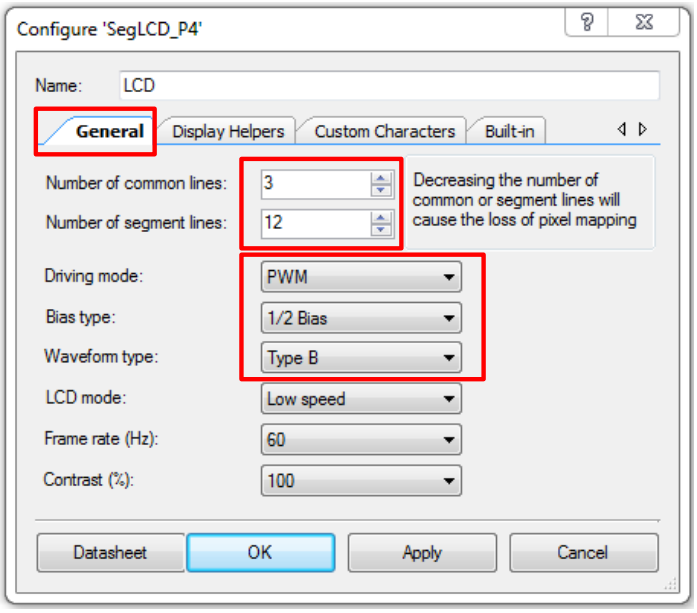
图 11. LCD 和时钟之间的连接



3. 双击 Segment LCD 组件，以打开它的配置窗口。

4. 配置组件配置对话框中的 **General**（常规）选项卡。选择 LCD 驱动模式的设置，如图 12 所示。

图 12. Segment LCD 配置，“General”选项卡

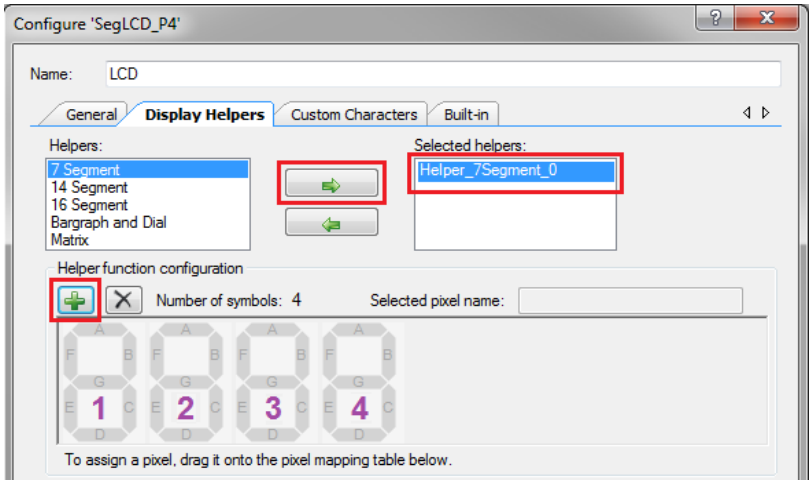


- 在“number of common lines” 和“number of segment lines”框中分别输入数值“3”和“12”，以符合 VIM 404 segment LCD 模块。
- 使用 PWM 驱动模式；请参见第 7 页上的 PSoC 4 Segment LCD 驱动模式。
- 选择 1/2 偏压，因为它能为 VIM 404 segment LCD 模块提供较好的对比度。
- 选择 Type B 型的波形。Type B 型波形所消耗的功耗比 Type A 型波形稍微低。更多有关这两种波形的信息，请参考 PSoC 4 技术参考手册。
- 保留其他设置为其默认值。

5. 配置 **Display Helpers**（显示助手）选项卡。该选项卡将 SEG 和 COM 电极映射到显示模块中。按照 LCD 模块数据手册进行配置该选项卡（请参考 VIM-404）。

   LCD 模块具有 7 个段式数字。要想添加 7 段式的 Display Helpers 选项卡，请在 **Helpers** 列表框中选择 **7 Segment** 项，然后点击  按键。可以在 **Selected helpers** 列表框查看所选的显示特性，如图 13 所示。

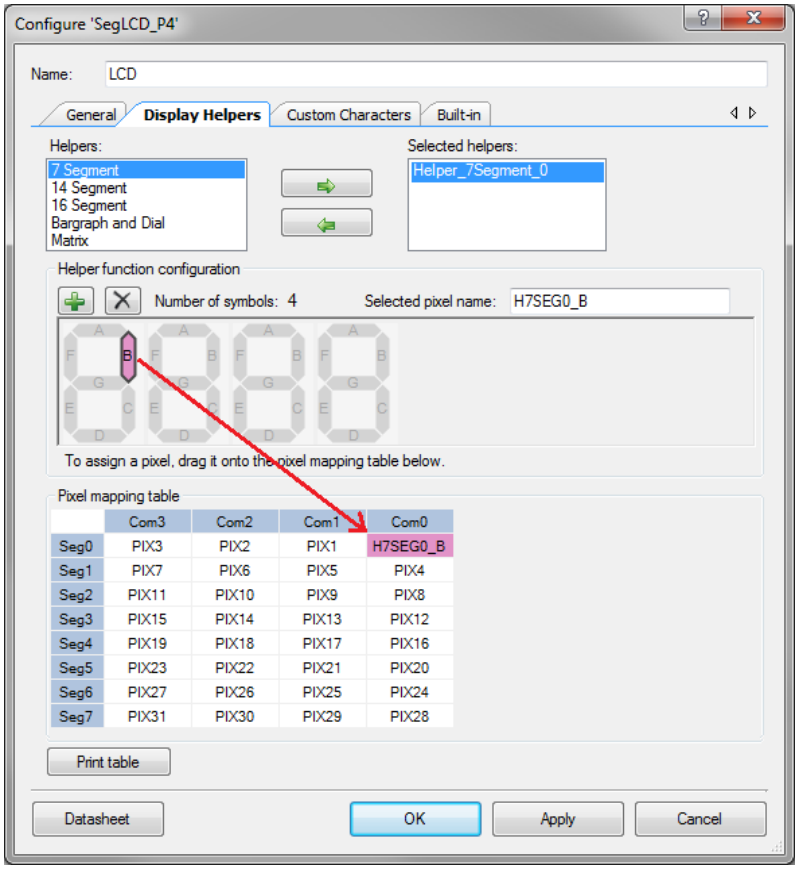
图 13. 添加“Display Helpers”



LCD 模块具有 4 个 7 段式数字，因此，可通过点击  按键为它再添加 3 个 7 段式数字。

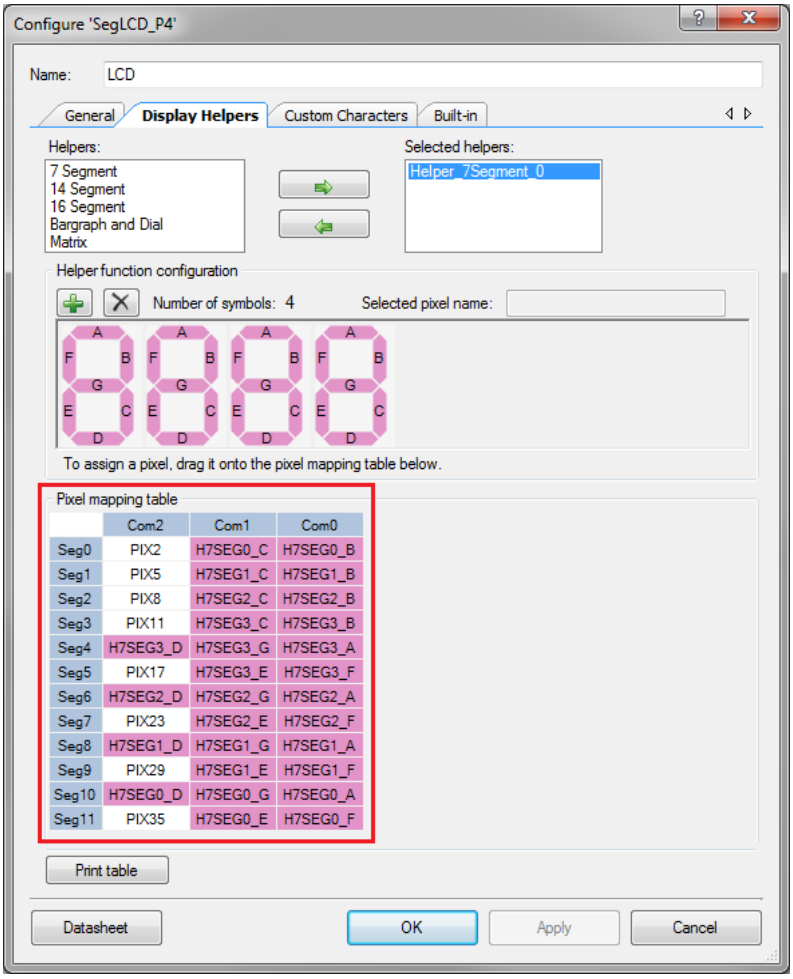
6. 将数字中的一个段式拖拉到“pixel mapping table”（像素映射表）中，如图 14 所示。请参考 VIM-404 数据手册，以了解 VIM 404 LCD 模块的像素映射表。

图 14. 像素映射步骤



7. 依次为显示屏中的每个 segment 重复该步骤。在完成了所有像素的映射后，将出现一个完整表，如图 15 所示。

图 15. 完整的像素映射表



	Com2	Com1	Com0
Seg0	PIX2	H7SEG0_C	H7SEG0_B
Seg1	PIX5	H7SEG1_C	H7SEG1_B
Seg2	PIX8	H7SEG2_C	H7SEG2_B
Seg3	PIX11	H7SEG3_C	H7SEG3_B
Seg4	H7SEG3_D	H7SEG3_G	H7SEG3_A
Seg5	PIX17	H7SEG3_E	H7SEG3_F
Seg6	H7SEG2_D	H7SEG2_G	H7SEG2_A
Seg7	PIX23	H7SEG2_E	H7SEG2_F
Seg8	H7SEG1_D	H7SEG1_G	H7SEG1_A
Seg9	PIX29	H7SEG1_E	H7SEG1_F
Seg10	H7SEG0_D	H7SEG0_G	H7SEG0_A
Seg11	PIX35	H7SEG0_E	H7SEG0_F

8. 点击 **OK** 以完成 Segment LCD 组件配置。若想为各 common 和 segment 电极分配引脚，请打开“.cydwr”（设计范围资源）文件，然后按照图 16 进行引脚分配。

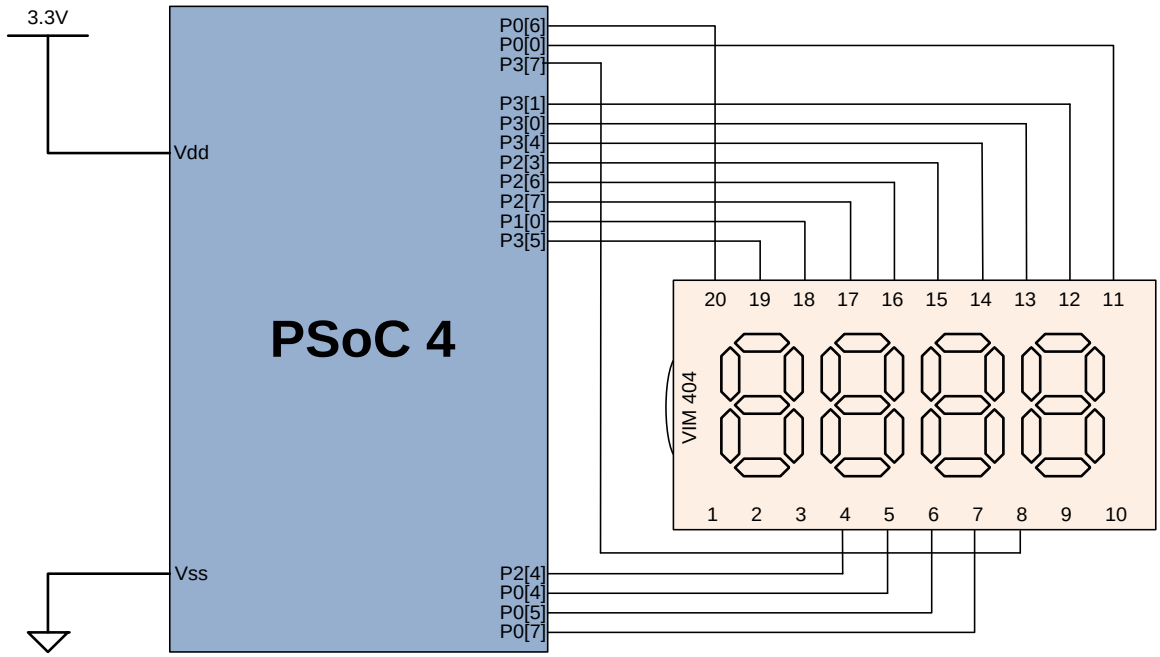
   备注：此处显示的引脚分布用于 CY8CKIT-042 开发套件。如果您使用的是其它套件，请参阅套件用户指南，并选择未连接到套件上任何其它外围设备的合适引脚。

图 16. 引脚分配

Name	Port
\LCD:Com[0]\	P0[0] SCB0:SPI:SS1
\LCD:Com[1]\	P0[6] SCB1:SPI:SCLK, EXTCLK
\LCD:Com[2]\	P3[7] TCPWM3:N
\LCD:Seg[0]\	P2[4] TCPWM0:P
\LCD:Seg[1]\	P0[4] SCB1:I2C:SCL, SCB1:SPI:MOSI, SCB1:UART:RX
\LCD:Seg[2]\	P0[5] SCB1:I2C:SDA, SCB1:SPI:MISO, SCB1:UART:TX
\LCD:Seg[3]\	P0[7] SCB1:SPI:SS0, WAKEUP
\LCD:Seg[4]\	P3[1] SCB1:I2C:SDA, SCB1:SPI:MISO, TCPWM0:N, SCB1:UART:TX
\LCD:Seg[5]\	P3[0] SCB1:I2C:SCL, SCB1:SPI:MOSI, TCPWM0:P, SCB1:UART:RX
\LCD:Seg[6]\	P3[4] SCB1:SPI:SS1, TCPWM2:P
\LCD:Seg[7]\	P2[3]
\LCD:Seg[8]\	P2[6] TCPWM1:P
\LCD:Seg[9]\	P2[7] TCPWM1:N
\LCD:Seg[10]\	P1[0] TCPWM2:P
\LCD:Seg[11]\	P3[5] SCB1:SPI:SS2, TCPWM2:N

9. 将 VIM 404 LCD 显示屏连接到 PSoC 4 器件，如图 17 所示。可以在您的 PCB 上实现该操作，或者采用 CY8CKIT-042 套件和一个 Arduino ProtoShield 电路板。

图 17. PSoC 4 与 LCD 模块的外部连接



10. 为该项目添加固件。若想创建 1，2，3，...，9，0 等数字的滚动显示，请在 *main.c* 中的代码 1 添加代码。

    Segment LCD 组件提供使用 API 的就绪状态。更多有关 API 函数的信息，请参考 PSoC 4 Segment LCD 组件数据手。

代码 1. 滚动 LCD 上的数字

```
#include <device.h>

/* Macro for a black space on the 7-segment LCD */
#define  BLANK  (16u)

/* Macro for scrolling length */
#define  SCROLL_LENGTH  (14u)

/* Macro for initial scrolling value */
#define  INITIAL_VALUE  (0u)

/* Define the numbers used for scrolling the 4-digit display */
#define  SCROLL0  (0u)
#define  SCROLL1  (1u)
#define  SCROLL2  (2u)
#define  SCROLL3  (3u)
#define  DIGIT0   (0u)
#define  DIGIT1   (1u)
#define  DIGIT2   (2u)
#define  DIGIT3   (3u)

/* Define the loop delay */
#define  LOOP_DELAY  (512u)

void main()
{
    /* This variable is used to index the character array */
    uint8 index = 0;

    /* Array of scrolling numbers including blank spaces to improve visibility */
    uint8 numbers[] = {BLANK, BLANK, BLANK, BLANK,
                       1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, BLANK, BLANK, BLANK};

    /* Starts the Segment LCD Component */
    LCD_Start();

    for(;;) /* do forever */
    {
        /* Scroll the blanks and numbers stored in the array, from right to left */
        for(index = INITIAL_VALUE; index < SCROLL_LENGTH; index++)
        {
            /* Print the numbers on the LCD glass */
            LCD_Write7SegDigit_0(numbers[index + SCROLL3], DIGIT0);
            LCD_Write7SegDigit_0(numbers[index + SCROLL2], DIGIT1);
            LCD_Write7SegDigit_0(numbers[index + SCROLL1], DIGIT2);
            LCD_Write7SegDigit_0(numbers[index + SCROLL0], DIGIT3);

            /* Give delay for a visible scrolling */
            CyDelay(LOOP_DELAY);
        }
    }
}
```

11. 请确保 PSoC 4 器件运行于 3.3 V V_{DD} 的供电源。编程器件并查看 LCD 显示屏以验证其输出。您会看到各数字 1，2，3，...，9，0 从右边向左边滚动，如图 18 所示。

图 18. LCD 显示模块上的滚动数字



如果显示屏的对比度过高，请在 Segment LCD 组件中调低对比度，然后再次进行编程器件。

8.2 项目 2：低功耗 Segment LCD

该项目是项目 1 的修改版本，以获得较低的平均功耗。

为了降低功耗，PSoC 4 保持于活动模式的时间需要够长以更新显示屏的数据并滚动其数字，该过程的操作时间约为 720 µs。然后，在继续的 512 ms 内，器件将进入深度睡眠低功耗模式。图 19 和图 20 分别显示的是时序框图和固件执行流程。

使用该技术时，PSoC 4 器件所消耗的平均电流会低于 11 µA。表 4 显示的是这两个项目之间的大概功耗比较。

表 4. 各项目间的功耗比较

功耗模式	项目 1	项目 2
工作电流	2.7 mA	2.7 mA
深度睡眠电流	n/a	7 µA
平均电流	2.7 mA	10.9 µA

图 19. 项目 2 的时序图

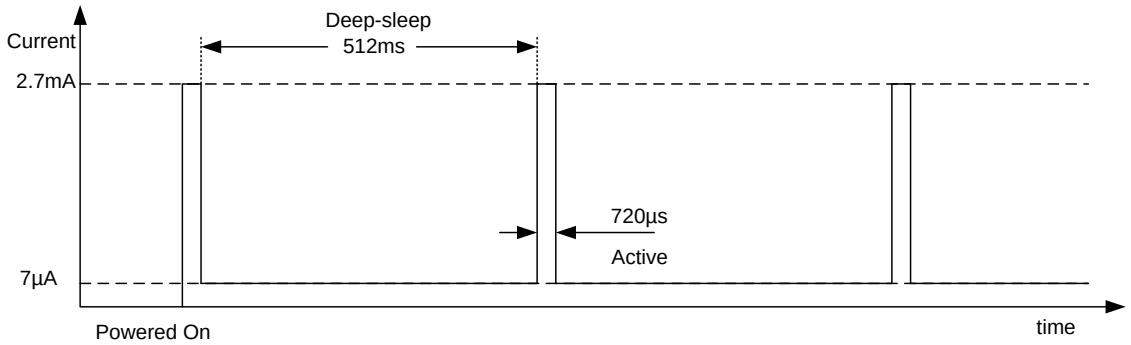
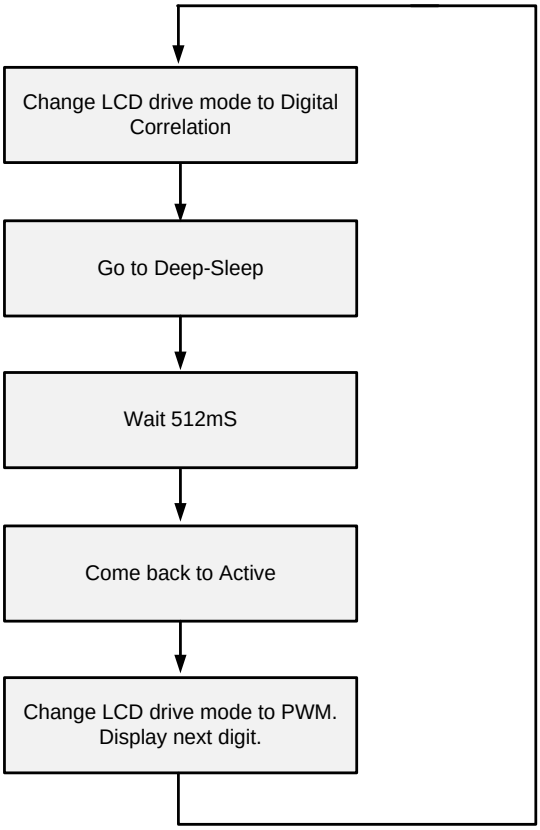


图 20. 项目 2 的固件执行流程



该项目使用 Global Signal（全局信号）组件来生看门狗定时器（WDT）中断。请按照图 21 配置该组件。WDT 被配置为每隔 512 ms 的时间生成一次中断。图 22 显示的是该项目的 TopDesign 原理图。

图 21. Global Signal 组件配置。

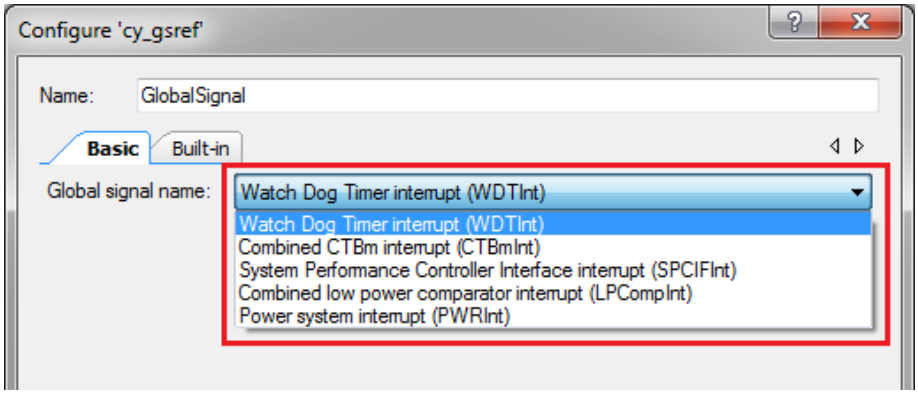
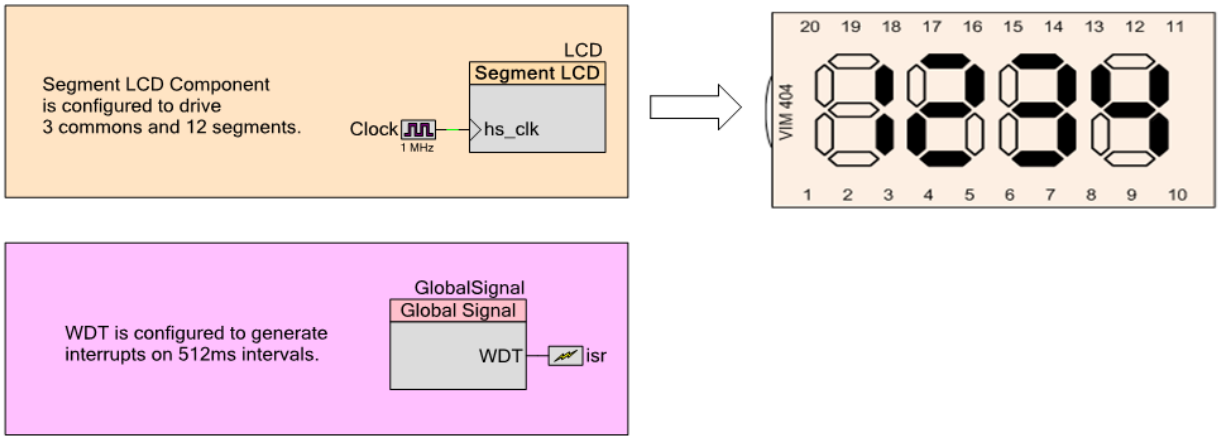


图 22. 项目 2 的 LCD TopDesign 原理图



为了测试该项目，请先对器件进行编程，按照项目 1（图 17）连接显示屏，然后观察其输出。您仍会看到一个滚动的显示屏，但是，该项目的电源消耗已经明显降低。

8.3 项目 3：Segment LCD 和 CapSense 用户界面

该项目演示了一个完整的用户界面（UI），包括 CapSense 触摸感应和一个 segment LCD 显示屏。操作时，UI 控制器的大部分时间和电源都使用于等待用户输入。为了实现一个低功耗的设计，PSoC 4 需要周期性地进入深度睡眠模式。

注意：该项目使用了 CapSense widget 的手动调试来获得较快的扫描时间和较低的功耗。因此，CapSense 手动调试的知识就是该项目的先决条件。更多有关手动调试的信息，请参考 PSoC 4 CapSense 设计指南。

该项目是项目 2 的修改版本，以添加 CapSense 性能。图 23 显示的是时序框图，图 24 显示了该项目的 TopDesign 原理图，以及图 25 介绍了它的固件执行流程。

在该项目中，PSoC 4 仅在 128 ms 内处于深度睡眠模式这有助于 CapSense 扫描各传感器够频繁以检测到快速触摸。器件唤醒时，CapSense 会将所有滑条元素绑在一起，并将它们作为单个接近传感器进行扫描。如果任意滑条元素被触摸，接近传感器会检测到一个触摸，然后对每个元素进行单独扫描，以确定滑条触摸位置。滑条位置将显示于 LCD 显示屏上。

如果在检测到触摸后 128 ms 的时间内，所有 CapSense widget 都无效，那么器件将返回到深度睡眠模式。无触摸时，PSoC 4 所消耗的平均电流低于 21 µA。

图 23. 项目 3 的时序图

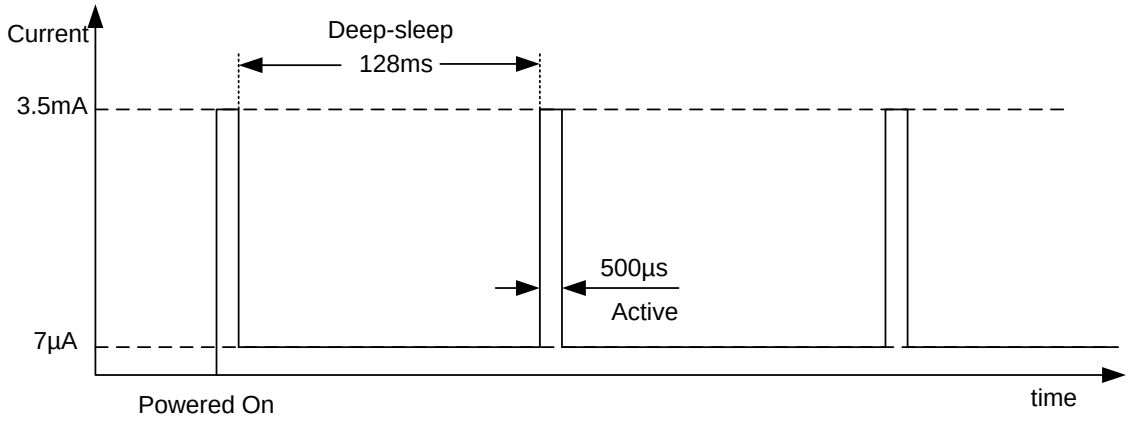


图 24. 项目 3 的 TopDesign 原理图

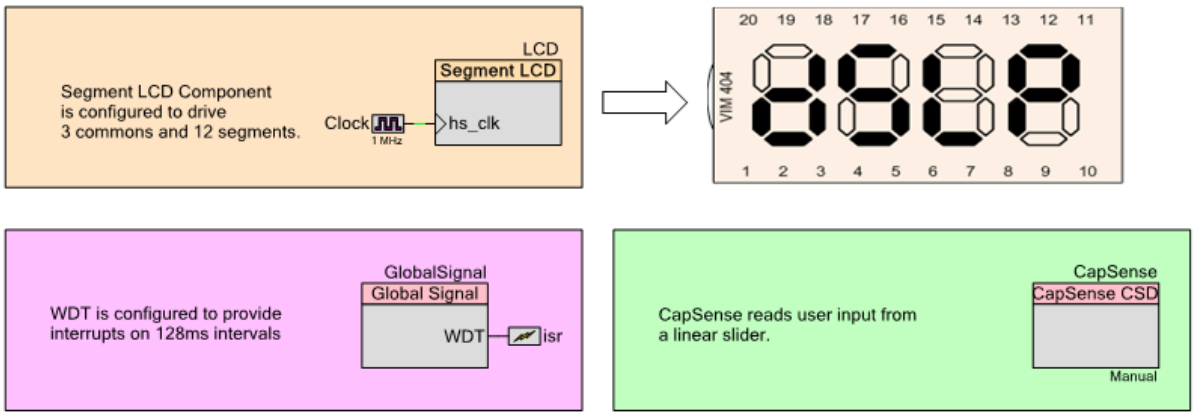
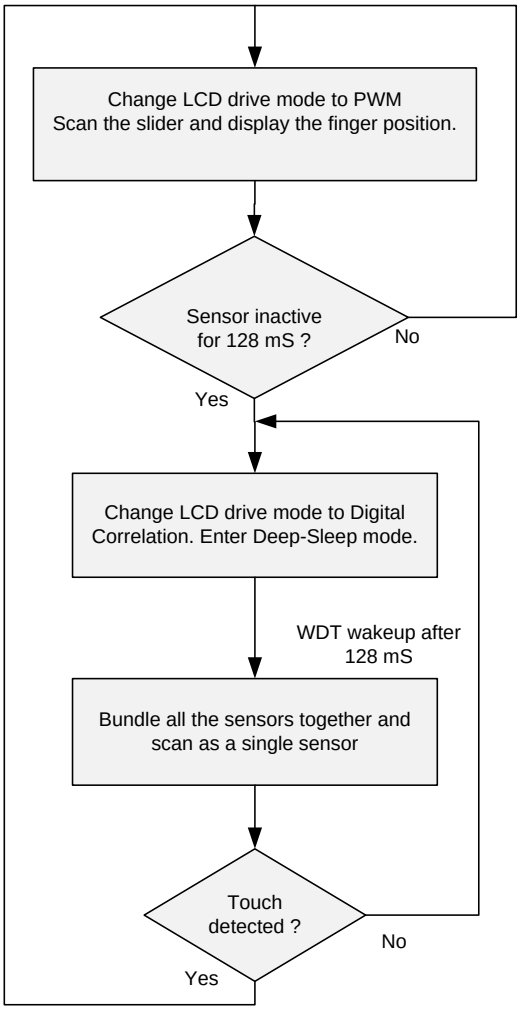


图 25. 项目 3 的固件执行流程



若想测试该项目，请按照图 17 连接滑条，然后触摸滑条并确保 LCD 可以显示滑条的位置。滑条无效时，LCD 将显示“dSLP”，以表示器件的深度睡眠模式。请注意，在指定的某些条件下，可以手动调试默认 CapSense 参数以用于 CY8CKIT-042。如果触摸响应较差，您可以再次手动调试。或者，您可以使用 SmartSense™来代替，它是一种固件算法，可以自动将所有参数设置为最佳状态。更多有关信息，请参考 PSoC 4 CapSense 设计指南。请注意，使用 SmartSense 会使电源消耗递增。采用 SmartSense 时，该项目的平均功耗约为 40 µA。

8.4 项目 4： 字母数字 Segment LCD

该项目能够使用 PSoC 4100M/4200M/4100L/4200L 等器件中可用的大量 GPIO 来驱动一个 VIM-828 segment LCD 模块。该模块具有 14 个 segment 数字、4 个 COM 电极和 32 个 SEG 电极。该项目需要使用赛普拉斯的 CY8CKIT-043 或 CY8CKIT-046 和 VIM-828 LCD。

segment LCD 组件提供丰富的 API 函数，用于将各字符串显示于 14 段式的字母数字显示屏。该项目演示了显示于 VIM-828 上的一个静态文字“PSoC4200”。更多有关信息，请参考 PSoC Creator 项目。表 5 提供了有关 VIM-828 与 CY8CKIT-43 和 CY8CKIT-46 之间线连接的引脚映射信息。

表 5. 连线信息

LCD 引脚信息	LCD 引脚功能	CY8CKIT-43 连接	CY8CKIT-046 连接
1	COM3	P0[7]	P2[0]
2	SEG0	P0[6]	P2[1]
3	SEG1	P0[5]	P2[2]
4	SEG2	P0[4]	P2[3]
5	SEG3	P0[3]	P2[4]
6	SEG4	P0[2]	P2[5]
7	SEG5	P0[1]	P3[6]
8	SEG6	P0[0]	P3[7]
9	SEG7	P7[1]	P9[0]
10	SEG8	P4[0]	P9[1]
11	SEG9	P3[7]	P9[2]
12	SEG10	P3[6]	P9[3]
13	SEG11	P3[5]	P6[1]
14	SEG12	P3[4]	P6[0]
15	SEG13	P3[3]	P6[3]
16	SEG14	P3[2]	P4[0]
17	SEG15	P3[1]	P4[1]
18	COM2	P3[0]	P3[4]
19	COM0	P6[5]	P6[5]
20	SEG16	P6[4]	P5[5]
21	SEG17	P6[2]	P5[6]
22	SEG18	P6[1]	P4[4]
23	SEG19	P6[0]	P4[5]
24	SEG20	P2[7]	P4[6]
25	SEG21	P2[6]	P4[7]
26	SEG22	P2[5]	P3[1]
27	SEG23	P2[4]	P3[0]
28	SEG24	P1[3]	P8[7]
29	SEG25	P1[2]	P8[6]
30	SEG26	P1[1]	P8[5]
31	SEG27	P1[0]	P8[4]

LCD 引脚信息	LCD 引脚功能	CY8CKIT-43 连接	CY8CKIT-046 连接
32	SEG28	P5[5]	P8[3]
33	SEG29	P5[3]	P8[2]
34	SEG30	P5[2]	P8[1]
35	SEG31	P5[1]	P8[0]
36	COM1	P5[0]	P5[6]

9 总结

本应用笔记演示了 PSoC 4 器件中的 segment LCD 驱动模式。强壮的电容式触摸感应与一流的低功耗性能一同使 PSoC 4 成为了低功耗、单芯片和用户界面解决方案的理想选择。

另外，本应用笔记还提供了 PSoC 4 segment LCD 入门的四个示例项目，它们显示了低功耗性能，并演示了一个完整的用户界面。

请注意，由于 PSoC 4 具有多种额外的特性，如：可编程模拟和数字、32 位 ARM Cortex-M0 微控制器和串行通信模块，因此，它可允许您创建围绕 PSoC 4 的一个完整的系统解决方案。

关于作者

姓名： Nidhin MS

职务： 高级应用工程师

背景： Nidhin 毕业于 GEC 特里苏尔（Thrissur）大学，并获得了电子与通信工程学士学位。他的技术爱好是模拟信号处理、低功耗设计以及电容式触摸感应等领域。

姓名： Rahul Raj Sharma

职务： 应用工程师

背景： Rahul 毕业于 RNS 技术研究所（班加罗尔），并获得了电子与通信工程学士学位。

文档修订记录

文档编号： AN87391 — PSoC® 4 Segment LCD 直接驱动模式

文档编号： 002-03850

版本	ECN	变更者	提交日期	变更说明
**	4989164	NBWB	10/27/2015	本文档版本号为 Rev**，译自英文版 001-87391 Rev*B。
*A	6651871	YLIU	08/15/2019	本文档版本号为 Rev*A，译自英文版 001-87391 Rev*E。

全球销售和设计支持

赛普拉斯公司拥有一个由办事处、解决方案中心、厂商代表和经销商组成的全球性网络。要想查找离您最近的办事处，请访问赛普拉斯所在地。

产品

ARM® Cortex®微控制器	cypress.com/arm
汽车级产品	cypress.com/automotive
时钟与缓冲器	cypress.com/clocks
接口	cypress.com/interface
物联网	cypress.com/iot
存储器	cypress.com/memory
微控制器	cypress.com/mcu
PSoC	cypress.com/psoc
电源管理 IC	cypress.com/pmic
触摸感应	cypress.com/touch
USB 控制器	cypress.com/usb
无线连接	cypress.com/wireless

PSoC®解决方案

PSoC 1 | PSoC 3 | PSoC 4 | PSoC 5LP | PSoC 6

赛普拉斯开发者社区

论坛 | WICED IOT 论坛 | 项目 | s 视频 s | 博客 | 培训 | 组件

技术支持

cypress.com/support

此处引用的所有其它商标或注册商标都归其各自所有者所有。

赛普拉斯半导体公司
198 Champion Court
San Jose，CA 95134-1709

© 赛普拉斯半导体公司，2013-2019 年。本文件是赛普拉斯半导体公司及其子公司，包括 Spansion LLC（“赛普拉斯”）的财产。本文件，包括其包含或引用的任何软件或固件（“软件”），根据全球范围内的知识产权法律以及美国与其他国家签署条约归赛普拉斯所有。除非在本款中另有明确规定，赛普拉斯保留在该等法律和条约下的所有权利，且未就其专利、版权、商标或其他知识产权授予任何许可。如果软件没有附带许可协议且贵方未以其他方式与赛普拉斯签署关于使用软件的书面协议，赛普拉斯特此授予贵方适用于个人的、非独占性、不可转让的许可（无转授许可权）（1）在版权保护下的软件（a）以源代码形式提供的软件,只能是在组织内部为了使用赛普拉斯的硬件去修改和复制。（b）以二进制代码形式从外部发到终端用户（直接或间接通过经销商和分销商）,仅用于赛普拉斯硬件产品单元。（2）在软件（由赛普拉斯公司提供，且未经修改）侵犯赛普拉斯专利的权利主张下，仅许可在赛普拉斯硬件产品上制造、使用、提供和导入软件。禁止对软件的任何其他使用、复制、修改、翻译或编译。

赛普拉斯不对此材料提供任何类型的明示或暗示保证，包括但不限于针对特定用途的适销性和适用性的暗示保证。没有任何电子设备是绝对安全的。因此，尽管赛普拉斯在其硬件和软件产品中采取了必要的安全措施，但是赛普拉斯并不承担任何由于使用赛普拉斯产品而引起的安全问题及安全漏洞的责任，例如未经授权的访问或使用赛普拉斯产品。此外，本材料中所介绍的赛普拉斯产品有可能存在设计缺陷或设计错误，从而导致产品的性能与公布的规 格不一致。（如果发现此类问题，赛普拉斯会提供勘误表）赛普拉斯保留更改本文件的权利，届时将不另行通知。在适用法律允许的范围内，赛普拉斯不对因应用或使用本文件所述任何产品或电路引起的任何后果负责。本文件，包括任何样本设计信息或程序代码信息，仅为供参考之目的提供。文件使用人应负责正确设计、计划和测试信息应用和由此生产的任何产品的功能和安全性。赛普拉斯产品不应被设计为、设定为或授权用作武器操作、武器系统、核设施、生命支持设备或系统、其他医疗设备或系统（包括急救设备和手术植入物）、污染控制或有害物质管理系统中的关键部件，或产品植入之设备或系统故障可能导致人身伤害、死亡或财产损失其他用途（“非预期用途”）。关键部件指，若该部件发生故障，经合理预期会导致设备或系统故障或会影响设备或系统安全性和有效性的部件。针对由赛普拉斯产品非预期用途产生或相关的任何主张、费用、损失和其他责任，赛普拉斯不承担全部或部分责任且贵方不应追究赛普拉斯之责任。贵方应赔偿并保护赛普拉斯免受所有索赔的损害，包括因人身伤害或死亡引起的索赔、费用、损失和其它责任。

赛普拉斯、赛普拉斯徽标、Spansion、Spansion 徽标，及上述项目的组合，WICED，及 PSoC、CapSense、EZ-USB、F-RAM 和 Traveo 应视为赛普拉斯在美国和其他国家的商标或注册商标。请访问 cypress.com 获取赛普拉斯商标的完整列表。其他名称和品牌可能由其各自所有者主张为该方财产。