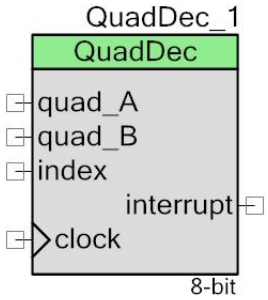
正交解码器（QuadDec）

2.30

特性

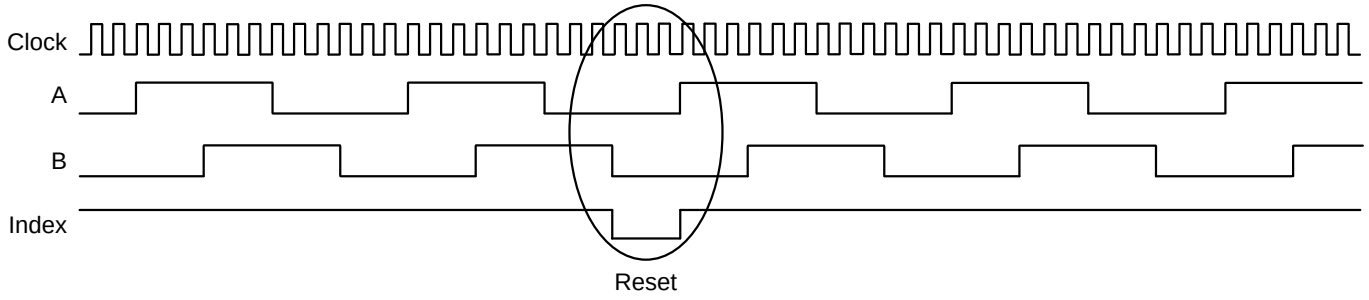


- 可调整计数器大小：8 位、16 位或 32 位
- 计数器分辨率为 A 和 B 输入频率的 1x、2x 或 4x，允许更精确地确定位置或速度
- 可选索引输入，用以确定绝对位置
- 可选短时脉冲过滤，用以减少叠加在输入信号上由系统产生的噪音的影响

概述

正交解码器（QuadDec）组件提供对成对数字信号跃变进行计数的功能。这些信号通常由安装在电机或轨迹球上的速度/位置反馈系统来提供。

这两个信号通常称为 A 和 B，相位上偏离 90 度角，使得输出呈现格雷码规律。格雷码是每次计数时仅有一位变化的序列。这是避免短时脉冲发生的有效方法。此外，通过格雷码，还可以检测方向和相对位置。第 3 个可选信号命名为 Index（索引），每转一周产生一次绝对位置作为参考。



何时使用正交解码器

正交解码器用于解码正交编码器的输出。正交编码器感应对象（例如，鼠标、轨迹球、自动控制轴等）的当前位置、速度和方向。

此外，正交解码器还用于精确测量电机转子的速度、加速度和位置，并结合旋钮确定用户输入。

输入/输出接口

本节介绍了正交解码器组件的各种输入和输出接口。I/O 列表中的星号（*）表示：在 I/O 说明部分中所列出的情况下，该 I/O 可能不可见。

quad_A — 输入

正交解码器的“A”输入。

quad_B — 输入

正交解码器的“B”输入。

索引 — 输入*

此输入用于检测正交解码器的参考位置。使用索引输入时，如果输入 A、B 和索引全部为 0，则计数器也要复位到 0。通常添加额外逻辑以用来选通索引脉冲。通过索引选通，计数器可以仅在多次可能的旋转的某一次进行复位。例如，线性驱动器仅在达到较远行程限制时，才复位计数器。通过机械限位开关（其输出连接至 Index 脉冲）发送此限制信号。

默认情况下显示此输入，但取消选择 **Use index input**（使用索引输入）参数时，此输入可以被隐藏。

时钟 — 输入

时钟信号用于采样和过滤输入上的短时脉冲。如果使用短时脉冲过滤，则过滤后输出不会发生变化，直到3个连续输入采样具有相同值为止。进行有效短时脉冲过滤时，采样时钟周期应大于短时脉冲预期发生的最大时间。计数器可以按A和B输入频率的1倍、2倍或4倍的分辨率进行递增或递减计数。

时钟输入频率应大于或等于 A 或 B 输入频率最大值的 10 倍。

中断 — 输出

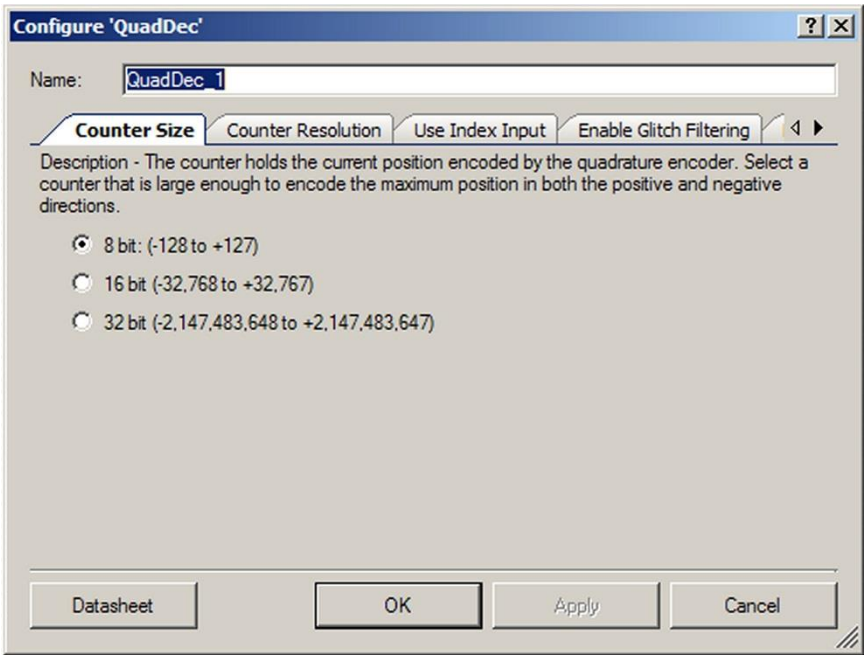
在下列一种或多种情况下中断：

- 计数器上溢出和下溢出
- 计数器因索引输入而被复位（若使用索引）
- A 和 B 输入上产生无效状态切换

组件参数

将正交解码器组件拖入设计窗口中，双击该组件，打开 **Configure**（配置）对话框。该对话框包含多个带分类参数选项卡。

Counter Size（计数器大小）选项卡

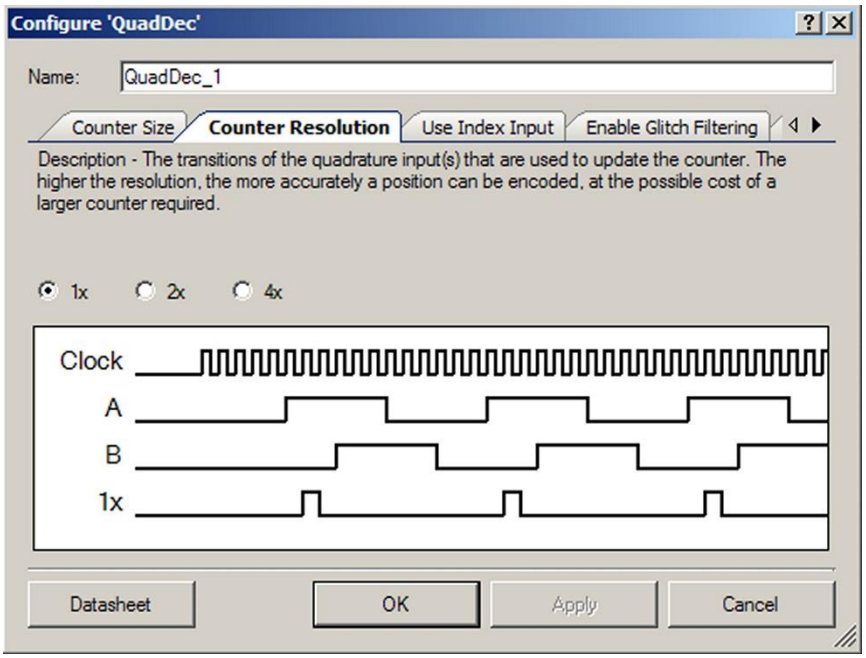


此选项卡用来定义计数器大小（以位数表示）。计数器保存的是正交编码器所编码的当前位置。

选择足够大的计数器来对正向和负向的最大位置进行编码。各选项为：**8 位**、**16 位**或 **32 位**。

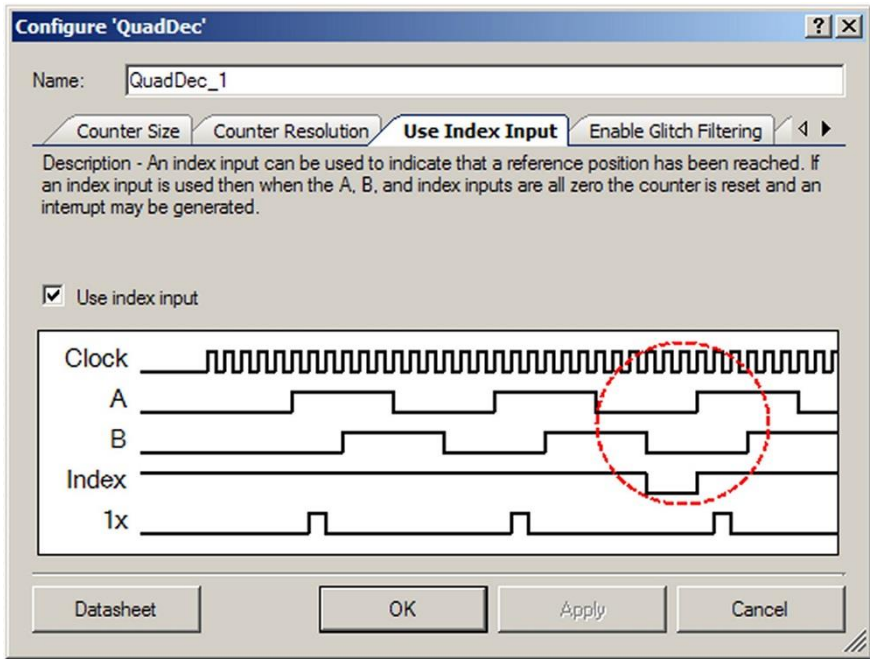
32 位计数器是在硬件计数器中实现低 16 位并在软件中实现高 16 位，从而降低硬件资源使用量。出于此目的，需要使用一个额外的 ISR。要在 32 位计数器下正常工作，必须使能中断。如有必要，可以将 ISR 代码添加至源文件；有关详细信息，请参考“中断组件”数据手册。

Counter Resolution（计数器分辨率）选项卡



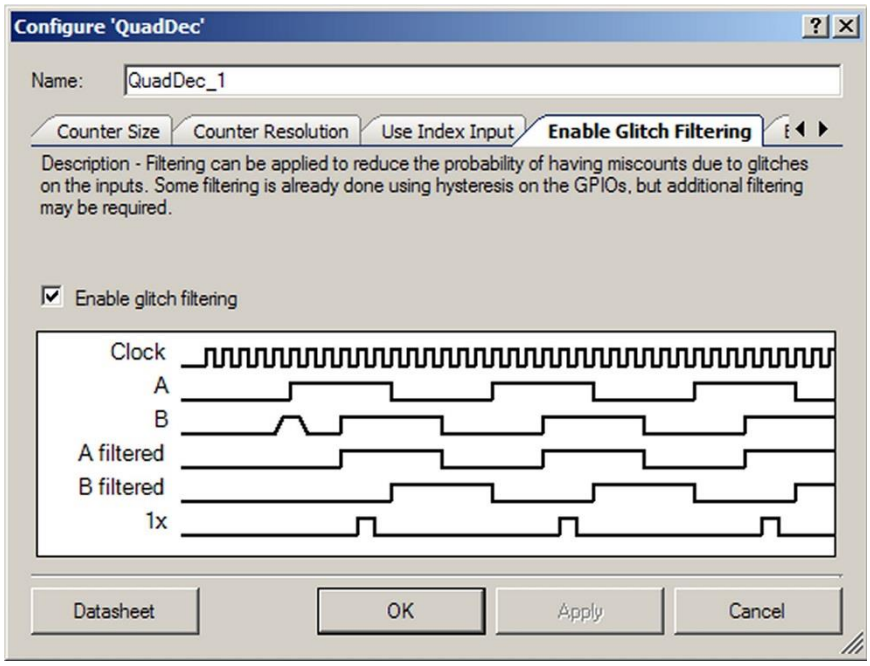
此选项卡包含在 A 和 B 输入一个周期内记数的个数。它表示了用于更新计数器的输入信号的跃变的次数。当分辨率变高时，可以更精确地解析位置，但这可能需要较大计数器。各选项为：**1x**、**2x** 或 **4x**。

Use Index Input（使用索引输入）选项卡



此选项卡包含用于启用或禁用索引输入的字段。索引输入用于表示已经达到参考位置。如果使用索引输入，那么当 A、B 和索引输入全部为 0 时，计数器复位，并生成中断。默认情况下，索引输入为启用状态。

Enable Glitch Filtering（启用短时脉冲过滤）选项卡



此选项卡包含用于启用或禁用数字短时脉冲过滤的字段。应用过滤，可以降低由于输入时的短时脉冲而发生错误计数的可能性。使用在 GPIO 上的输入迟滞，已经完成某些过滤，但额外过滤还是需要的。

如果启用，则过滤适用于所有输入。过滤输出不会发生变化，直到 3 个连续输入采样具有相同值时为止。为达到有效过滤，采样时钟周期应大于短时脉冲预期发生的最大时间。默认情况下，短时脉冲过滤为启用状态。

时钟选择

该器件中没有内部时钟。您必须添加时钟源。此器件根据连接到器件的单一时钟进行操作。

应用编程接口

通过应用编程接口（API）子程序，您可以使用软件对组件进行配置。下面的表格列出并说明了每个函数的接口。以下各节将更详细地介绍每个函数。

默认情况下，PSoC Creator 将实例名称“QuadDec_1”分配给指定设计中组件的第一个实例。您可以将其重命名为遵循标识符语法规则的任意特定值。实例名称会成为每个全局函数名称、变量和常量符号的前缀。出于可读性考虑，下表中使用的实例名称为“QuadDec”。

函数	说明
QuadDec_Start()	初始化UDB和其他相关硬件
QuadDec_Stop()	关闭UDB和其他相关硬件
QuadDec_GetCounter()	报告计数器的当前值
QuadDec_SetCounter()	设置计数器的当前值
QuadDec_GetEvents()	报告事件的当前状态
QuadDec_SetInterruptMask()	启用或禁用因事件引发的中断
QuadDec_GetInterruptMask()	报告当前中断掩码设置
QuadDec_Sleep()	准备组件进入睡眠状态
QuadDec_Wakeup()	准备组件进入唤醒状态
QuadDec_Init()	初始化或恢复自定义程序提供的默认配置
QuadDec_Enable()	启用正交解码器
QuadDec_SaveConfig()	保存当前用户配置
QuadDec_RestoreConfig()	恢复用户配置

全局变量

函数	说明
QuadDec_initVar	QuadDec_initVar表示正交解码器是否完成初始化。变量被初始化为0，并在第一次调用QuadDec_Start()时设置为1。这样，第一次调用QuadDec_Start()子程序后，组件无需重新初始化即可重启。 如果组件需要重新初始化，则首先调用QuadDec_Init()函数，然后再调用QuadDec_Start()或QuadDec_Enable()函数。
QuadDec_count32SoftPart	在此变量中存储32位计数器的高16位。
QuadDec_swStatus	在此变量中存储状态寄存器的值。

void QuadDec_Start(void)

说明： 初始化UDB和其他相关硬件。将计数器复位到0，然后启用或禁用所有相关中断。启动输入监控和计数。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 无

void QuadDec_Stop(void)

说明： 关闭UDB和其他相关硬件。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 无

int8/16/32 QuadDec_GetCounter(void)

说明： 报告计数器的当前值。

参数： 无

返回值： int8/16/32：计数器值。返回值的符号取决于计数器大小设置。正值表示顺时针移动（B在A之前）。

其他影响： 无

void QuadDec_SetCounter(int8/16/32 value)

说明： 设置计数器的当前值。

参数： int8/16/32 value：新值。参数是有符号类型，这取决于计数器大小设置。

返回值： 无

其他影响： 无

uint8 QuadDec_GetEvents(void)

说明： 报告事件的当前状态。此函数清除了状态寄存器的位。

参数： 无

返回值： 事件，以无符号的8位值中的位来表示：

位	说明
QuadDec_COUNTER_OVERFLOW	计数器上溢出
QuadDec_COUNTER_UNDERFLOW	计数器下溢出
QuadDec_COUNTER_RESET	计数器由于索引而复位，若使用索引输入
QuadDec_INVALID_IN	无效的A和B输入状态切换

其他影响： 无

void QuadDec_SetInterruptMask(uint8 mask)

说明： 启用或禁用因事件引发的中断。对于32位计数器而言，无法禁用上溢出、下溢出和复位中断；这些位被忽略。

参数： uint8 mask：启用或禁用8位值中的各个位，其中位值为1时启用中断：

位	说明
QuadDec_COUNTER_OVERFLOW	由于计数器上溢出而启用中断
QuadDec_COUNTER_UNDERFLOW	由于计数器下溢出而启用中断
QuadDec_COUNTER_RESET	由于计数器复位而启用中断
QuadDec_INVALID_IN	由于输入状态切换无效而启用中断

返回值： 无

其他影响： 无

uint8 QuadDec_GetInterruptMask(void)

说明： 报告当前中断掩码设置。

参数： 无

返回值： 启用或禁用8位值中的各个位，其中位值为1时启用中断。

对于32位计数器而言，上溢出、下溢出和复位的使能位始终为1。

位	说明
QuadDec_COUNTER_OVERFLOW	由于计数器上溢出而中断
QuadDec_COUNTER_UNDERFLOW	由于计数器下溢出而中断
QuadDec_COUNTER_RESET	由于计数器复位而中断
QuadDec_INVALID_IN	由于A和B输入状态切换无效而中断

其他影响： 无

void QuadDec_Sleep(void)

说明： 这是组件准备进入睡眠模式时的首选子程序。QuadDec_Sleep()子程序保存当前组件状态。然后它调用QuadDec_Stop()函数和QuadDec_SaveConfig()保存硬件配置。

调用QuadDec_Sleep()函数后，调用CyPmSleep()或CyPmHibernate()函数。有关功耗管理函数的详细信息，请参考PSoC Creator *《系统参考指南》*。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 无

void QuadDec_Wakeup(void)

说明： 这是用来将组件恢复到调用QuadDec_Sleep()时的状态的首选子程序。QuadDec_Wakeup()函数调用QuadDec_RestoreConfig()函数以用来恢复该配置。如果在调用QuadDec_Sleep()函数前启用该组件，则 QuadDec_Wakeup()函数还将重新启用该组件。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 如果在调用QuadDec_Wakeup()函数之前未调用QuadDec_Sleep()或QuadDec_SaveConfig()函数，可能产生不可预料的行为。

void QuadDec_Init(void)

说明： 根据自定义程序“Configure”对话框设置，初始化或恢复组件。无需调用QuadDec_Init()，因为QuadDec_Start()子程序调用此函数，它是开始组件操作的首选方法。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 根据自定义程序“Configure”对话框中的内容设置所有寄存器。

void QuadDec_Enable(void)

说明： 激活硬件并开始执行组件操作。无需调用QuadDec_Enable()，因为QuadDec_Start()子程序调用此函数，它是开始组件操作的首选方法。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 无

void QuadDec_SaveConfig(void)

说明： 该函数会保存组件配置和非保留寄存器。此函数还将保存当前“Configure”（配置）对话框中定义的或通过相应API修改的组件参数值。通过QuadDec_Sleep()函数调用此函数。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 无

void QuadDec_RestoreConfig(void)

说明： 此函数会恢复组件配置和非保持寄存器。此外，此函数还用于将组件参数值恢复至调用QuadDec_Sleep()函数之前的状态。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 如果在调用此函数之前未首先调用QuadDec_Sleep()或QuadDec_SaveConfig()函数，可能产生意外行为。

MISRA 合规性

本节介绍了MISRA-C:2004合规性和本组件的偏差情况。定义了两种类型的偏差：

- 项目偏差 — 适用于所有 PSoC Creator 组件的偏差
- 特定偏差 — 仅适用于该组件的偏差

本节介绍了有关组件特定偏差的信息。*《系统参考指南》*的“MISRA 合规性”章节中介绍了项目偏差以及有关 MISRA 合规性验证环境的消息。

正交解码器组件没有任何特定偏差。

该组件具有以下的嵌入式组件：计数器和中断。MISRA 合规性与特定偏差的相关信息，请参见相应组件数据手册。

样例固件源代码

在“Find Example Project”对话框中，PSoC Creator 提供了大量的示例项目，包括原理图和代码的。要获取组件特定的示例，请打开组件目录中的对话框或原理图中的组件实例。要查看通用示例，请打开“Start Page”或 **File** 菜单中的对话框。根据要求，可以通过使用对话框中的 **Filter Options** 选项来限定可选的项目列表。

更多有关信息，请参考《PSoC Creator 帮助》中主题为“查找示例项目”中的内容。

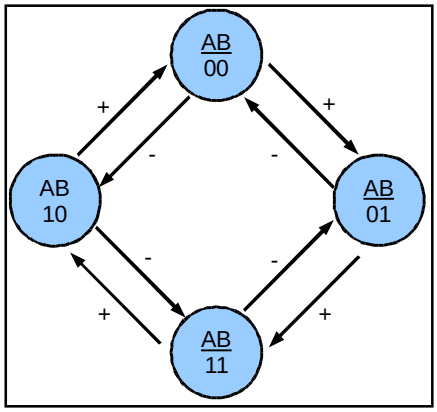
功能说明

默认配置

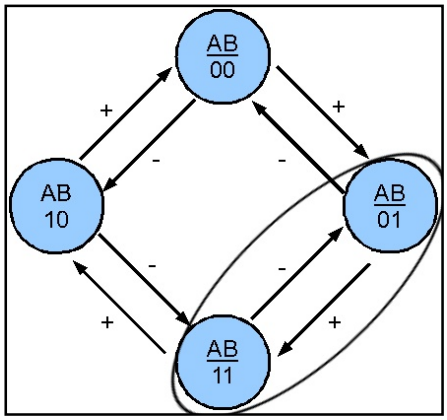
正交解码器的默认配置为 8 位递增/递减计数器，分辨率为 1x，启用索引输入和短时脉冲过滤。

状态切换

正交相位信号通常使用状态机和递增/递减计数器进行解码。传统解码器有 4 种状态，对应于 A 和 B 输入所有可能的值。状态切换图如下所示（未描述相同状态切换）。标有 “+” 和 “–” 的状态切换表示正交相位计数器递增和递减操作。



对于正交相位信号的每一个整周期，正交相位计数器发生 4 次计数变化。此外，较低分辨率计数器还可以仅用于实现状态切换子集的递增/递减运算。四分之一分辨率解码器如下所示。



使用器件内部衍生的时钟信号来采样所有输入。

下图显示了更详细的状态机实现。

图 1. 分辨率为 1x

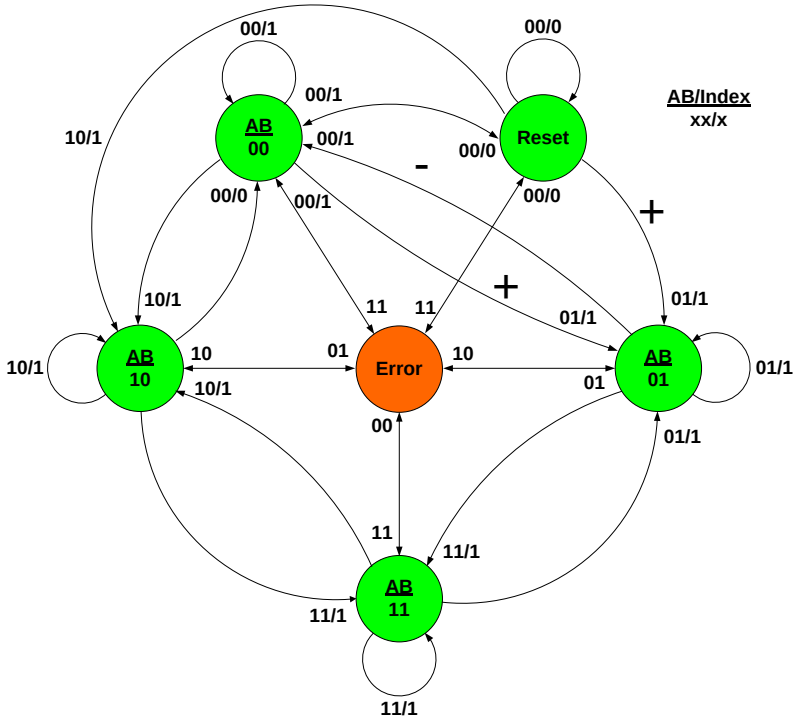

AB/Index
xx/x
AB
00
Reset
AB
10
Error
AB
01
AB
11
00/1
00/0
10/1
11
01
10
01/1
11/1
00
-
+

图 2. 分辨率为 2x

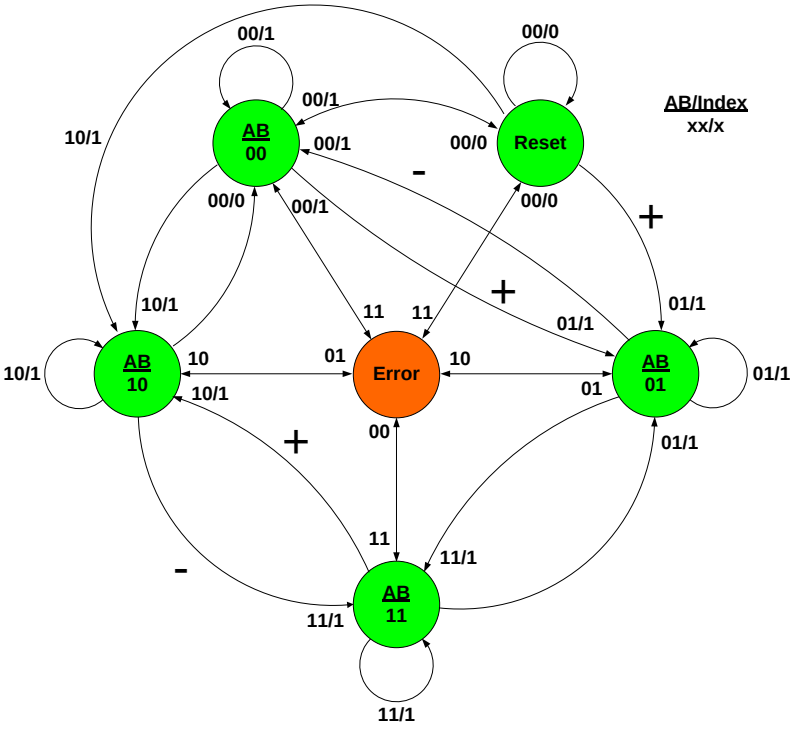
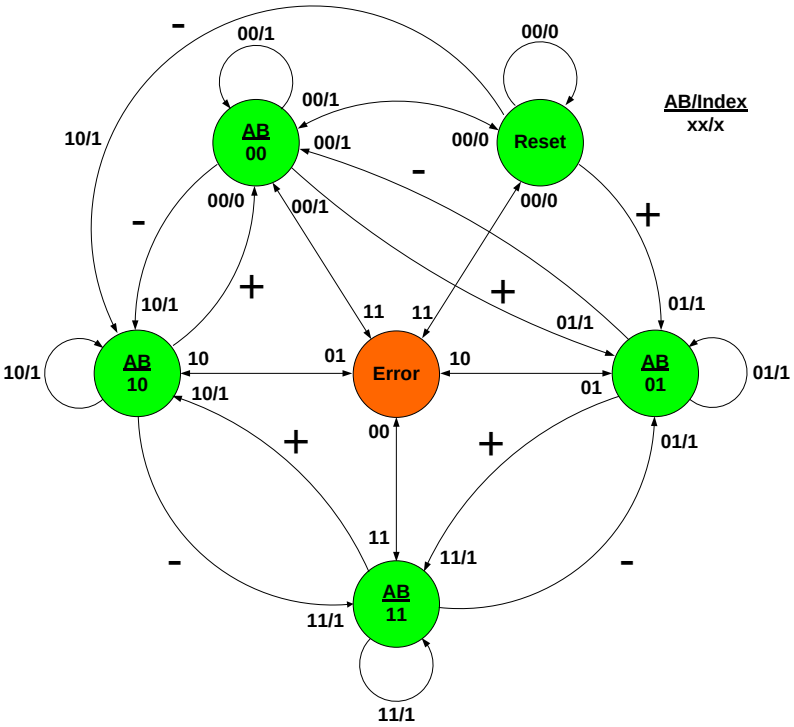


图 3. 分辨率为 4x

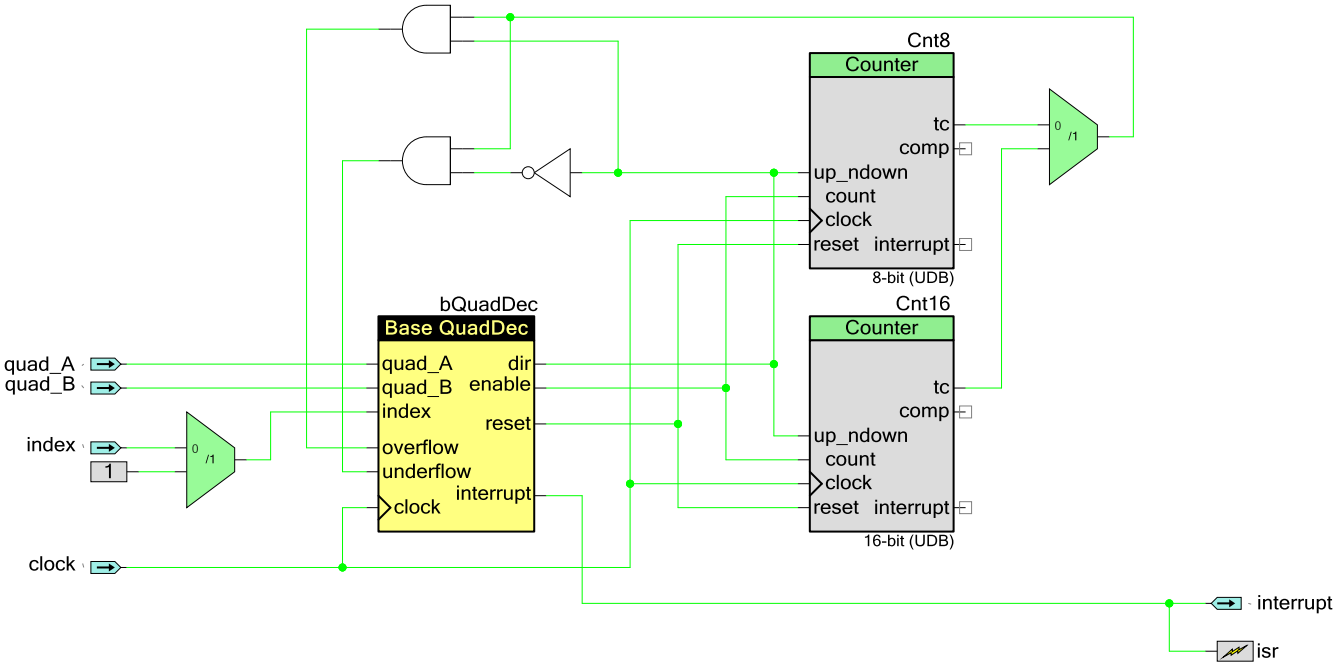


状态说明：

状态	说明
复位	复位状态 — 计数器值复位
AB_00	00 状态正交输入
AB_01	01 状态正交输入
AB_10	10 状态正交输入
AB_11	11 状态正交输入
错误	错误状态 — 无效切换

框图与配置

正交解码器仅使用 UDB 进行配置。在此文档前面已经描述了 API，并会在下一节中描述寄存器，从而定义了组件的全部实现。



寄存器

状态

位	7	6	5	4	3	2	1	0
值	保留				无效	复位	下溢出	上溢出

状态寄存器为只读寄存器。它包含为正交解码器定义的各种状态位。此寄存器的值可以通过QuadDec_GetEvents()函数来获得。从此状态寄存器内的掩码位域的“或”（OR）运算生成中断输出信号。

可以使用 QuadDec_SetInterruptMask() 函数设置掩码。收到中断后，可以通过QuadDec_GetEvents()函数读取状态寄存器，由此获取中断源。状态寄存器在读取后即清除，因此 QuadDec_GetEvents()函数会清除状态寄存器的位。对状态寄存器的所有运算必须使用以下位域定义，因为这些位字段可能在编译时在状态寄存器中产生移位。

为状态寄存器定义了多个位域掩码。在这些位字段中，任何一个位字段均可能作为中断源包括在内。所有位字段在状态寄存器中均可以配置为黏着（sticky）位。在生成的头文件(.h)中可以获得这些定义，如下所示：

- **QuadDec_COUNTER_OVERFLOW —** 定义为状态寄存器位“计数器上溢出”的位掩码。
- **QuadDec_COUNTER_UNDERFLOW —** 定义为状态寄存器位“计数器下溢出”的位掩码。
- **QuadDec_RESET —** 定义为状态寄存器位“因索引被复位”的位掩码。
- **QuadDec_INVALID_IN —** 定义为状态寄存器位“A 和 B 输入状态切换无效”的位掩码。

资源

正交解码器组件放置在整个 UDB 阵列中。该组件利用以下资源。

配置	资源类型					
	Datapath 单元	宏单元	状态单元	控制单元	DMA通道	中断
8位，分辨率为1x，无短时脉冲过滤，使用索引	1	22	2	1	–	–
16位，分辨率为2x，短时脉冲过滤，使用索引	2	31	2	1	–	–
32位，分辨率为4x，短时脉冲过滤，使用索引	2	32	2	1	–	1

API 存储器使用情况

根据编译器、器件、所使用的 API 数量以及组件的配置情况不同，组件的存储器大小也不一样。下表提供了组件配置中所有 API 占用的存储器大小。

通过使用“释放”模式下的相应编译器，可以进行测量操作。在该模式下，存储器的大小得到优化。对于特定的设计，分析编译器生成映射文件后可以确定存储器的使用大小。

配置	PSoC 3 （Keil_PK51）		PSoC 4（GCC）		PSoC 5LP（GCC）	
	闪存 字节	SRAM 字节	闪存 字节	SRAM 字节	闪存 字节	SRAM 字节
8位，分辨率为1x，无短时脉冲过滤，使用索引	386	7	554	10	594	10
16位，分辨率为2x，短时脉冲过滤，使用索引	455	8	不可用	不可用	600	14
32位，分辨率为4x，短时脉冲过滤，使用索引	664	12	不可用	不可用	776	18

直流和交流电气特性

除非另有说明，否则这些规范的适用条件是：-40°C ≤ T_A ≤ 85 °C 和 T_J ≤ 100 °C。除非另有说明，否则这些规范的适用范围为 1.71 V 到 5.5 V。

直流电气特性

参数	说明	最小值	典型值[1]	最大值	单位
I_{DD}	组件电流消耗				
	8位，分辨率为1x，无短时脉冲过滤，使用索引	–	15	–	µA/MHz
	16位，分辨率为2x，短时脉冲过滤，使用索引	–	20	–	µA/MHz
	32位，分辨率为4x，短时脉冲过滤，使用索引	–	26	–	µA/MHz

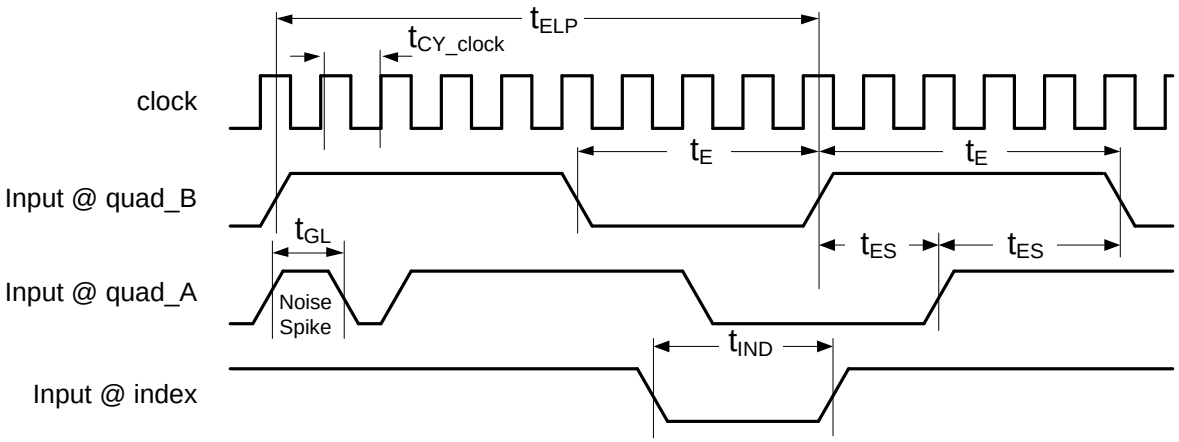
1. 未包括器件的 IO 和时钟分配的电流。这些值是在温度是 25 °C 时的值。

交流电气特性

参数	说明		最小值	典型值	最大值[1]	单位
f_{CLOCK}	组件时钟频率					
	8位，分辨率为1x，无短时脉冲过滤，使用索引		–	–	33	MHz
	16位，分辨率为2x，短时脉冲过滤，使用索引		–	–	29	MHz
	32位，分辨率为4x，短时脉冲过滤，使用索引		–	–	28	MHz
f_{AB}	组件A和B频率		–	–	f_{CLOCK}/10	MHz
t_{IND}	索引信号宽度	无短时脉冲过滤	2	–	–	t_{CY_clock}[2]
		短时脉冲过滤	3			
t_{GL}	短时脉冲预期发生的时间周期		–	–	3	t_{CY_clock}
t_E	编码脉冲宽度（低电平或高电平）		4	–	–	t_{CY_clock}
t_{ES}	编码状态周期		2	–	–	t_{CY_clock}
t_{ELP}	编码周期宽度		10	–	–	t_{CY_clock}

1. 这些值提供了此组件的最大安全工作频率。可以在更高的时钟频率运行此组件，在该频率将需要使用 STA 结果验证时序要求。
2. $t_{CY\_clock} = 1/f_{CLOCK}$ 一个时钟周期的循环时间

图 4. 时序图



组件更改

本节列出了各版本的主要组件更改内容。

版本	更改说明	更改原因/影响
2.30.a	清除数据手册中有关PSoC 5的参考内容。	PSoC 5被替代为PSoC 5LP。
2.30	将正交解码器组件原理图中的内部计数器组件更新到2.40版本。	这样可使用计数器组件的最新版本。
	更正了状态机实现。	由于正交输入后振荡，发生错误操作。
	更新了“状态切换”部分，使状态机图表更详细。	
	更新了数据手册中有关PSoC 4存储器使用情况的内容	
2.20	已添加了MISRA合规性章节。	该组件没有任何特定偏差。
	添加了PSoC4器件支持。	
	将正交解码器组件原理图中的内部计数器组件更新到2.30版本。	以使用计数器组件的最新版本。
2.10	添加了PSoC 5LP器件支持。	
	向所有正交解码器API添加了CYREENTRANT关键词（当它们包含在“.cyre”文件中时）。	并非所有API都是真正可重入的函数。组件API源文件中的注释指出了适用的函数。 对于采用了安全方式并且是不可重入的函数，则需要该项变更，这样可以消除编译器警告：通过标志或关键节防止同时调用。
2.0	更新了数据手册中框图与配置这节内的正交解码器框图。	使用计数器组件的最新版本。
	将正交解码器组件原理图中的内部计数器组件更新到2.0版本。	以使用计数器组件的最新版本。
	删除了过期定义。	
1.50.a	向数据手册中添加了特性数据	
	进行了较小程度的数据表编辑和更新	
1.50	更改了QuadDec_Start() API：删除控制寄存器的写入。	Beta5 STA优化
	补充了QuadDec_Sleep()/QuadDec_Wakeup() API。	补充了API用以支持低功耗模式。
	补充了QuadDec_Init() API。	补充了此函数以提供用于在启动前初始化/恢复组件的API。

版本	更改说明	更改原因/影响
1.20	更新了“Configure”对话框。 删除了计数器大小低于32位时编译后的 *“QuadDec_INT.c “*文件。 删除了计数器大小等于32位时“*QuadDec_INT.c “*文件中的检查条件。	

赛普拉斯半导体公司，2013-2016 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由赛普拉斯所有。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。如果软件并不附随有一份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属人性质的、非独家且不可转让的如下许可（无再许可权）：（1）在赛普拉斯特软件著作权项下的下列许可权（一）对以源代码形式提供的软件，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的且仅在贵方集团内部修改和复制软件，和（二）仅限于在有关赛普拉斯硬件产品上使用之目的将软件以二进制代码形式的向外部最终用户提供（无论直接提供或通过经销商和分销商间接提供），和（2）在被软件（由赛普拉斯公司提供，且未经修改）侵犯的赛普拉斯专利的权利主张项下，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的制造、使用、提供和进口软件的许可。禁止对软件的任何其他使用、复制、修改、翻译或汇编。

在适用法律允许的限度内，赛普拉斯未对本文件或任何软件作出任何明示或暗示的担保，包括但不限于关于适销性和特定用途的默示保证。赛普拉斯保留更改本文件的权利，届时将不另行通知。在适用法律允许的限度内，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。贵方应赔偿赛普拉斯因赛普拉斯产品任何非预期用途产生或相关的所有索赔、费用、损失和其他责任，包括因人身伤害或死亡引起的主张，并使之免受损失。

赛普拉斯、赛普拉斯徽标、Spansion、Spansion 徽标，及上述项目的组合，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。