

针对电容传感应用调整AD714x

作者: Susan Pratt

简介

AD714x CapTouch™控制器必须针对用户的特定应用进行调整, 以提供最佳性能。调整取决于控制器所连接的传感器类型, 如按钮、滚动条或滚轮等。传感器大小、周围环境和叠层等因素全都会对性能产生影响。

调整过程包括五个简单的步骤, 本应用笔记将详加说明。这些步骤可以通过两种方法来完成:

- 方法A利用开发系统来读写寄存器, 而不是利用AD714x评估板。
- 方法B则是利用AD714x评估板和软件。

开始调整前, 确保您面对的是最终产品或最终设计(与最终产品一致或尽可能接近的传感器PCB)。传感器上的叠层应按照最终产品的要求进行安装。

注意, 传感器PCB、安装或叠层材料如有改变, 必须再次进行调整。

对于每个传感器, 调整的五步如下所列:

1. 设置输入连接。
2. 抵消体电容或杂散电容。
3. 获取高低箝位值。
4. 获取高低偏移值。
5. 设置灵敏度。

对于每个转换级, 重复第1步至第5步。

每级/每个传感器有8个调整寄存器, 位于寄存器Bank 2中, 分别为:

- STAGEX_CONNECTION位[6:0]
- STAGEX_CONNECTION位[13:7]
- STAGEX_AFE_OFFSET
- STAGEX_SENSITIVITY
- STAGEX_OFFSET_LOW
- STAGEX_OFFSET_HIGH
- STAGEX_OFFSET_HIGH_CLAMP
- STAGEX_OFFSET_LOW_CLAMP

目录

简介	1	方法B：使用评估软件	7
初始步骤	3	第3步：获取高低箝位值	8
确保AD714x未经编程	3	记录传感器激活活动	8
连接一个外部传感器PCB到AD714x评估板 (仅针对方法B用户)	3	箝位值	8
了解控制器序列器	3	方法A：写入AD714x	8
方法B：使用评估软件	8	方法B：使用评估软件	8
第1步：设置输入连接	4	第4步：获取高低偏移值	9
按钮	4	使用评估软件更改箝位值和偏移值	9
滚动条和滚轮	4	第5步：设置灵敏度	10
键盘	5	方法A：写入AD714x	10
方法A：写入AD714x	5	方法B：使用评估软件	10
方法B：使用评估软件	6	总结	11
第2步：抵消体电容或杂散电容	7	使用评估软件保存AD714x配置	11
方法A：写入AD714x	7		

初始步骤

确保AD714x未经编程

开始调整之前，必须确保AD714x未经编程。为此，应确保各级(X = 0到11)的前三个寄存器设置如下：

- StageX_Connection位[6:0] = 0xFFFF
- StageX_Connection位[13:7] = 0x3FFF
- StageX_AFE_Offset = 0x0000

设置好这三个寄存器后，就可以进入调整过程。在两种可能的调整方法中，方法A预设使用AD714x评估板以外的开发系统，方法B预设使用AD714x评估板。

连接一个外部传感器PCB到AD714x评估板(仅针对方法B用户)

可以使用评估板软件和主机微控制器来评估定制传感器(方法B)。开始之前，方法B用户必须按照下列步骤将一个外部传感器PCB连接到评估板：

- 给评估板上电。
- 将S4切换到断开位置。
- 将外部传感器PCB连接到J1或J2。

外部传感器PCB上的AD714x串行接口现已连接到评估板上的ADuC841串行接口。

注意，外部传感器PCB上必须有AD714x，因为无法利用评估板上的AD714x来控制外部传感器。

了解控制器序列器

AD714x序列器(见图1)采用时分多路复用(TDM)方法控制AD714x的转换。AD7142和AD7147有12个转换级，AD7143有8个转换级。

对于传感器各CIN输入，至少有一个转换级用来测量其电容。可以将任意CIN输入指定给任意级。调整是在逐级基础上完成的。

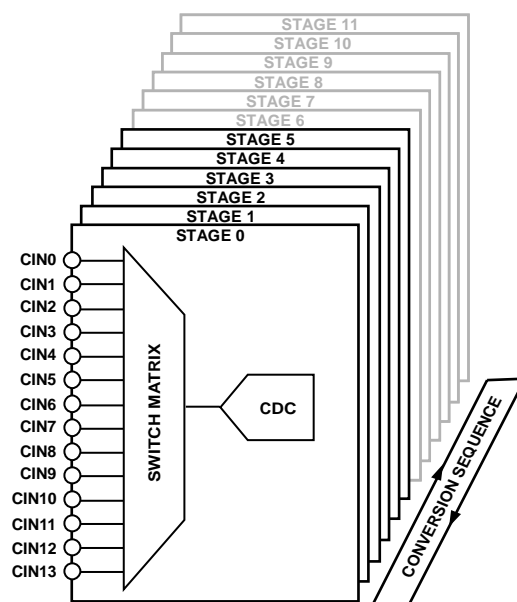


图1. 转换序列

06826-001

第1步：设置输入连接

各CIN输入可以连接到转换器的正输入端或负输入端(见图2)。各CIN输入可以内部连接到偏置节点，或者保持悬空。任何未连接到CDC的CIN输入应连接到偏置节点。

各CIN输入有2位用来控制此连接。

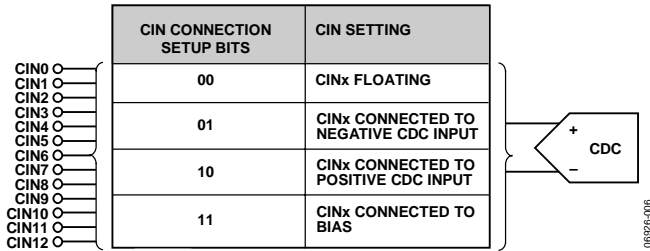


图2. 输入连接设置

每个转换级的CIN输入设置是不同的。一般说来，在一个转换级中，CIN输入连接到CDC，以测量连接到该CIN的传感器。

按钮

按钮传感器可以连接到电容数字转换器(CDC)的正输入端或负输入端，如图3所示。两个按钮可以使用同一级(差分)，其中一个按钮连接到正CDC输入，另一个连接到负CDC输入。注意，差分连接的按钮无法同时激活，因为它们会互相抵消。

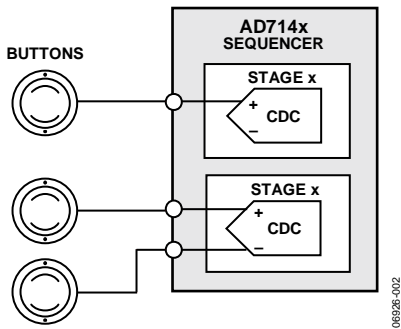


图3. 连接按钮传感器

滚动条和滚轮

滚动条和滚轮包括8个独立的传感器段(见图4)。8段分别连接到不同的正CDC输入，像按钮连接一样。

滚动时，用户与多个传感器段发生交互。使用软件算法来获得高分辨率位置。

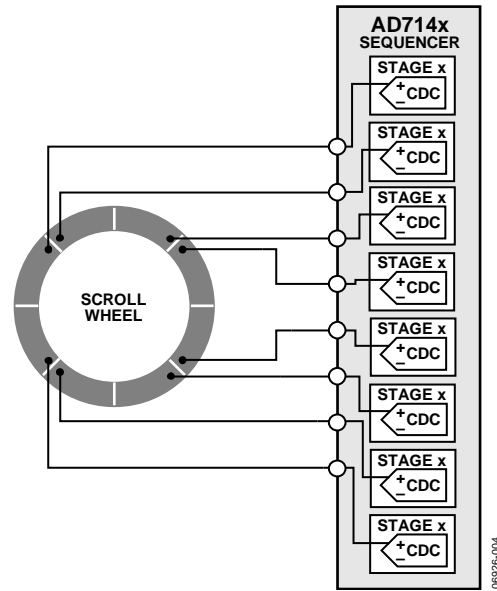


图4. 连接滚动条/滚轮

对于比率式滚动条(见图5)，只使用两路CIN输入。应将各CIN输入连接到正CDC输入。

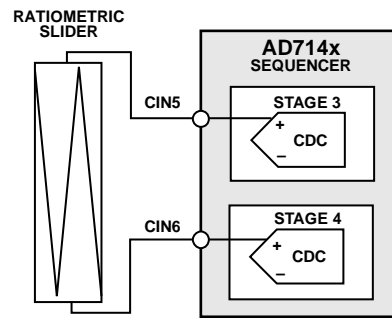


图5. 连接比率式滚动条

键盘

键盘的各列和各行通过一个连接与正CDC输入相连(见图6)。对于矩阵键盘操作，通过检查行和列的状态来找到激活的键。

控制器支持的最大键盘尺寸如下：

- AD7142和AD7147：6 × 6 = 36键
- AD7143：4 × 4 = 16键

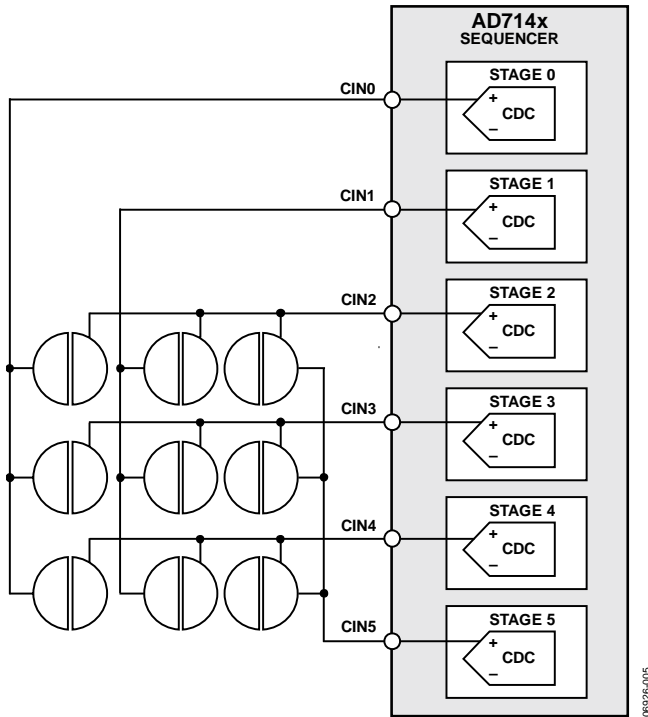


图6. 连接键盘

方法A：写入AD714x

1. 写入STAGEX_CONNECTION位[6:0]和STAGEX_CONNECTION位[13:7]寄存器，配置CIN连接。
2. 配置各级中的各CIN输入的连接。
 - 00 = CINx未连接到CDC输入
 - 01 = CINx连接到CDC负输入
 - 10 = CINx连接到CDC正输入
 - 11 = CINx连接到BIAS(连接不使用的CIN输入)
3. 对于大部分应用，只需将一路CIN输入连接到各级中的CDC输入。
4. 将所有不使用的CIN输入连接到偏置。

例如，要在转换级2中测量CIN4，应进行如下设置：

STAGE2_CONNECTION [6:0] = 0xFEFF

STAGE2_CONNECTION [13:7] = 0x3FFF

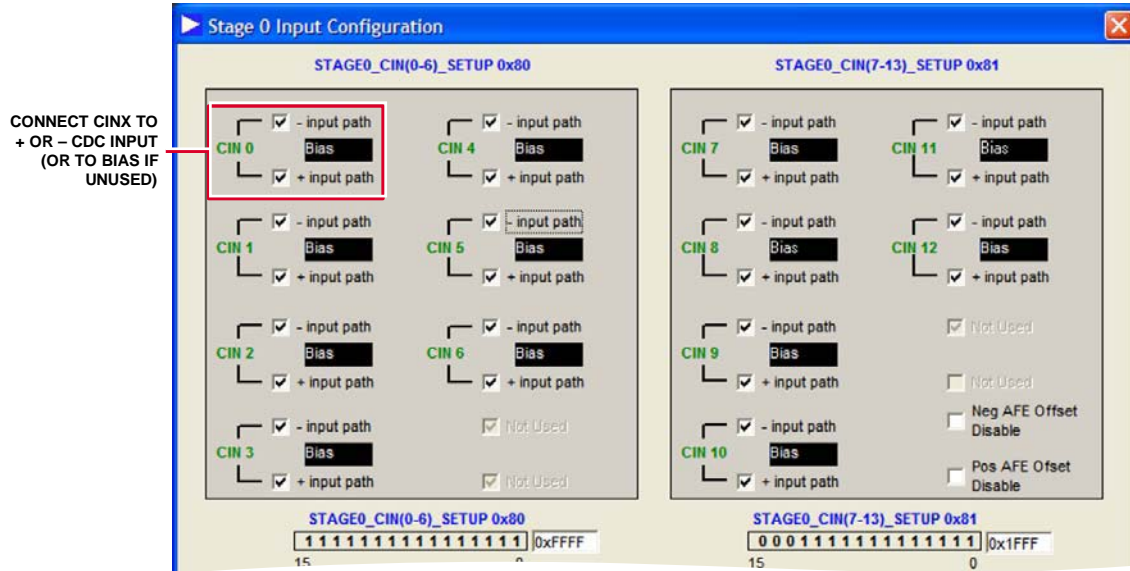
对于每个转换级，重复第1步至第4步。

AN-929

方法B: 使用评估软件

要打开输入配置对话框(见图7), 请启动评估软件并选择“Register Configuration”(寄存器配置), 然后选择“CIN Configuration Block STAGEX”(CIN配置模块STAGEX)。

将所有CINx连接到正或负CDC输入, 或者偏置(如果不使用), 如图7所示。对各转换级重复此过程。



NOTES
1. PATH TO WINDOW: REGISTER CONFIGURATION > CIN CONFIGURATION BLOCK STAGEX.

图7. 输入配置菜单

第2步：抵消体电容或杂散电容

对于AD7142和AD7143， C_{BULK} 是PCB材料所产生的电容。

对于AD7147， C_{STRAY} 是接地电容。注意下列事项：

- 应防止 C_{BULK} 或 C_{STRAY} 影响CIN的测量。
- C_{IN} 的衡量单位为飞法(fF)。
- $C_{\text{BULK}}/C_{\text{STRAY}}$ 的衡量单位为皮法(pF)。

片内7位DAC用于抵消 $C_{\text{BULK}}/C_{\text{STRAY}}$ (20 pF抵消能力)。

使用这些DAC将未触摸传感器时的CDC输出值设置为中间电平CDC输出代码(约有32,000个代码)。

方法A：写入AD714x

1. 从寄存器CDC_RESULT_SX读取传感器的 C_{BULK} 值。
2. 如果CINx连接到正CDC输入，则将POS_AFE_OFFSET值提高1 LSB。如果CINx连接到负CDC输入，则将NEG_AFE_OFFSET值提高1 LSB。

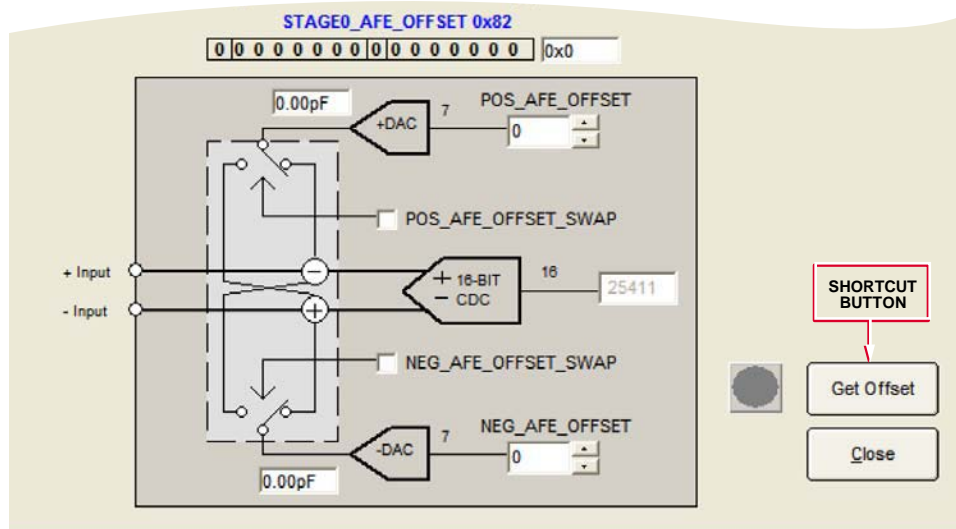
3. 再次回读CDC_RESULT_STAGEX寄存器。

4. 重复第2步和第3步，直到CDC_RESULT_STAGEX值尽可能接近32,768。注意，POS_AFE_OFFSET和NEG_AFE_OFFSET的最佳值可以是0。

方法B：使用评估软件

要打开图8所示的对话框，请启动评估软件并选择“Register Configuration”(寄存器配置)，然后选择“CIN Configuration Block STAGEX”(CIN配置模块STAGEX)。

使用快捷按钮获得所需的偏移值。设置正确的偏移值后，CDC的输出应接近中间电平(约有32,700个代码)。另外，也可以点击POS_AFE_OFFSET或NEG_AFE_OFFSET框中的箭头来改变值。



NOTES

1. PATH TO WINDOW: REGISTER CONFIGURATION > CIN CONFIGURATION BLOCK STAGEX.

图8. 设置AFE_OFFSET

06929-008

第3步：获取高低箝位值

记录传感器激活活动

当从某个传感器测得的值提高到上限以上，或降低到下限以下时，该传感器激活，如图9所示。

根据环境(背景)电容水平的变化，片内逻辑不断更新阈值。

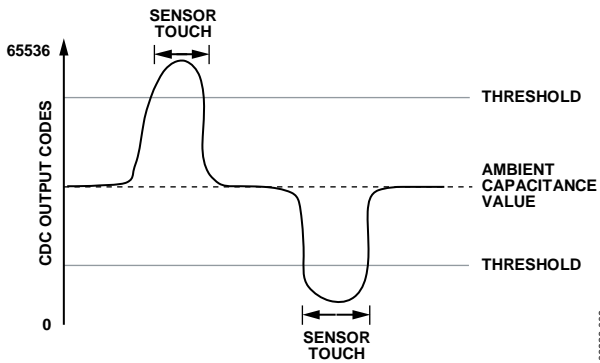


图9. 传感器激活

箝位值

片内数字逻辑需要初始值。

高低箝位值是通过确定传感器可能的最大和最小响应而得到的。

这些箝位值由环境补偿和自适应阈值片内数字逻辑使用。

对于只有一路CIN输入连接到CDC的转换级，高箝位值与低箝位值相等。

如果CINx连接到正CDC输入，而CINy连接到负CDC输入，则高低箝位值可能不同。两个差分连接的按钮就是这种情况。

方法A：写入AD714x

在未触摸传感器的情况下，读取ADC_RESULT_SX(也称为CDC_RESULT_SX)。

然后触摸传感器，并再次读取ADC_RESULT_SX。最大的手指产生最大的传感器响应。

箝位值等于触摸值与未触摸值之差。

$$\text{箝位} = |\text{触摸CDC值} - \text{未触摸CDC值}|$$

高箝位值写入STAGEX_OFFSET_HIGH_CLAMP，低箝位值写入STAGEX_OFFSET_LOW_CLAMP。

对于只连接一路CIN输入的转换级，高箝位值与低箝位值相同。

对于有两个传感器连接到CDC的转换级，请执行下面的第1步到第3步。

1. 一次触摸一个传感器。
2. 从触摸时显示CDC代码提高的传感器获取高箝位值。
3. 从触摸时显示CDC代码降低的传感器获取低箝位值。

方法B：使用评估软件

1. 使用评估软件绘制各传感器的CDC输出图(见图10)。

首先启动评估软件，选择Register Configuration(寄存器配置)，然后选择Calibration STAGEX(校准STAGEX)。点击Read Continuously(连续读取)按钮绘制CDC值曲线。

2. 使用最大的手指获得最大/最小的传感器响应。
3. 通过下式计算箝位值：

$$\text{箝位} = |\text{触摸CDC值} - \text{未触摸CDC值}|$$

本例中，

$$\text{箝位} = |34540 - 33450|$$

$$\text{STAGEX_OFFSET_HIGH_CLAMP} = 1090$$

$$\text{STAGEX_OFFSET_LOW_CLAMP} = 1090$$

4. 将第3步测得的值写入STAGEX_OFFSET_CLAMP寄存器。

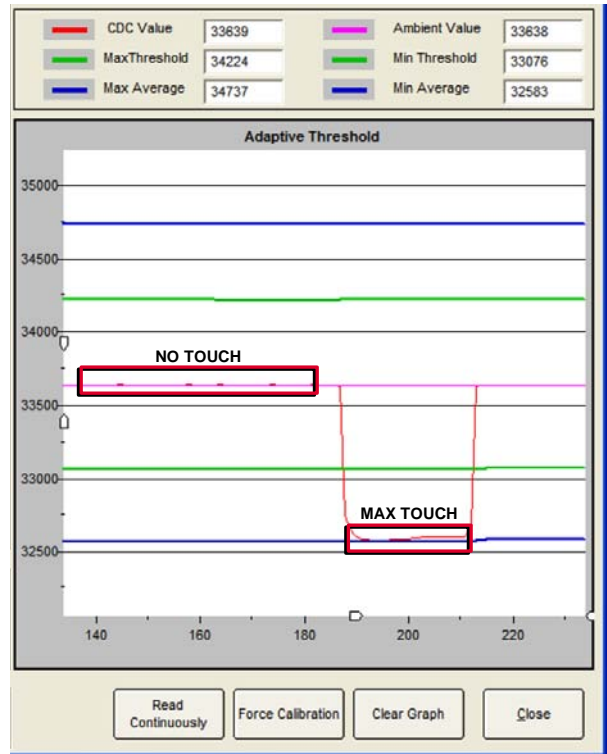


图10. 测量传感器响应

第4步：获取高低偏移值

无论使用方法A还是方法B，用于获取高低偏移值的过程均相同。

高低偏移值用于计算上电时传感器的激活阈值。实际的阈值还要考虑灵敏度设置。

计算如下：

$$\text{偏移} = \text{箝位值} \times 0.8$$

$$\text{STAGEX_OFFSET_LOW} =$$

$$\text{STAGEX_OFFSET_LOW_CLAMP} \times 0.8$$

$$\text{STAGEX_OFFSET_HIGH} =$$

$$(\text{STAGEX_OFFSET_HIGH_CLAMP} \times 0.8)$$

例如，当LOW_CLAMP = 2000、HIGH_CLAMP = 2500时，

$$\text{STAGEX_OFFSET_LOW} = 1600$$

$$\text{STAGEX_OFFSET_HIGH} = 2000$$

使用评估软件更改箝位值和偏移值

要打开图11所示的对话框，请启动评估软件并选择“Register Configuration”(寄存器配置)，然后选择“Calibration STAGEX”(校准STAGEX)。

要更改STAGEX_OFFSET_CLAMP值和STAGEX_OFFSET值，请使用适当的箭头增大或减小值。

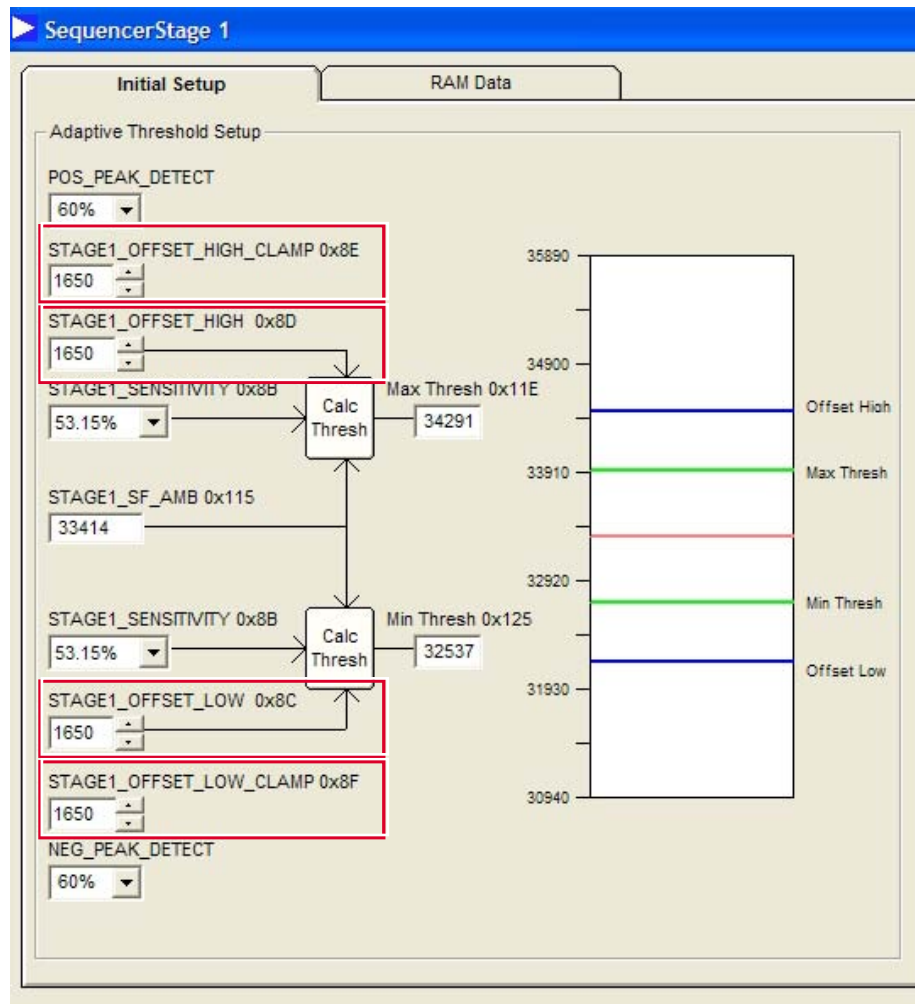


图11. 设置偏移和箝位值

第5步：设置灵敏度

每个传感器可以使用不同的灵敏度设置。灵敏度最多可以设置16级。灵敏度设置激活阈值，范围为平均最大输出(相对于环境)的25%到95%，参见图12。

低灵敏度设置值意味着轻轻触摸就能触发传感器，高灵敏度设置值意味着只有有力触摸才能触发传感器。

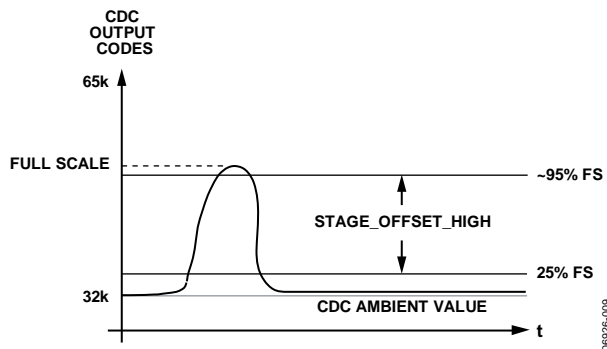


图12

方法A：写入AD714x

灵敏度设置完全取决于设计师对用户感觉的把握。

初始设置为53%。

```
STAGEX_SENSITIVITY = 0110
```

如果需要更灵敏的响应，请减小灵敏度设置。

例如：

```
STAGEX_SENSITIVITY = 0001 = 29%
```

如果不需要那么灵敏的响应，请增大灵敏度设置。

例如：

```
STAGEX_SENSITIVITY = 1101 = 85%
```

方法B：使用评估软件

灵敏度设置取决于客户的需求(通过用力触摸还是轻柔触摸来激活传感器)，参见图13。

初始设置为标称值50%。

如果需要更高的灵敏度(更轻柔的触摸即可激活传感器)，请降低灵敏度百分比。如果需要更低的灵敏度(更有力的触摸才能激活传感器)，请提高灵敏度百分比。

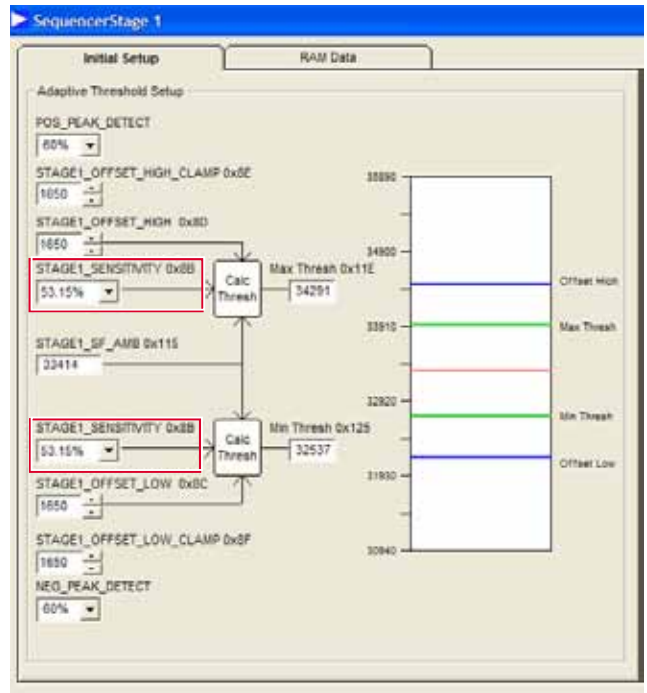


图13. 使用评估软件更改灵敏度设置

总结

本应用笔记详细描述了调整AD714x CapTouch控制器的五步骤程序。

1. 设置输入连接。
2. 抵消体电容或杂散电容。
3. 获取高低箝位值。
4. 获取高低偏移值。
5. 设置灵敏度。

对每个转换级执行第1步到第5步后，便可获得AD714x的整个寄存器bank 2的配置值。器件上电时，应将这些值写入AD714x，使其具有适合应用的正确配置。

使用评估软件保存AD714x配置

要打开图14所示窗口，请启动评估软件并选择Register Configuration(寄存器配置)。

若要以C代码形式保存配置数据，请选择Create Config File(创建配置文件)按钮，这将把AD714X寄存器配置保存为C代码头文件。

若要保存配置数据以便能利用评估软件将它重新加载到AD714x，请选择Setup Registers(设置寄存器)按钮，然后选择Save(保存)。

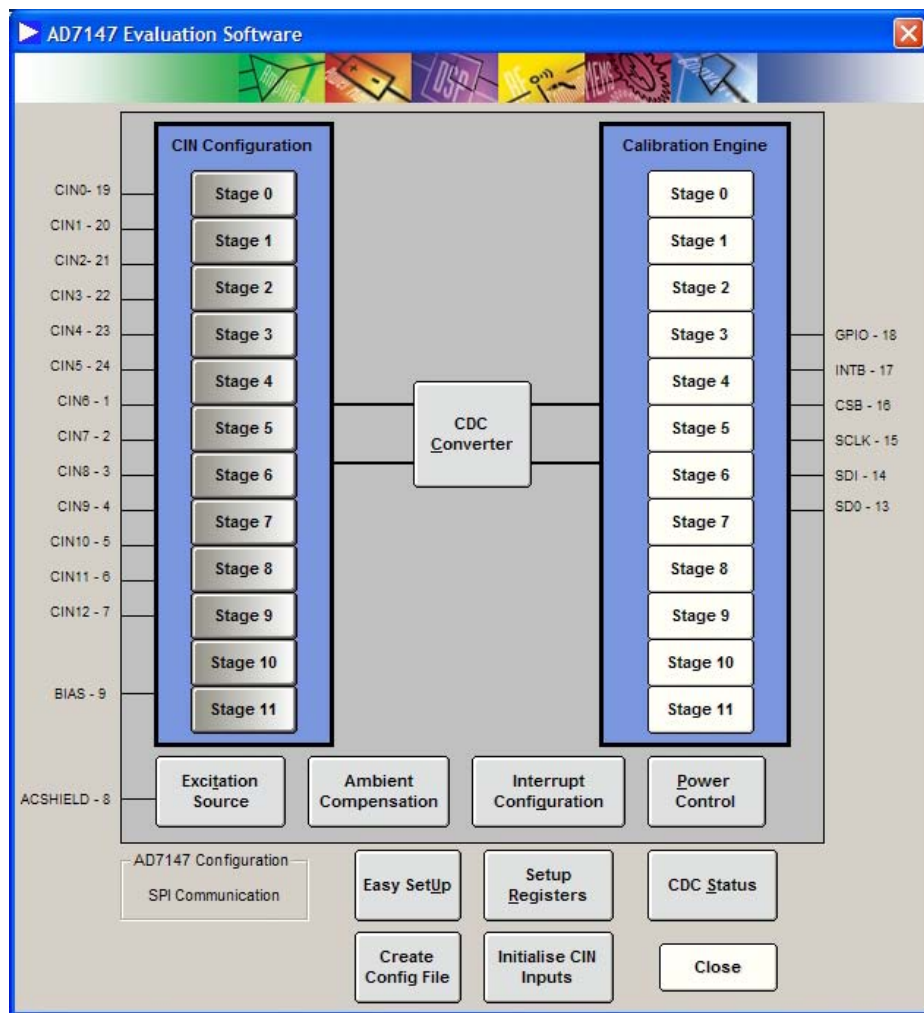


图14. 保存配置数据

注释