

theremino
•the•real•modular•in-out•

系统 特雷米诺



Theremino 光谱仪 线性传感器

线性传感器

通过光谱仪应用程序和我们为 Nano 模块开发的固件，您可以读取光谱仪中最常用的三种东芝线性传感器。您可以在“Theremino_Spectrometer”应用程序的“DOCS”文件夹中找到它们的数据表。

第一个是 TCD1304DG。

这个模型无疑是最好的。

它最高可达 3600 像素，我们建议使用它而不是以下两个。

第二个是 TCD1304AP。

购买时要小心，字母“AP”而不是“DG”会导致更差的特性。

此“AP”版本也包含 3600 像素，但只有选择 600 像素才能实现最大稳定性和最小噪声。

通过接受特性恶化，最多可以达到 1000 或 1200 像素。因此该传感器实际可用的分辨率非常低。

第三个是 TCD1254。

该传感器包含 2500 个像素，并且它们都是实际可用的。

我们不建议使用它，因为它只有 2500 像素，而且因为它没有插入插座的引脚，因此连接起来比较困难。

还要注意焊盘很脆弱，因此如果您在焊盘上焊接电线，则可能会将它们与传感器分离（并且您将不得不将其扔掉）。



我们建议不要焊接传感器，而应使用带有旋转 PIN 的条形连接器，如下所示。

线性传感器工作台

通常这些传感器安装在带有反射光栅 (4) 和两个镜子的组中。

第一个镜子 (3) 用于准直光束，第二个镜子 (5) 在线性传感器 (6) 的整个宽度上拓宽光谱，而无需将传感器移动得太远，从而使工作台保持相当小。

光输入端 (1) 具有一个用于连接光纤的连接器，后面是一个插槽 (2)。

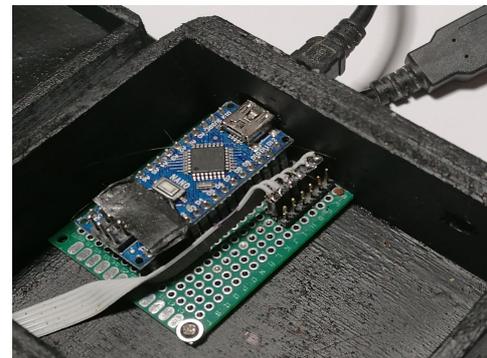
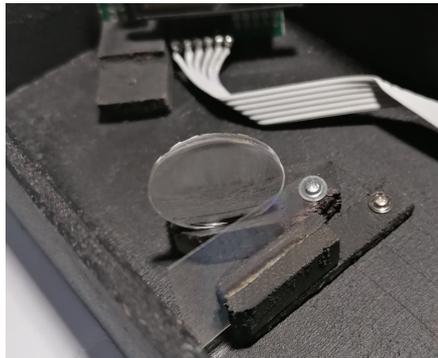
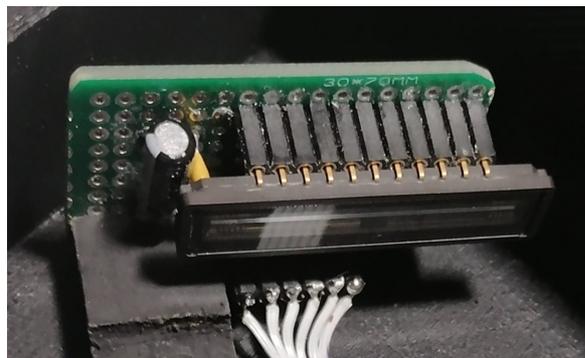
这些长凳非常昂贵，您可以找到从二手和翻新的 B&W 或 Ocean Optics 长凳中回收的它们。

您可以在 eBay 或其他网站上查找它们，这些年 (2024 年) 有卖家“spectrophoton”，以不到 200 美元的价格出售整套工作台以及单个组件、光栅和镜子。尝试一下 [这个链接](#)，这是他的 eBay 商店，应该至少能持续几年。

或者，您可以建造一个自制的工作台，正如我们在有关光谱仪构造的 PDF 中所解释的那样。

如果您使用透射标线，您的亮度会降低，但校准和校准会更容易。由于没有准直器，所以对垂直误差的容忍度更大。此外，水平刻度的线性度非常好，以至于除了使用经济型荧光灯获得的通常两个 (436 和 546) 之外不需要其他校准点。

在这些图像中，您可以看到我的一项木制测试的构造细节。您可以在有关光谱仪构造的 PDF 文件中找到更多详细信息。



无论如何，请使用线性传感器调整并聚焦银行和困难得多与带有网络摄像头的办公桌相比。仅当您有足够的时间和耐心时才使用这些传感器。

专业分析工作台

在某些情况下，安装在带有反射光栅和镜子的长凳上的线性传感器的性能可以比最好的 WebCam 更好，甚至亮度高出几倍。

我们正在谈论的银行是恢复的 B&W 或 Ocean Optics，如下所示。



我们所指的特殊情况是对光谱较窄区域的分析，例如对某些始终相同的特定光谱线进行的医学分析。

如果在这些工作台上校准准直镜以将所有光线集中在传感器上，那么可以获得显著的亮度增加，但仅限于光谱的较窄区域，例如从 500 到 650 nm。

亮度的大幅提升是以牺牲所有其他功能为代价的，其负面影响也是巨大的：

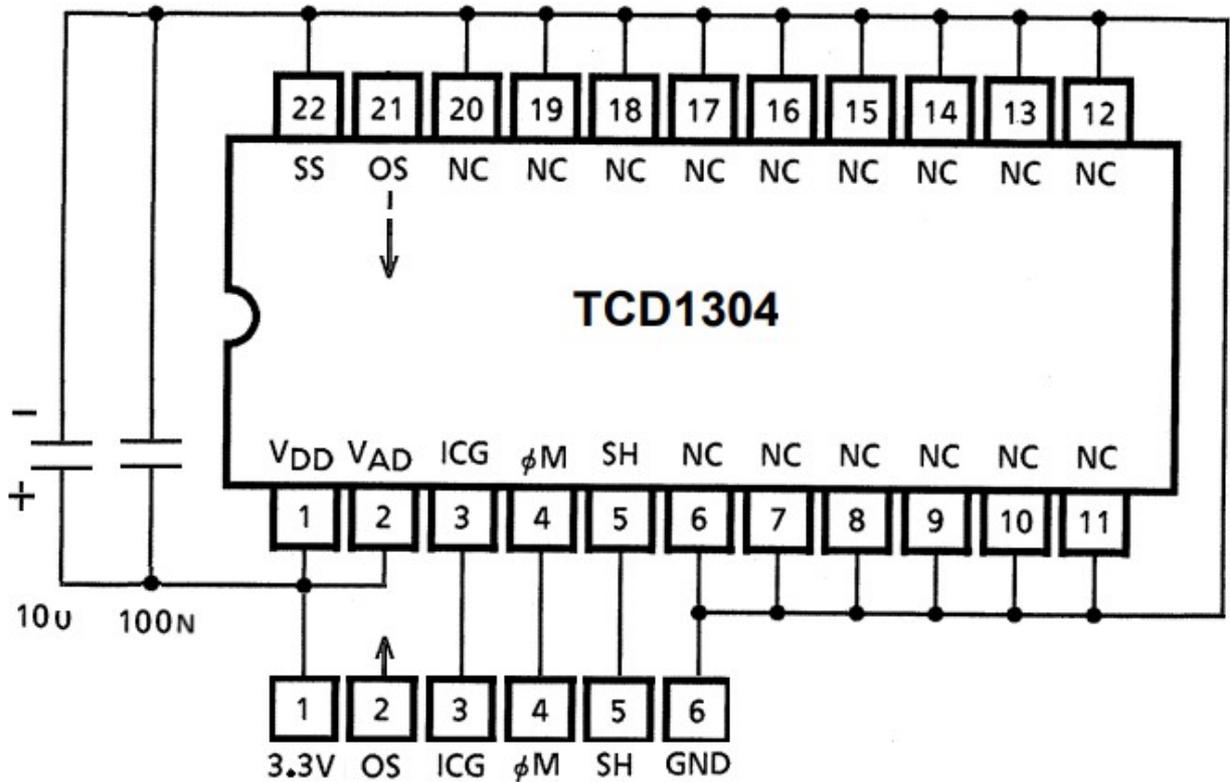
- 这样的工作台无法用于整个频谱的通用分析。
- 校准非常精细，而且很难做到，您可能会偶然地在某一天校准成功，但第二天却失败了。
- 即使调节螺丝的最小变化也会导致亮度的显著变化，从而也会导致测量值的变化。
- 狭窄分析区域之外的部分将完全失去校准、失去焦点并且无法使用。
- 整个可用频谱的线性度（本来就很窄）将会很糟糕。
- 为了获得合理的水平尺度校准，您将需要几个精确的校准源，即至少三到四个空心阴极灯，其成本将比光谱仪本身更高。

最终，对于我们所有想要一个能够以合理的精度从紫外线到红外线进行测量的通用工作台的凡人来说，这些传感器和工作台是一个糟糕的选择。

传感器支架模块

请小心使用 DG 版本的传感器，如本文档第一页所述。

您可以在“Theremino_Spectrometer”应用程序的“DOCS”文件夹中找到其数据表或从此处下载：
https://eu.mouser.com/datasheet/2/408/TCD1304DG_Web_Datasheet_en_20190108-2508269.pdf



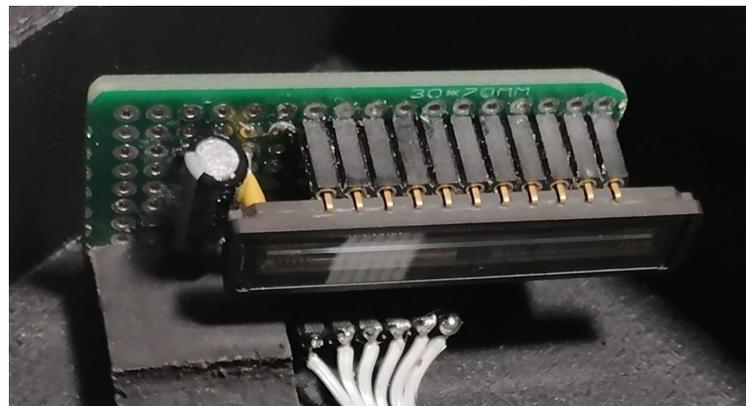
该模块非常简单，因此您可以通过将两个 11 针母排连接器焊接到千孔底座上来轻松构建它。



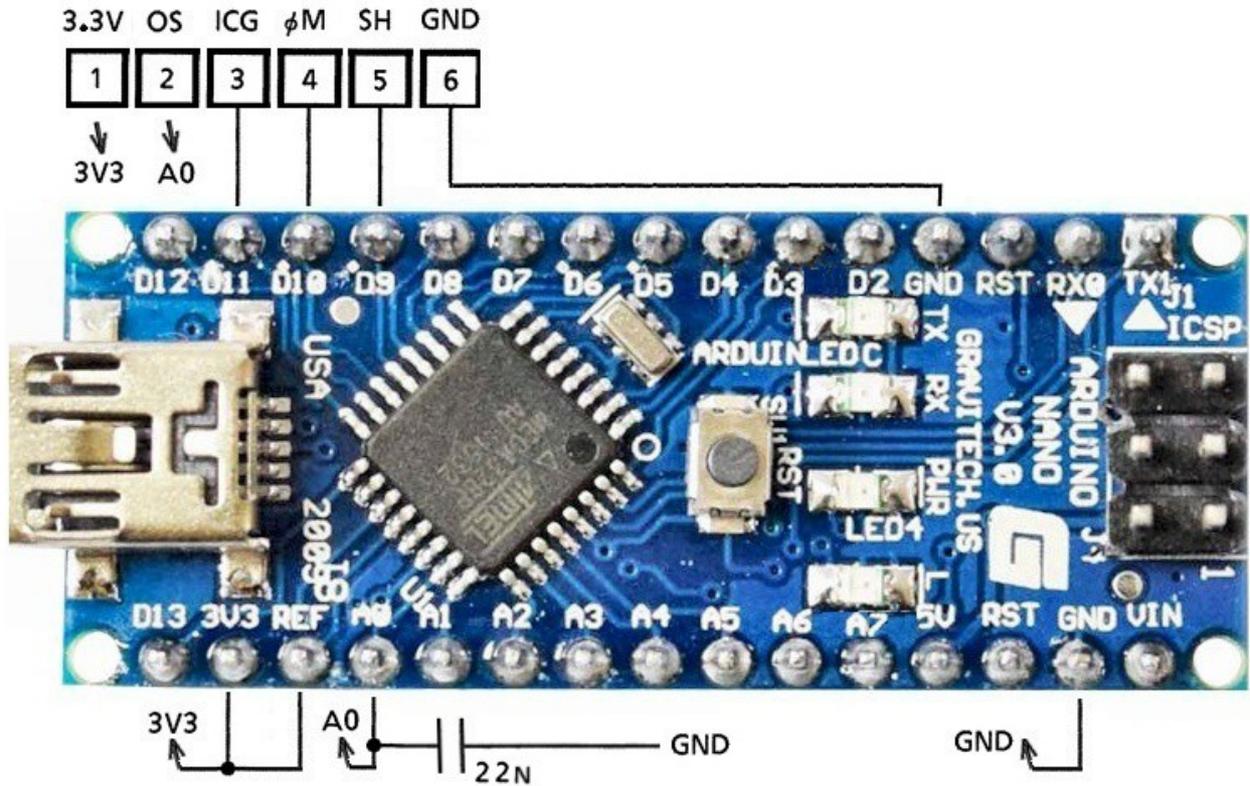
密切关注使用带圆孔的车削连接器，否则与传感器的接触可能不稳定并产生许多问题。

具有六根电线的输出连接器将是公头，连接到纳米模块的扁平电缆将在两端变成母头。

在此图像中，您可以看到安装在自制木制光谱仪中的 TCD1304DG 传感器。在下部，您可以看到“扁平”电缆（取自连接旧机械软盘和硬盘的电缆）以及通往 Nano 模块的六根连接线。



纳米模块 - 简单版



该版本非常简单，您可以使用两个十五极母带在几分钟内将其安装在千孔底座上。

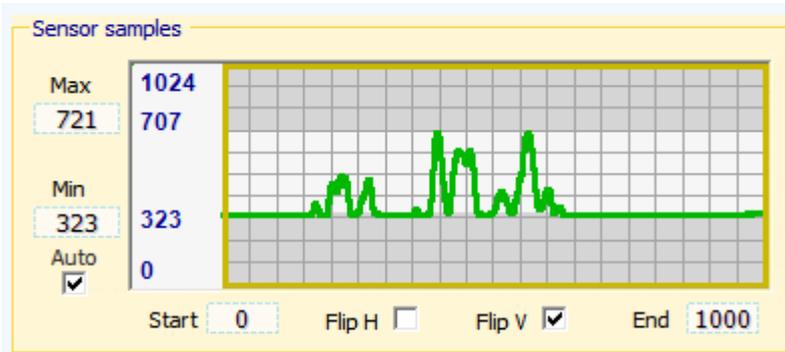


仅使用带有圆孔的车削连接器，否则接触可能会不稳定并产生许多问题。

此版本仅使用 Nano ADC 中可用值的三分之一，即最大 1024 个值中的大约 400 个值。

事实上，在右图中，您可以看到亮区约为总面积的三分之一。

即使这样，光谱仪也能完美工作，并且在实践中不会有显著差异。

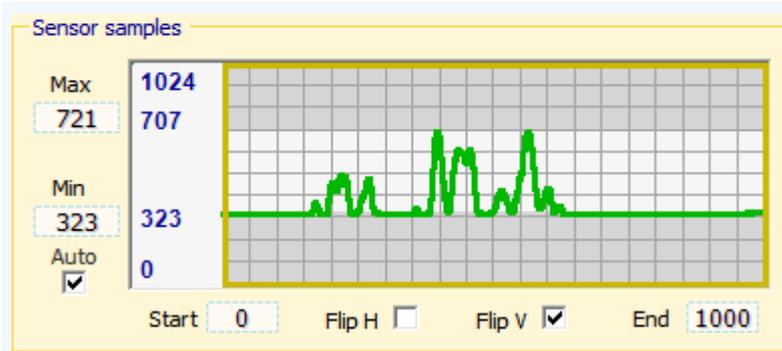


任何希望使用更多步骤并查看更大图像的人可以添加一些组件，如下页所述。

纳米模块 - 改进版本

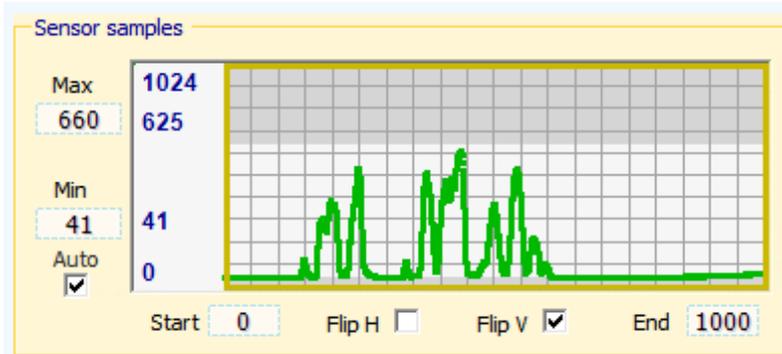
上一页的简单版本使用了大约 400 个 ADC 值，并且图像在垂直方向上被严重挤压。

光谱仪的工作原理也一样，但还可以做得更好。



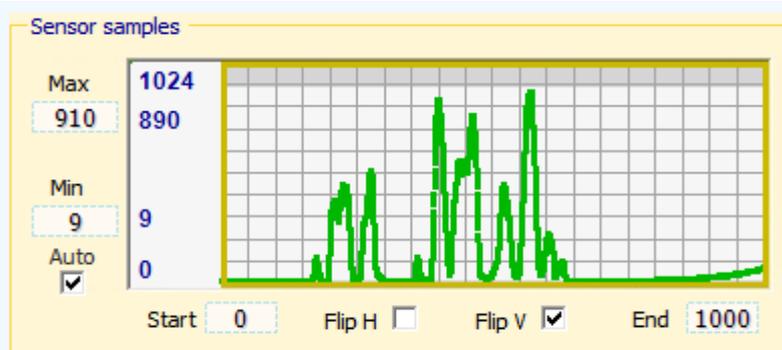
通过添加微调器（如下一页所示），使用了大约 600 个 ADC 值，并且图像已经更大

增益仅为 50%，因此您可能会考虑切换到带有微调器和二极管的更复杂版本，这将在下一页中进行解释。



通过添加二极管和电阻器或 NTC，您可以获得大约 900 个值，并且图像要大得多

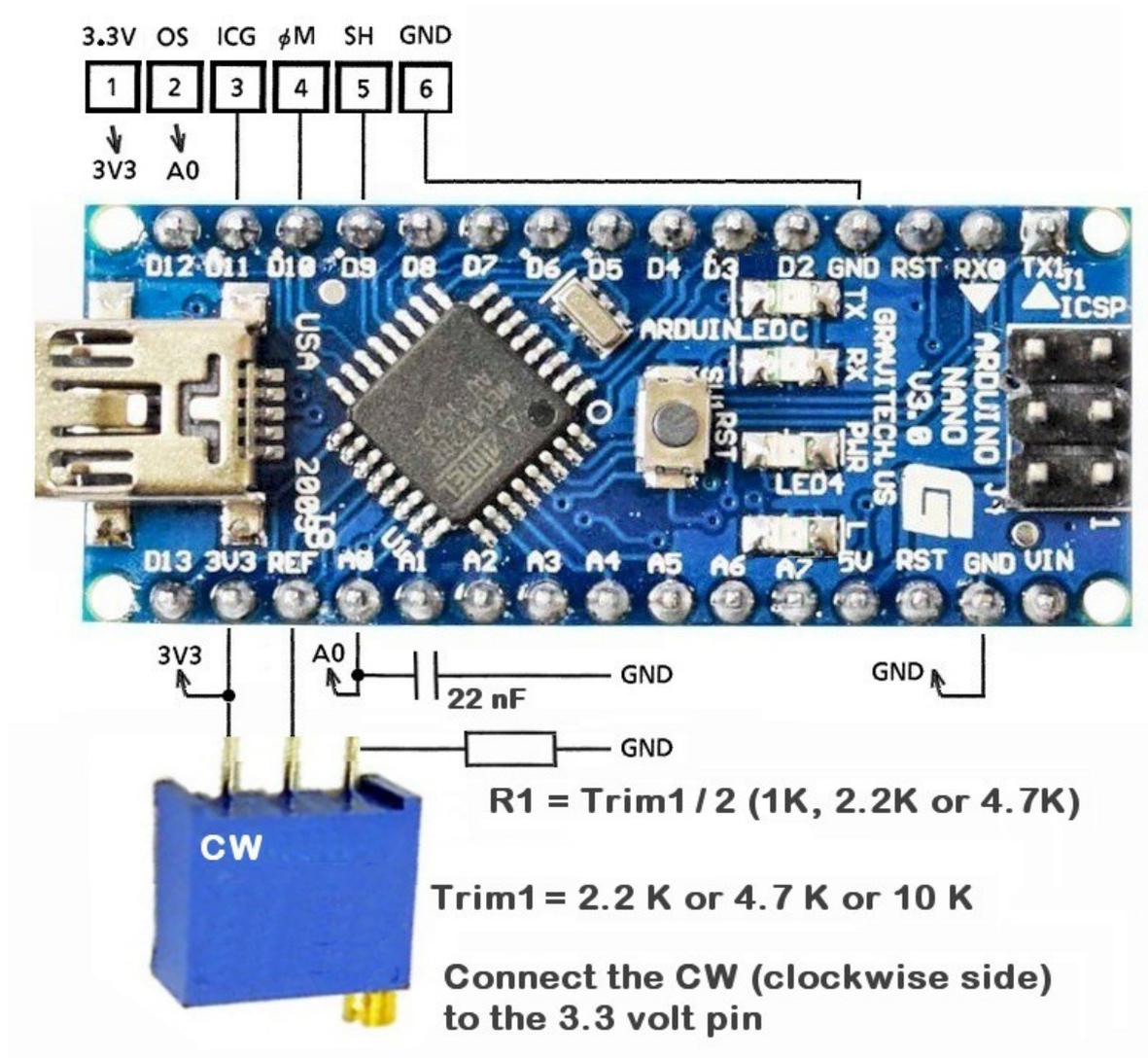
然而，这个最新版本更加复杂，并且包含需要注意的关键组件。



不同版本之间光谱仪的性能差别不大
但施工问题增多，出错的可能性也随之增加。

一个好的建议是从简单版本开始
但要稍微慷慨地使用千孔冲床以留出空间
稍后添加微调器和二极管。

纳米模块 - 带微调器的版本

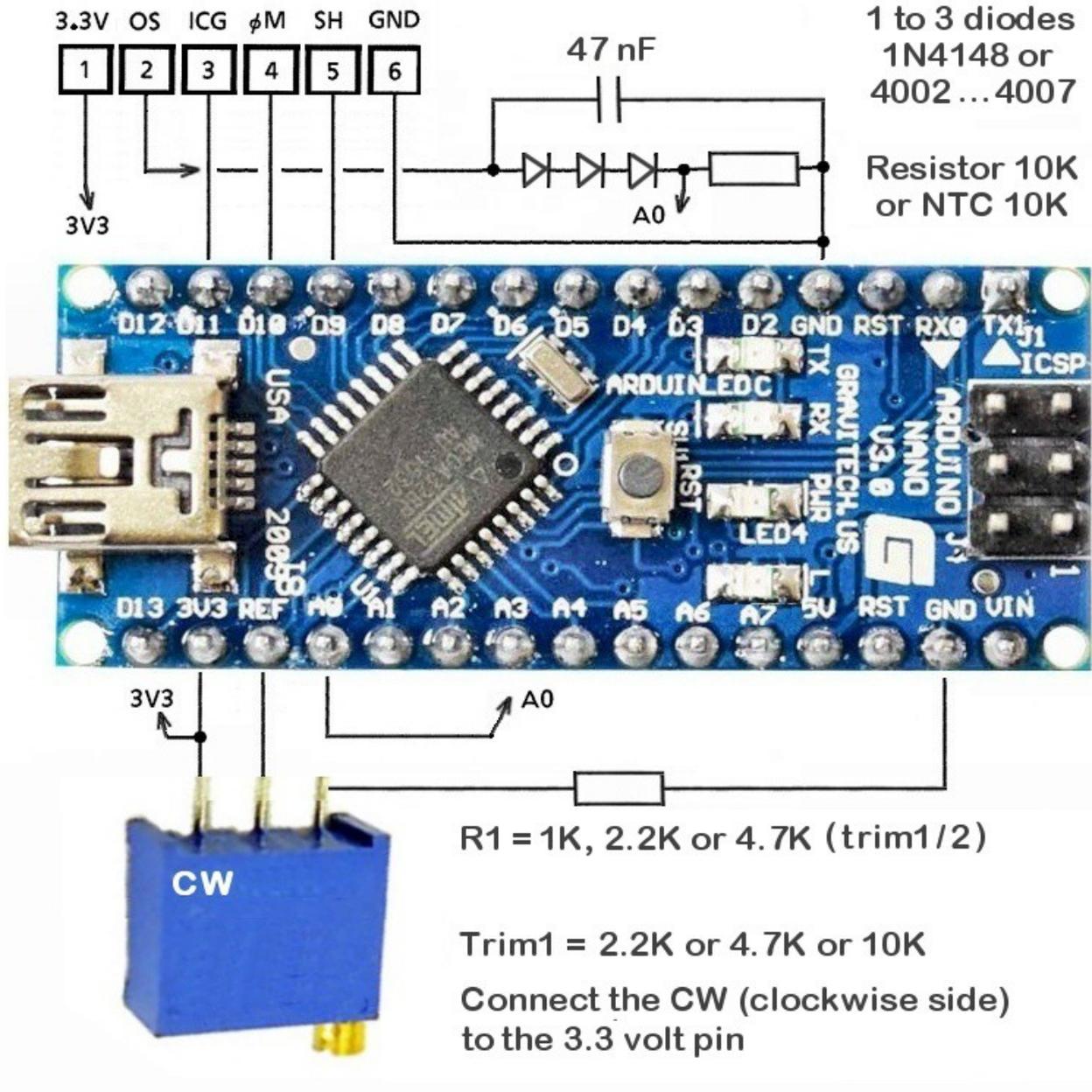


这个版本没什么好说的，添加了微调器和电阻，并将有用值范围增加了50%。

- 如果微调器为 2.2K，则使用 1K 电阻
- 如果微调器为 4.7K，则使用 2.2K 电阻
- 如果微调器为 20K，则使用 4.7K 电阻

如果您以正确的方向焊接微调器（标有 CW），则顺时针拧紧螺丝，测量值将会增加。

纳米模块 - 带微调器和二极管的版本



对于修剪器，请按照上一頁的说明进行操作。然而，将根据传感器的特性通过实验添加或去除二极管。对于 TCD1304，它应该是两个或三个，而对于 TCD1254，它可以是 1 或 2 个。一个好主意是焊接三个二极管以及与每个二极管并联的两个公引脚。因此，通过一两个跳线，您可以选择使用多少个二极管。

二极管和 GND 之间的电阻应该适合 10K，但如果使用三个二极管，您仍然无法达到 ADC 范围的上部（饱和度约为 900），那么您可以将其降低到 6.8K。

二极管的压降取决于环境温度，这种变化可以通过用相同值的 NTC 替换 10K 或 6.8K 电阻来几乎完全补偿。但温度引起的变化非常小，甚至可以不用 NTC。

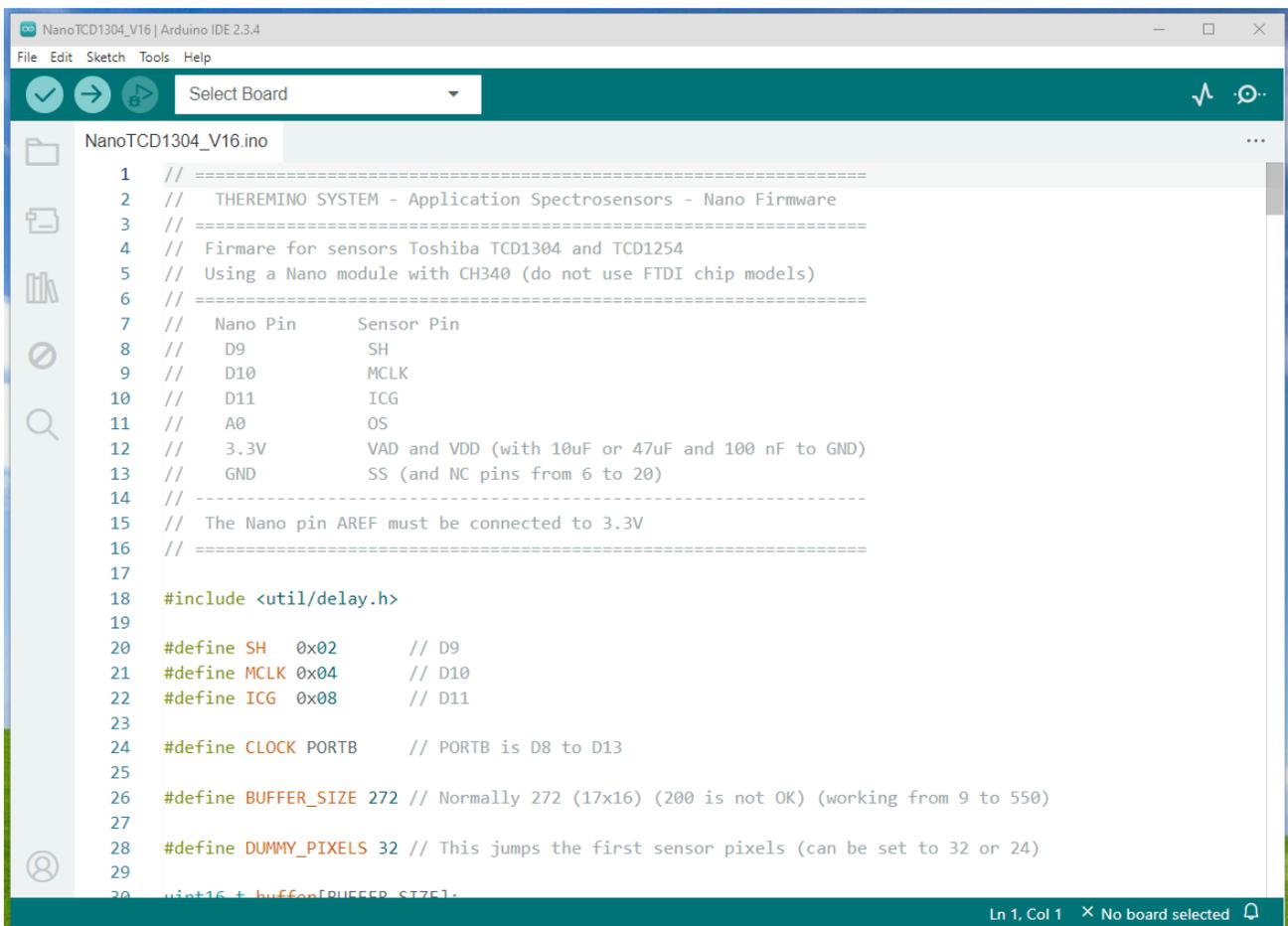
固件

您将在光谱仪可执行文件“Theremino_Spectrometer.exe”旁边的“固件”文件夹中找到要编程到 Nano 模块中的固件。

您可以使用 Arduino IDE 打开它并对其进行编程。您可以使用 Arduino IDE 版本 1.xx 甚至版本 2.xx。

在“工具”菜单中，您必须选择 Nano 作为板类型，然后您必须选择它所连接的 COM 端口，您还必须选择它所具有的处理器的类型，必须是 328P 而不是 168P。

如果您无法对其进行编程，那么您应该选择“328P old bootloader”。



```
NanoTCD1304_V16 | Arduino IDE 2.3.4
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
NanoTCD1304_V16.ino
1 // =====
2 // THEREMINO SYSTEM - Application Spectrosensors - Nano Firmware
3 // =====
4 // Firmware for sensors Toshiba TCD1304 and TCD1254
5 // Using a Nano module with CH340 (do not use FTDI chip models)
6 // =====
7 // Nano Pin      Sensor Pin
8 // D9            SH
9 // D10           MCLK
10 // D11          ICG
11 // A0           OS
12 // 3.3V         VAD and VDD (with 10uF or 47uF and 100 nF to GND)
13 // GND          SS (and NC pins from 6 to 20)
14 // -----
15 // The Nano pin AREF must be connected to 3.3V
16 // =====
17
18 #include <util/delay.h>
19
20 #define SH  0x02      // D9
21 #define MCLK 0x04     // D10
22 #define ICG 0x08     // D11
23
24 #define CLOCK PORTB  // PORTB is D8 to D13
25
26 #define BUFFER_SIZE 272 // Normally 272 (17x16) (200 is not OK) (working from 9 to 550)
27
28 #define DUMMY_PIXELS 32 // This jumps the first sensor pixels (can be set to 32 or 24)
29
30 uint16_t *buffer[BUFFER_SIZE];
```

在程序的第一行中，有对所使用的引脚的解释和众多的配置。除非您真的是专家并且想要尝试或进行更改，否则您不必更改任何内容。

一旦你在 Nano 中编写了程序，它就会立即运行。

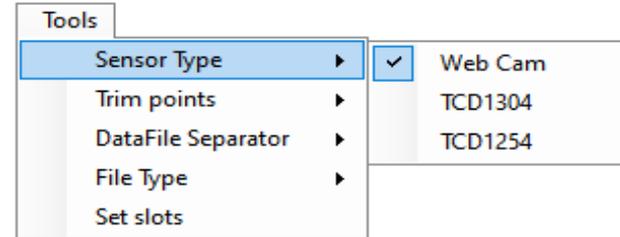
即使您没有线性传感器并且尚未准备好连接，也可以按照下一页的说明进行尝试，只需将 Nano 连接到 USB 即可。

测试 Nano 模块和固件

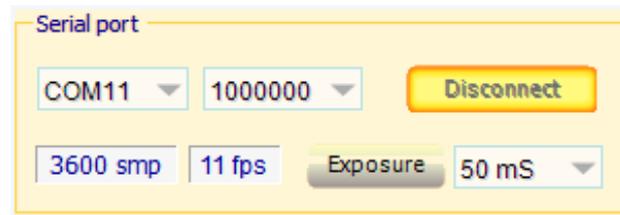
一旦你在 Nano 中编写了程序，即使没有传感器和连接，它也可以工作，你所需要的只是一个 Nano 模块，因为你购买了它并且没有连接到 USB 以外的任何东西。

使用固件对 Nano 进行编程后，您需要启动光谱仪应用程序并检查其通信框。

在“工具”菜单中，您必须选择传感器类型，并且必须是 TCD1304 或 TCD1254。



然后，在“串行端口”面板中，您必须打开现在显示“COM11”的框，并根据 USB 电缆的连接位置选择正确的端口。

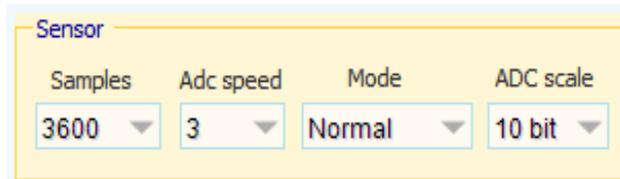


在第二个框中，您始终选择 1000000，因为固件仅以 1 兆波特率工作。

如果选择的端口正确并且 Nano 已编程，则按“连接”按钮，您将看到它变成黄色和橙色，并带有“断开连接”字样，如上图所示，并且数字将显示在下面两个框是样本 (smp) 和速度 (fps)。

最后我们可以让 Nano 模块发送测试样本并将其可视化。

在“传感器”面板中，单击“模式”框，然后从“调试 1a”到“调试 3c”中选择一种测试模式



根据所选的测试方法和样本数量，您将看到带有更多或更少牙齿的图形，并且在垂直刻度上具有不同的强度。

