



PNC Force Sensor Kit

A next-generation measurement system

User Manual

Version 1.2, October 2025

Manufacturer: NanoSen GmbH

Address: Technologie-Campus 1, 09126 Chemnitz, Germany

Contact: info@nanosen.de | www.nanosen.de



Contents

1.	Introduction	3
2.	Contents of the kit	4
3.	Intended use	5
4.	Improper use	6
5.	Hardware description	8
	5.1 Readout electronics:	8
	5.2 PNC force sensor:	9
6.	Setup instructions	12
7.	Data transmission options	14
8.	Waste disposal	19
9.	Customer support	19

1. Introduction

NanoSen specializes in large-scale manufacturing of polymer nanocomposite (PNC) force sensing materials. Our force sensing material is made from a medical grade polymer base and is available in various sizes up to 40 cm x 45 cm. Individual sensor material pieces can easily be cut from these sheets and combined with a suitable electrode to create customized force sensors.

The NanoSen PNC Force Sensor Kit provides a ready-to-use solution for developers to quickly integrate and test our sensor technology in applications where a thin, flexible and robust force sensor solution is necessary. With the included readout electronics, users can explore the capabilities of our force sensing solution. Highly customized sensor designs can be developed using our PNC force sensing material, for which customers can continue to use the electronics included in the PNC Force Sensor Kit. For serial sensor production, our PNC material is available in bulk quantities, allowing us to cater to both small-scale prototypes and scalable sensor solutions.

Safety Hints



Read and understand the user manual and safety instructions before using the kit.



The symbol denotes helpful notes for the user.

2. Contents of the kit

Readout electronics	Necessary for impedance force sensor output with five sensor channels.
5 PNC force sensors	20 mm diameter PNC sensor material combined with suitable contact electrodes.
USB cable	For connecting the readout electronics to a PC for power and serial data transmission.
USB stick	Includes the drivers for the readout electronics.
20 cm Extension cables	Can be used to connect the PNC force sensors to the readout electronics.
LED calibration module	Allows temporary limitation of the LED activation range for use with one force sensor.



3. Intended use

The PNC Force Sensor Kit is designed for research and development (R&D) purposes only. It must be installed and operated by qualified personnel in strict compliance with local safety regulations and the guidelines provided in this manual.

Manufacturer disclaimer:

The manufacturer assumes no responsibility for damage, injury, or malfunctions caused by improper use or failure to follow the guidelines provided in this manual. Users are solely responsible for ensuring proper handling, installation, and operation of the kit. Usage of the PNC Force Sensor Kit or its components outside these guidelines and the following limitations will void the warranty and may result in equipment damage or injury.

Key guidelines:

Professional use only:

- This kit is not intended for consumer, personal, or household applications (See also chapter 4 Improper Use).
- It must not be used in life-critical or hazardous environments unless additional safety systems are implemented.

Indoor use:

- Operate the kit in dry, indoor environments only. Avoid exposure to wet or humid conditions

Incorrect connections:

- Ensure all connections, including the LED calibration module and I2C interface are correctly made according to the instructions in this manual. Unsecure connections may cause severe damage to the components.
- Improper integration of the kit into systems or devices, especially without adhering to the guidelines, may lead to malfunction or equipment damage.

Warranty compliance:

- Do not open or modify the readout electronics. This will immediately void the warranty. Connecting incompatible hardware, incorrect wiring, or improper power supply causing damage to the device will result in warranty void.

4. Improper use

Prohibited applications:

Consumer use:

- This kit is not a toy and may not be used by untrained individuals, including children.
- It is not suitable for life-support systems, medical devices, or any safety-critical applications without additional safety and redundancy measures.

Hazardous environments:

- Do not use the kit in hazardous, explosive, outdoor environments, and environments with excessive humidity.

Operational limits:

The sensors and readout electronics must be operated within the limits specified in this manual:

- Maximum input voltage: 5V DC
- Maximum current: 500 mA
- Force sensor overload capacity: 20 MPa (6200 N)

Environmental conditions:

- The device may only be operated in temperatures between -20°C and 70°C.
- Sensor performance can be impacted by cable length due to parasitic capacitance. Direct contact of the sensor with electrically conductive materials can influence sensor response. In case of installation on conductive surfaces, such as metal housings, please isolate the sensor with a non-conductive layer such as tape or plastic foil.

Quick Start Guide

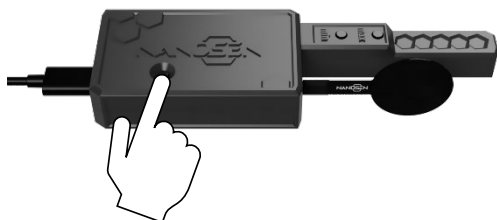
Step 1: Connect USB cable



Step 2: Connect sensor and LED module



Step 3: Press sensor connect for one second



Step 4: Press sensor for visual feedback



5. Hardware description

5.1 Readout electronics:

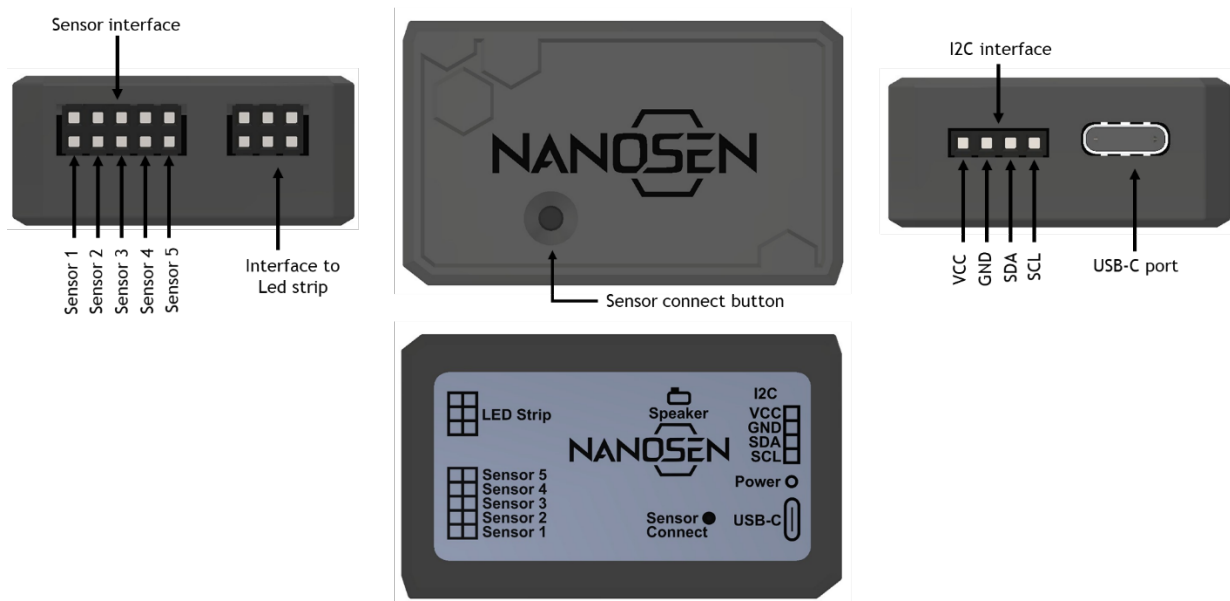
The PNC Force Sensor Kit features advanced readout electronics, designed to fully leverage the capabilities of the PNC force sensors. The electronics support connectivity for up to five PNC force sensors simultaneously.

The device is powered via a USB-C port, which also serves as a channel for serial data transmission. Alternatively, the I2C port can be used for both power supply and data communication. Please note that the kit does not include wireless functionality. NanoSen can provide a wireless-enabled readout electronics solution upon customer request.

General specifications:

Input power supply rating	5V DC, 500 mA
Power/data	• USB or I2C (wireless data available on request)
Integrated modules	• Buzzer (with ON/OFF switch) • Sensor connect button
I2C address	0x42
Dynamic data rate	175 samples per second with one sensor 39 samples per second with five sensors
Baud rate	115200
Operating temperature	-20°C to +70°C
Environmental resistance	Sensor encapsulation required / dependent on encapsulation material used
Outer dimensions:	L 61 mm x W 36.5 mm x H 16 mm

Port details:



5.2 PNC force sensor:

The PNC Force Sensor comprises of two layers: the PNC force-sensing material and the underlying contact electrode.

1. PNC force sensing material:

- This material is made from an electrically conductive nanocomposite, which combines a medical-grade polymer with conductive nanoparticles.
- It is produced in sheets up to 40 cm x 45 cm, offering flexibility in design and allowing users to cut individual sensor pieces from these sheets for customized shapes and sizes as needed.

2. Underlying Contact Electrode:

- This layer is a flex PCB with ENIG coated electrodes that serve as the electrical contact layer for the PNC force sensing material.
- Positioned beneath the PNC material, the electrode has two pins for seamless connection to the readout electronics.

The included force sensor features an active sensing area of 20 mm in diameter, making it well-suited for a variety of applications.



The included sensors have the PNC material glued to the centre of the electrode. Do not pull on the PNC material. It could result in removal or tearing of the PNC material and damage the sensor.

Do not use a laser cutter or waterjet to cut the material. This will result in damage of the material and potentially cause hazardous dust emissions.



General Specifications:

Parameter	Value
Product line	PNC force sensor
Model number	PNC-FS-20
Version number	V4.1.1
Active sensor area	20 mm diameter
Sensor dimensions*	OD 21 mm x T 0.5 mm x L 44 mm
Contact electrode	Flex PCB

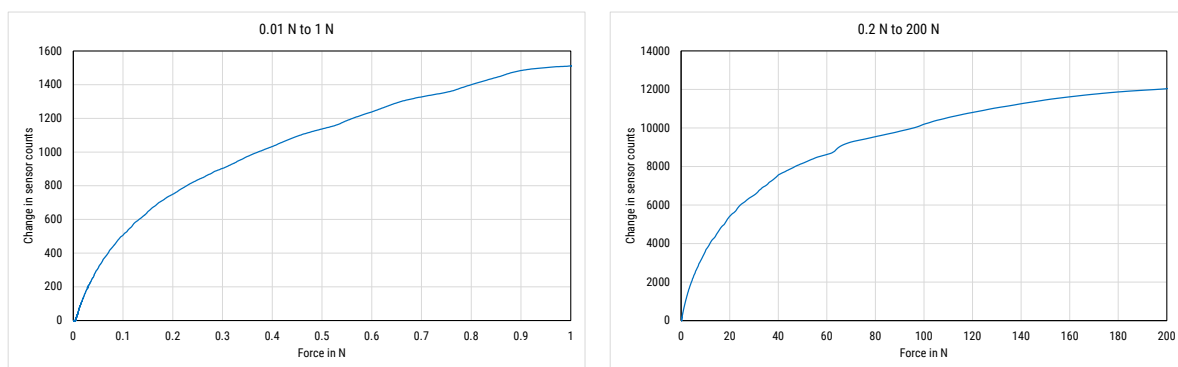
* OD: Outer Diameter, T: Thickness, L: Length

Key sensor properties:

Property	Value
Measurement device	NanoSen readout electronics
Stable measurement range	0.01 N to 150 N
Single part repeatability	<2% with 500 thousand actuations at 150 N
Part to part repeatability	<5.8%
Compression fatigue	20 million load cycles at 0.6 MPa (200 N)
Drift rate at 180 N	<6.4% after 20 seconds <1.7% between 20 seconds and 1 hour <2.2% between 1 hour and 24 hours after 24 hours <0.002% per hour

- The values provided correspond to the 20 mm diameter PNC force sensor tested under a controlled testing environment. Deviations may occur if the sensor is tested differently or integrated into alternative systems.
- The maximum recommended extension cable length is 50 cm for measuring a maximum load of 150 N.
- Measurements at 200 N can be performed without extension cables, but the offset introduced by extension cables causes sensor saturation at 200 N.
- Each 20 cm of extension cable introduces an offset of approximately 600 sensor counts.

Measurement range from 0.01 N to 200 N:



For more details on the PNC sensor kit please refer to the [technical Datasheet](#).

6. Setup instructions

Step 1: Begin by installing the driver labeled "CP210x_Windows_Drivers" included in the USB stick.

NOTE: The driver is compatible with WINDOWS 7, 10, 11 operating devices.

Step 2: Connect the readout electronics to the PC using the provided USB cable. An initialization tone confirms proper power supply to the device.



Step 3: Connect one or more sensors to the sensor interface port of the readout electronics.



Step 4: Briefly press the button on top of the readout electronics to start the device for the sensor reading.



NOTE:

- Anytime a sensor is connected to the device, the button must be pressed to confirm and initiate readout.
- A properly connected sensor is acknowledged by playing a single tone when the button is pressed
- With no connected sensor, a double tone is played when the button is pressed.

7. Data transmission options

The readout electronics transmits sensor data using either UART or I2C communication protocols. Users can select the desired protocol depending on their application and compatibility with their receiving device.

UART configuration:

When using the UART protocol (via USB cable), ensure the receiving device or tool is set up with the following parameters:

- Baud Rate: 115200
- Parity: None (No parity enabled)
- Data Bits: 8 bits
- Stop Bits: 1
- Flow Control: None (No flow control enabled)

Please configure these settings on your receiving device or software tool to ensure seamless data communication with the readout electronics.

I2C Configuration:

For an I2C protocol, the data is transmitted using the I2C address 0x42. Ensure that your receiving device is set to communicate with this address and is properly configured according to standard I2C protocol requirements (example code available in the later part of this section). All inputs and outputs are already wired with suitable pull-up resistors.

Example tool to visualize the transmitted data:

The data visualization is possible through any tool capable of supporting the required serial communication protocol (UART or I2C). As an example, a guide for reading the data using Serial Plot software is presented below. NanoSen does not take any responsibility for the availability, compatibility, or functionality of such tools. Users are advised to ensure their chosen tools meet the communication requirements and are suitable for their applications.

A. Guide for using Serial Plot software

Step 1: Install the serial port drivers that can be downloaded here: <https://www.silabs.com/software-and-tools/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers?tab=downloads>

Step 2: Download and install the "SerialPlot" software found here: <https://hackaday.io/project/5334-serialplot-realtime-plotting-software>

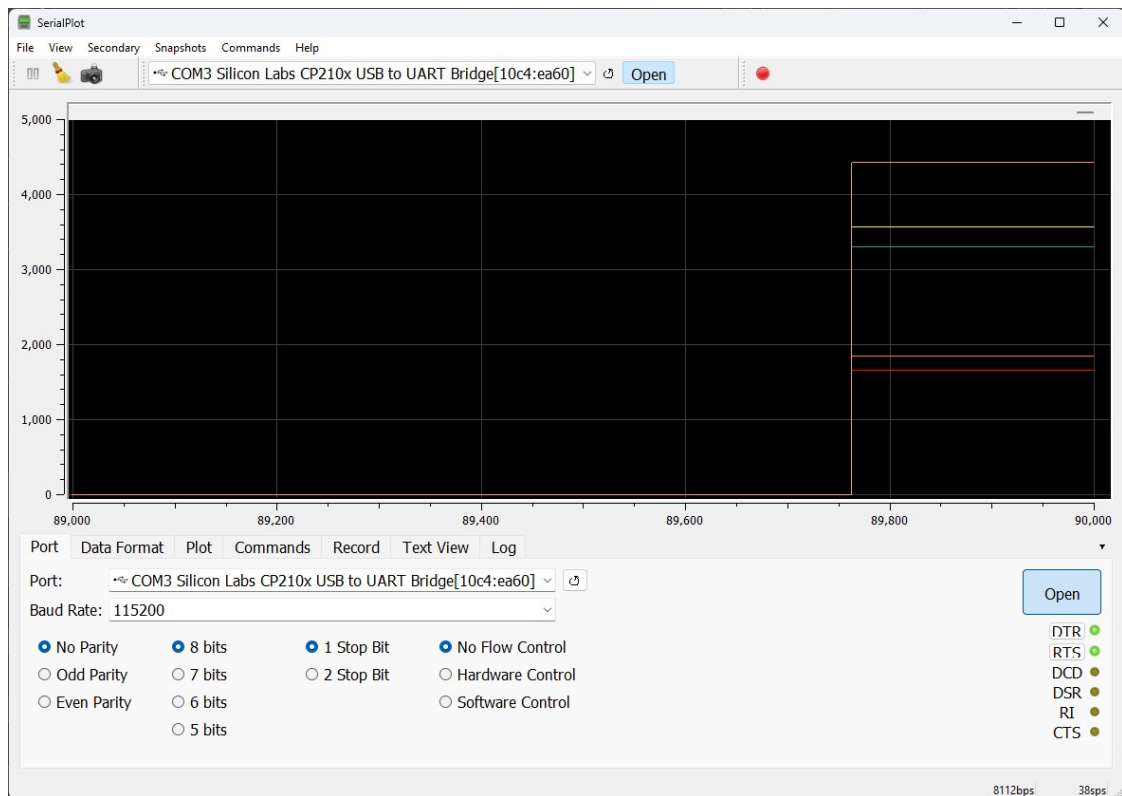
Step 3: Connect the readout electronics to your computer with the provided USB cable and connect at least one force sensor. Afterwards, shortly press the sensor connect button until you hear the tone.

Step 4: Launch the "SerialPlot" software and navigate to the "Port" tab at the bottom. Select the port labeled "Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge", which corresponds to the readout electronics.

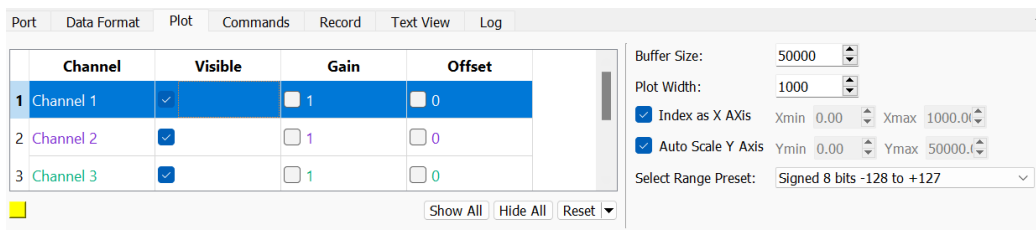
Step 5: Configure the baud rate setting as shown in the image below.

Step 6: Next, navigate to the "Data Format" tab, and configure the setting as shown in the image below.

Step 7: Begin visualizing the data by clicking the "Open" button at the top, as illustrated below.



Step 8 (Optional): Customize the plot properties by accessing the "Plot" tab. An illustration of these settings is provided in the image below.



Step 9: To record data, navigate to the "Record" tab, and use the "Browse" button to choose a destination folder and specify a filename for saving the data as comma separates values (csv) in a text file. Activate data recording by clicking the red button located either on the right or at the top bar. This same button can also be used to stop the recording process.

For more details for the serial plot use, please refer to this link: <https://hackaday.io/project/5334-serialplot-realtime-plotting-software>

B. Guide for using the LED calibration module

The LED calibration module consists of two buttons labeled as “min” and “max” and 5 RGB LEDs. The LEDs responds to changes in the sensor readings, which vary with applied force. The LED sequence activation progresses through three colors based on the intensity of the force:

- Green for low intensity,
- Blue for medium intensity,
- Red for high intensity,
- White for maximum force.

This setup allows for intuitive visual feedback corresponding to the force applied to the sensor.

Step 1: Connect the PNC force sensor and the LED calibration module to the readout electronics.



Step 2: Apply force to the sensor to see the visual feedback on the module.



To program the led array to a defined force range, please follow these steps:

Step 1: Apply the desired minimum force/load on the sensor and press the "min" button briefly. This action registers the initial force, which is confirmed by a single tone.

Step 2: Next, apply the desired maximum force/load on the sensor and press the "max" button briefly. This action registers the final force, which is again confirmed by a single tone.

Step 3: Now reapply force between the desired range and the LEDs will illuminate the same sequence as mentioned above but now within the new set force limits.

Note: The range limit is only temporarily saved to the electronics. Once the power has been removed from the device, the range limits will be reset.

C. [Guide for using the I2C protocol with Arduino UNO](#)

Step 1: Connect your Arduino Uno to the readout electronics:

- Connect the SDA pin on the electronics to the A4 pin on the Arduino Uno.
- Connect the SCL pin on the electronics to the A5 pin on the Arduino Uno.
- Connect the GND pin on the electronics to the GND pins on the Arduino Uno.
- Connect the Vin pin on the electronics to the 5V pins on the Arduino Uno.

Using alternative Arduino derivatives may result in variations in connection pin configurations. Please consult the respective specifications for accurate guidance.

Step 2: Use this example code for Arduino Uno to receive the data via I2C bus.

```
#include <Wire.h>
const int i2cSlaveAddress = 0x42;
char incomingBuffer[128];
int bufferIndex = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin(i2cSlaveAddress);
  Wire.onReceive(receiveI2CData);
  Serial.println("Ready to receive I2C data...");
}
```

```

}

void loop() { // Loop does nothing. Data handling is done in receiveI2CData
}

void receiveI2CData(int howMany) {
    while (Wire.available()) {
        char receivedChar = Wire.read();
        if (receivedChar == '\n') {
            incomingBuffer[bufferIndex] = '\0';
            Serial.println(incomingBuffer);
            bufferIndex = 0;
        } else if (bufferIndex < sizeof(incomingBuffer) - 1) {
            incomingBuffer[bufferIndex++] = receivedChar;
        }
    }
}
}

```

Note: First power on the receiving circuit in this example Arduino UNO and then power on the NanoSen device to start the data transmission.

8. Waste disposal

The force sensor kit components should be disposed in accordance within local regulations regarding electronic waste. Do not dispose it with regular household waste.

9. Customer support

For troubleshooting or technical supports when operating the PNC force sensor kit, please visit the website www.nanosen.de or contact us at info@nanosen.de.

Document history

Version	Date	Description of changes
V1.2	14.10.2025	Section 7 updated
V1.1	22.01.2024	Section 7 images updated
V1.0	12.12.2024	Initial Release



PNC Kraftsensor Kit

Ein Messsystem der nächsten Generation

Bedienungsanleitung

Version 1.2, Oktober 2025

Hersteller: NanoSen GmbH

Anschrift: Technologie-Campus 1, 09126 Chemnitz, Deutschland

Kontakt: info@nanosen.de | www.nanosen.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung	3
2.	Inhalt des Kits.....	4
3.	Verwendungszweck	5
4.	Unsachgemäße Verwendung.....	7
5.	Hardware Beschreibung	9
5.1	Ausleseelektronik:	9
5.2	PNC Kraftsensor:	10
6.	Einrichtungshinweise	13
7.	Datenübertragungsoptionen.....	15
8.	Abfallentsorgung	20
9.	Kundenbetreuung	20
	Dokumentverlauf.....	21

1. Einführung

NanoSen ist auf die Herstellung von Polymer-Nanokomposit (PNC) Kraftsensormaterialien. Unser Kraftsensormaterial wird aus einer medizinischen Polymerbasis hergestellt und ist in verschiedenen Größen erhältlich bis 40 cm x 45 cm. Einzelne Sensormaterial Stücke lassen sich leicht aus diesen Matten schneiden und können in Kombination mit einer geeigneten Elektrode lassen sich damit maßgeschneiderte Kraftsensoren herstellen.

Das NanoSen PNC Kraftsensor-Kit ist eine einsatzbereite Lösung für Entwickler, die unsere Sensortechnologie schnell in Anwendungen integrieren und testen möchten, für die eine dünne, flexible und robuste Kraftsensorlösung erforderlich ist.

Mit der mitgelieferten Ausleseelektronik können Anwender die Funktionen unserer Kraftmesslösung vollständig erkunden. Mit unserem PNC-Kraftmessmaterial lassen sich hochgradig kundenspezifische Sensordesigns entwickeln, für die Kunden die im PNC-Kraftsensor-Kit enthaltene Elektronik weiterhin verwenden können. Für die Serienfertigung von Sensoren ist unser PNC-Material in großen Mengen erhältlich, sodass wir sowohl kleine Prototypen als auch skalierbare Sensorlösungen anbieten können.

Sicherheit Hinweise:



Lesen Sie die Bedienungsanleitung und die Sicherheitshinweise, bevor Sie das Kit verwenden.



Das Symbol kennzeichnet hilfreiche Hinweise für den Benutzer.

2. Inhalt des Kits

Ausleseelektronik	Erforderlich für die Ausgabe des Impedanzkraftsensors mit fünf Sensorkanälen
5 PNC-Kraftsensoren	PNC-Sensormaterial mit 20 mm Durchmesser in Kombination mit geeigneten Kontaktelektroden.
USB-Kabel	Zum Anschluss der Ausleseelektronik an einen PC zur Stromversorgung und seriellen Datenübertragung.
USB stick	Enthält den Treiber für die Ausleseelektronik.
20 cm Verlängerungskabel	Kann zum Anschluss der PNC-Kraftsensoren an die Ausleseelektronik verwendet werden.
LED-Kalibrierungsmodul	Ermöglicht die vorübergehende Begrenzung des LED-Aktivierungsbereichs für die Verwendung mit einem Kraftsensor.



3. Verwendungszweck

Das PNC Kraftsensor-Kit ist ausschließlich für Forschungs- und Entwicklungszwecke (F&E) bestimmt. Es muss von qualifiziertem Personal unter strikter Einhaltung der örtlichen Sicherheitsvorschriften und der in diesen enthaltenen Richtlinien installiert und betrieben werden.

Hersteller-Haftungsausschluss:

Der Hersteller übernimmt keine Verantwortung für Schäden, Verletzungen oder Fehlfunktionen, die durch unsachgemäßen Gebrauch oder Nichtbeachtung der in dieser Bedienungsanleitung verursacht werden. Der Benutzer ist allein für die ordnungsgemäße Handhabung, Installation und den Betrieb des Kits verantwortlich. Die Verwendung des PNC-Kraftsensor-Kits oder seiner Komponenten außerhalb dieser Richtlinien und der folgenden Einschränkungen führt zum Erlöschen der Garantie und kann zu Schäden an Geräten oder Verletzungen führen.

Wichtige Leitlinien:

Nur für den professionellen Gebrauch:

- Dieser Bausatz ist nicht für Verbraucher, persönliche oder Haushaltsanwendungen bestimmt (siehe auch Kapitel 4 Unsachgemäße Verwendung).
- Es darf nicht in lebenskritischen oder gefährlichen Umgebungen eingesetzt werden, es sei denn, es sind zusätzliche Sicherheitssysteme vorhanden.

Verwendung in Innenräumen:

- Betreiben Sie den Bausatz nur in trockenen Innenräumen. Vermeiden Sie nasse oder feuchte Bedingungen.

Fehlerhafte Anschlüsse:

- Stellen Sie sicher, dass alle Anschlüsse, einschließlich des LED-Kalibrierungsmoduls und der I2C-Schnittstelle, gemäß den Anweisungen in diesem Handbuch korrekt hergestellt wurden. Unsichere Anschlüsse können zu schweren Schäden an den Komponenten führen.
- Eine unsachgemäße Integration des Kits in Systeme oder Geräte, insbesondere

ohne Einhaltung der Richtlinien, kann zu Fehlfunktionen oder Geräteschäden führen.

Einhaltung der Garantie:

- Öffnen oder verändern Sie nicht die Ausleseelektronik. Dies führt zum sofortigen Erlöschen der Garantie. Der Anschluss inkompatibler Hardware, eine falsche Verdrahtung oder eine unsachgemäße Stromversorgung, die zu Schäden am Gerät führen kann, führt zum Erlöschen der Garantie.

4. Unsachgemäße Verwendung

Verbotene Anwendungen:

Verbraucheranwendung:

- Dieser Kit ist kein Spielzeug und darf nicht von ungeübten Personen, einschließlich Kindern, verwendet werden.
- Es ist nicht geeignet für lebenserhaltende Systeme, medizinische Geräte oder sicherheitskritische Anwendungen ohne zusätzliche Sicherheits- und Redundanzmaßnahmen.

Gefährliche Umgebungen:

- Verwenden Sie den Bausatz nicht in gefährlichen, explosiven, im Freien Umgebungen, oder Umgebungen mit übermäßiger Luftfeuchtigkeit.

Betriebsgrenzen:

Die Sensoren und die Auswerteelektronik müssen innerhalb der in dieser Anleitung angegebenen Grenzen betrieben werden:

- Maximale Eingangsspannung: 5V DC
- Maximaler Strom: 500 mA
- Überlastkapazität des Kraftsensors: 20 MPa (6200 N)

Umweltbedingungen:

- Das Gerät darf nur bei Temperaturen zwischen -20 °C und 70 °C betrieben werden.
- Die Sensorleistung kann durch die Kabellänge aufgrund von parasitären Kapazitäten beeinträchtigt werden. Der direkte Kontakt des Sensors mit elektrisch leitendem Material kann die Sensorantwort beeinflussen. Bei der Installation auf leitfähigen Oberflächen, wie z. B. Metallgehäusen, isolieren Sie den Sensor bitte mit einer nicht leitfähigen Schicht, wie z. B. Klebeband oder Kunststofffolie.

Schnellstartanleitung

Schritt 1: Schließen Sie das USB-Kabel an



Schritt 2: Schließen Sie den Sensor und die LED-Band an



Schritt 3: Drücken Sie den Knopf für 1 Sekunde



Schritt 4: Drücken Sie den Sensor für visuelles Feedback



5. Hardware Beschreibung

5.1 Ausleseelektronik:

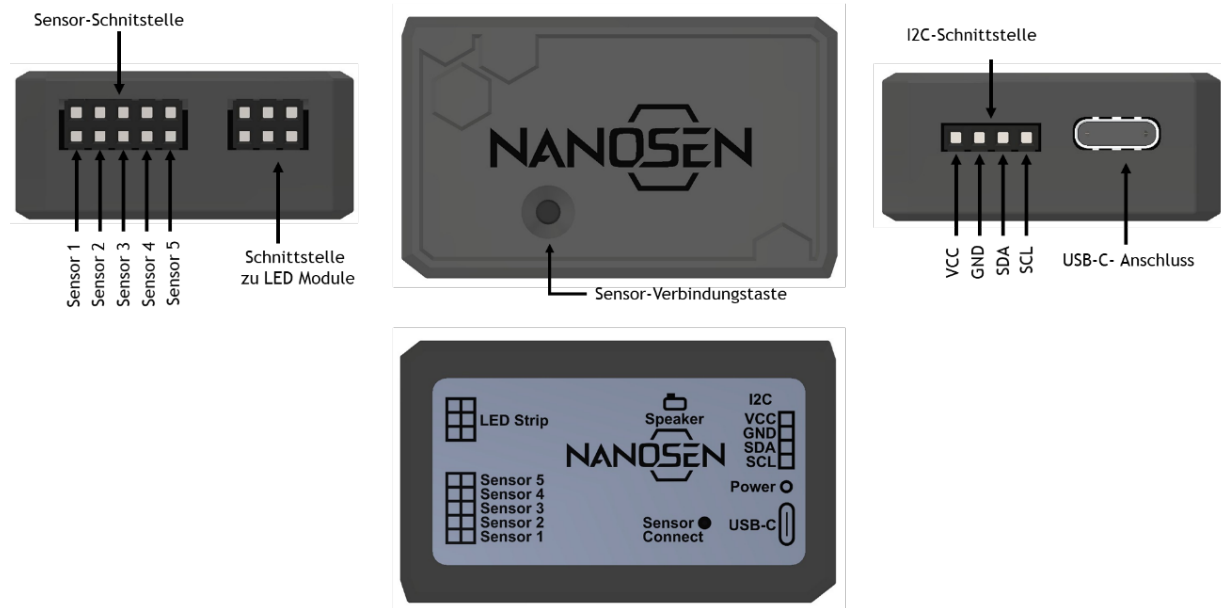
Das PNC Kraftsensor-Kit verfügt über eine fortschrittliche Ausleseelektronik, die so konzipiert ist, dass die Fähigkeiten der PNC Kraftsensoren voll genutzt werden können. Die Elektronik unterstützt den Anschluss von bis zu fünf PNC-Kraftsensoren gleichzeitig.

Die Stromversorgung des Geräts erfolgt über einen USB-C-Anschluss, der auch als Kanal für die serielle Datenübertragung dient. Alternativ können die I2C-Ports sowohl für die Stromversorgung als auch für die Datenkommunikation genutzt werden. Bitte beachten Sie, dass das Kit keine Wireless-Funktionalität enthält. NanoSen kann auf Kundenwunsch eine drahtlose Ausleseelektroniklösung anbieten.

Allgemeine Spezifikationen:

Eingangsnetzteilbewertung	DC, 5V, 500 mA
Strom/Daten	• USB; I2C (drahtlose Daten auf Anfrage erhältlich)
Eingebaute Module	• Buzzer (mit Ein/Aus Schalter) • Sensor-Verbindungstaste
I2C-Adresse	0x42
Dynamische Datenrate	175 Daten pro Sekunde für einen angeschlossenen Sensor 39 Daten pro Sekunde für fünf angeschlossene Sensoren
Baudrate	115200
Betriebstemperatur	-20° C bis 70° C
Luftfeuchtigkeit	Sensor-Verkapselung erforderlich / abhängig vom verwendeten Verkapselungsmaterial
Äußere Abmessungen	L 61 mm x B 36.5 mm x H 16 mm

Anschlussdetails:



5.2 PNC Kraftsensor:

Der PNC-Kraftsensor besteht aus zwei Schichten: der PNC- Kraftmessmaterial und der darunter liegenden Kontaktelektrode.

1. PNC-Kraftmessmaterial:

- Dieses Material besteht aus einem elektrisch leitfähigen Nanokomposit, dass ein medizinisches Polymer mit leitfähigen Nanopartikeln kombiniert.
- Es wird in Form von Matten mit einer Größe bis 40 cm x 45 cm hergestellt, was Flexibilität beim Design bietet und es den Nutzern ermöglicht, einzelne Sensorstücke je nach Bedarf in individuelle Formen und Größen zu schneiden.

2. Unterliegende Kontaktelektrode

- Bei dieser Schicht handelt es sich um eine flexible Leiterplatte, die als elektrische Kontaktschicht für die PNC-Kraftsensorschicht dient.
- Die Elektrode befindet sich unter der PNC-Schicht und ist mit zwei Anschlüssen versehen, die einen nahtlosen Anschluss an Ausleseelektronik ermöglichen.

Der im Lieferumfang enthaltene Kraftsensor verfügt mit einer aktiven Messfläche von 20 mm Durchmesser und eignet sich damit für eine Vielzahl von Anwendungen.



Die mitgelieferten Sensoren haben das PNC-Material in der Mitte der Elektrode aufgebracht. Ziehen Sie nicht am PNC-Material. Dies könnte zum Ablösen oder Reißen des PNC-Materials führen und den Sensor beschädigen. Verwenden Sie zum Schneiden des Materials keinen Laserschneider oder Wasserstrahl. Dies würde zu einer Beschädigung des Materials führen und möglicherweise gefährliche Staubemissionen verursachen.



Allgemeine Spezifikationen:

Parameter	Wert
Produktlinie	PNC Kraftsensor
Modellnummer	PNC-FS-20
Versionsnummer	V4.1.1
Aktiver Sensorbereich	20 mm Durchmesser
Abmessungen des Sensors*	B 21 mm x T 0.5 mm x L 44 mm
Kontaktelektrode	Flex PCB

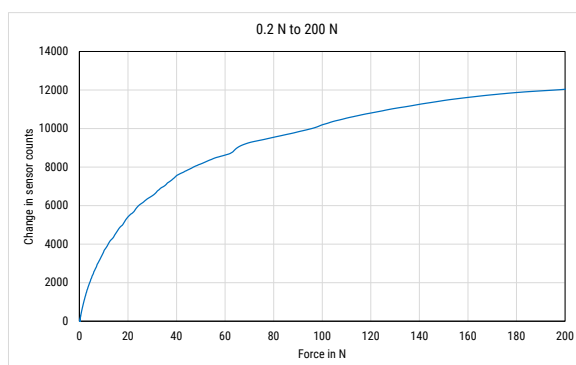
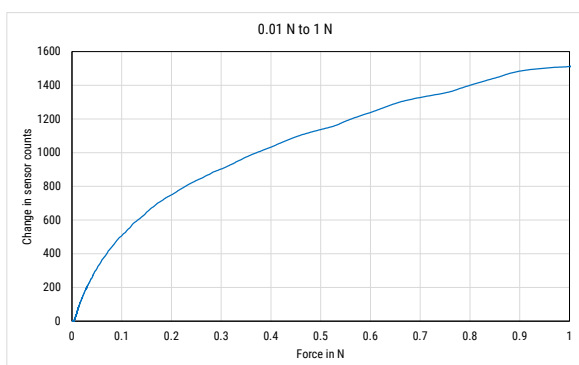
* B: Breite, T: Dicke, L: Länge

Wichtige Sensoreigenschaften:

Eigenschaft	Wert
Messgerät	NanoSen Ausleseelektronik
Stabiler Messbereich	0.01 N bis 150 N
Wiederholgenauigkeit von Sensor	<2% bei 500.000 Betätigungen mit 150 N
Wiederholgenauigkeit unterschiedlicher Sensoren	<5.8%
Belastungszyklen	20 Millionen Lastzyklen bei 0,6 MPa (200 N)
Driftrate bei 180 N	<6.4% nach 20 Sekunden
	<1.7% zwischen 20 Sekunden und 1 Stunde
	<2.2% zwischen 1 Stunde und 24 Stunden
	nach 24 Stunden <0,002 % pro Stunde

- Die angegebenen Werte beziehen sich auf den PNC-Kraftsensor mit 20 mm Durchmesser, der unter den angegebenen Prüfbedingungen getestet wurde. Abweichungen können auftreten, wenn der Sensor anders getestet oder in alternative Systeme integriert wird.
- Die empfohlene maximale Länge des Verlängerungskabels beträgt 50 cm für die Messung einer maximalen Kraft von 150 N.
- Messungen bei 200 N können ohne Verlängerungskabel durchgeführt werden, aber der durch Verlängerungskabel verursachte Versatz führt zur Sättigung des Sensors bei 200 N.
- Jedes 20 cm lange Verlängerungskabel führt zu einem Offset von etwa 600 Sensorwerten.

Messbereich des Sensors von 0.01 N bis 200 N:



Für weitere Details zum PNC-Sensorkit bitte das [Datenblatt](#) lesen!

6. Einrichtungshinweise

Schritt 1: Installieren Sie zunächst den Treiber mit der Bezeichnung "CP210x_Windows_Drivers", der auf dem USB-Stick enthalten ist.

HINWEIS: Der Treiber ist mit den Betriebssystemen WINDOWS 7, 10 und 11 kompatibel.

Schritt 2: Verbinden Sie die Ausleseelektronik über das mitgelieferte USB-Kabel mit dem PC. Ein Initialisierungston bestätigt die ordnungsgemäße Stromversorgung des Geräts.



Schritt 3: Verbinden Sie einen oder mehrere Sensoren mit dem Sensorschnittstellenanschluss der Ausleseelektronik.



Schritt 4: Drücken Sie kurz die Taste auf der Oberseite der Ausleseelektronik, um das Gerät für die Sensormessung zu starten.



HINWEIS:

- Jedes Mal, wenn ein Sensor an das Gerät angeschlossen wird, muss die Taste gedrückt werden, um die Auslesung zu bestätigen und zu starten.
- Ein korrekt angeschlossener Sensor wird durch einen einzelnen Ton quittiert, wenn die Taste gedrückt wird.
- Wenn kein Sensor angeschlossen ist, wird beim Drücken der Taste ein Doppelton abgespielt.

7. Datenübertragungsoptionen

Die Ausleseelektronik überträgt die Sensordaten über zwei Kommunikationsprotokolle: UART oder I2C. Der Benutzer kann das gewünschte Protokoll je nach Anwendung und Kompatibilität mit seinem Empfangsgerät auswählen.

UART-Konfiguration:

Wenn Sie das UART-Protokoll (über ein USB-Kabel) verwenden, stellen Sie sicher, dass das empfangende Gerät oder Tool mit den folgenden Parametern konfiguriert ist:

- Baudrate: 115200
- Parität: Keine (Keine Parität aktiviert)
- Datenbits: 8 Bits
- Stoppbits: 1
- Flusskontrolle: Keine (keine Flusskontrolle aktiviert)

Bitte konfigurieren Sie diese Einstellungen auf Ihrem Empfangsgerät oder Softwaretool, um eine reibungslose Datenkommunikation mit der Ausleseelektronik zu gewährleisten.

I2C-Konfiguration:

Beim I2C-Protokoll werden die Daten über die I2C-Adresse 0x42 übertragen. Stellen Sie sicher, dass Ihr empfangendes Gerät auf die Kommunikation mit dieser Adresse eingestellt und entsprechend den Standardanforderungen des I2C-Protokolls ordnungsgemäß konfiguriert ist (Beispielcode im späteren Teil dieses Abschnitts verfügbar). Alle Ein- und Ausgänge sind bereits mit geeigneten Pull-up-Widerständen verdrahtet.

Beispieltool zur Visualisierung der übertragenen Daten:

Die Datenvisualisierung ist mit jedem Tool möglich, das das erforderliche serielle Kommunikationsprotokoll (UART oder I2C) unterstützt. Als Beispiel wird eine Anleitung zum Auslesen der Daten mit der Software Serial Plot vorgestellt. NanoSen übernimmt keine Verantwortung für die Verfügbarkeit, Kompatibilität oder

Funktionalität eines solchen Tools. Benutzern wird empfohlen, sicherzustellen, dass die von ihnen gewählten Tools die Kommunikationsanforderungen erfüllen und für ihre Anwendungen geeignet sind.

A. Anleitung zur Verwendung der Software Serial Plot

Schritt 1: Installieren Sie die Treiber für die serielle Schnittstelle „Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge“, die Sie hier herunterladen können: <https://www.silabs.com/software-and-tools/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers?tab=downloads>

Schritt 2: Herunterladen und installieren Sie die Software "SerialPlot". (<https://hackaday.io/project/5334-serialplot-realtime-plotting-software>)

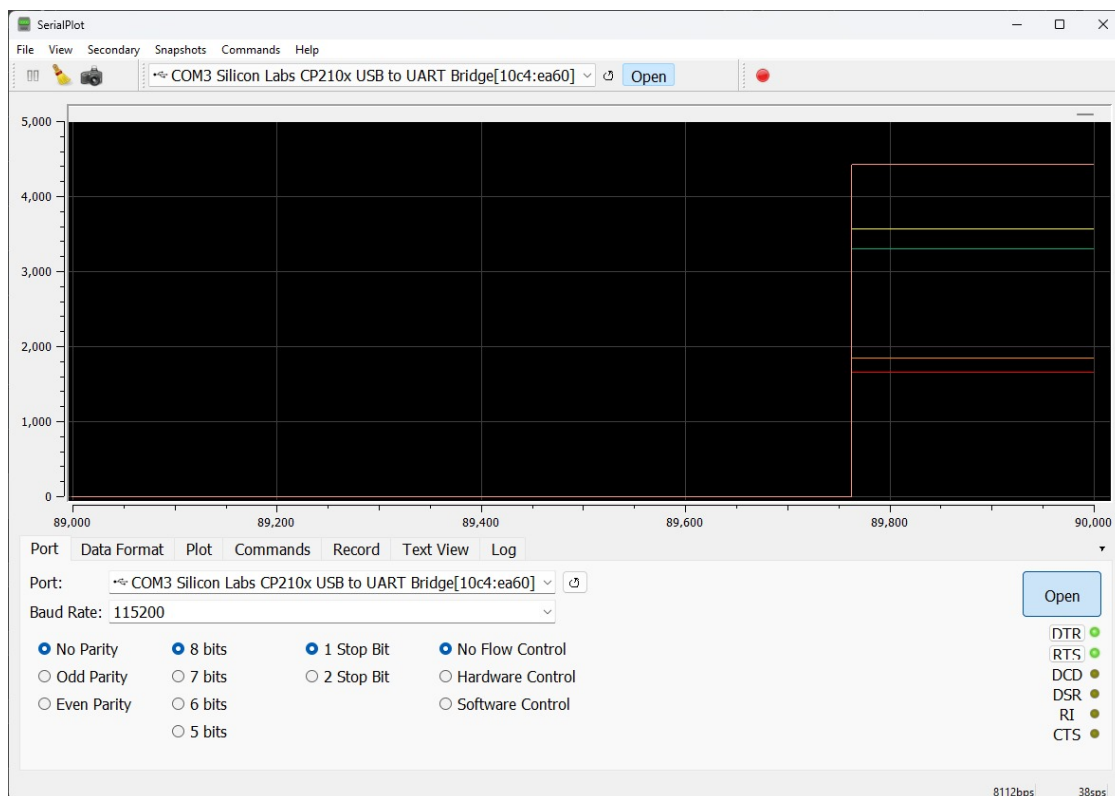
Schritt 3: Verbinden Sie die Ausleseelektronik mit dem mitgelieferten USB-Kabel mit Ihrem Computer und schließen Sie mindestens einen Kraftsensor an. Drücken Sie anschließend kurz die Sensorknopf-Taste, bis Sie einen Ton hören.

Schritt 4: Starten Sie die Software "SerialPlot" und navigieren Sie zur Registerkarte "Port" am unteren Rand. Wählen Sie den Anschluss "Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge", der der Ausleseelektronik entspricht.

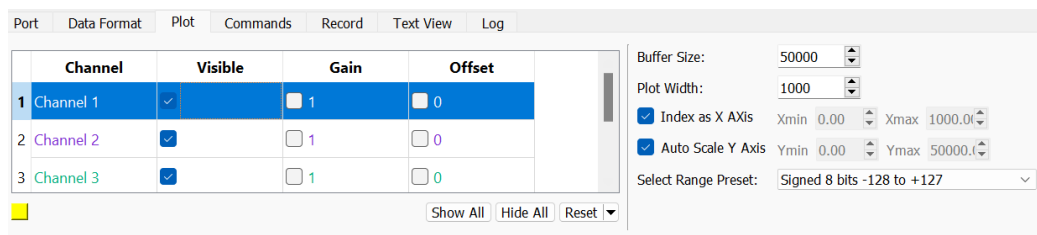
Schritt 5: Konfigurieren Sie die Baudrate wie in der Abbildung unten gezeigt.

Schritt 6: Navigieren Sie anschließend zur Registerkarte "Datenformat" und konfigurieren Sie die Einstellung wie in der folgenden Abbildung gezeigt.

Schritt 7: Beginnen Sie mit der Visualisierung der Daten, indem Sie oben auf die Schaltfläche "Öffnen" klicken, wie unten dargestellt.



Schritt 8 (optional): Passen Sie die Plot-Eigenschaften an, indem Sie die Registerkarte "Plot" aufrufen. Eine Illustration dieser Einstellungen finden Sie in der folgenden Abbildung.



Schritt 9: Um Daten aufzuzeichnen, navigieren Sie zur Registerkarte "Record" und verwenden Sie die Schaltfläche "Durchsuchen", um einen Zielordner auszuwählen und einen Dateinamen für die Speicherung der Daten als kommagetrennte Werte (csv) in einer Textdatei anzugeben. Aktivieren Sie die Datenaufzeichnung, indem Sie auf die rote Schaltfläche klicken, die sich entweder rechts oder in der oberen Leiste befindet. Mit der gleichen Schaltfläche können Sie die Aufzeichnung auch stoppen. Weitere Informationen zur Verwendung des seriellen Plots finden Sie unter diesem Link: <https://hackaday.io/project/5334-serialplot-realtime-plotting-software>

B. Anleitung zur Verwendung des LED-Kalibrierungsmoduls

Das LED-Kalibrierungsmodul besteht aus zwei Tasten mit den Bezeichnungen "min" und "max" und 5 RGB-LEDs. Die LEDs reagieren auf Änderungen der Sensormesswerte, die mit der ausgeübten Kraft variieren. Die Aktivierung der LED-Sequenz durchläuft drei Farben, die von der Intensität der Kraft abhängen:

- Grün für geringe Intensität,
- Blau für mittlere Intensität,
- Rot für hohe Intensität,
- Weiß für maximale Kraft.

Dieser Aufbau ermöglicht eine intuitive visuelle Rückmeldung entsprechend der auf den Sensor ausgeübten Kraft.

Schritt 1: Schließen Sie den PNC-Kraftsensor und das LED-Kalibriermodul an die Ausleseelektronik an.



Schritt 2: Üben Sie Kraft auf den Sensor aus, um das visuelle Feedback auf dem Modul zu sehen.



Führen Sie die folgenden Schritte aus, um das LED-Array auf eine bestimmte Kraftbereich zu programmieren:

Schritt 1: Bringen Sie die gewünschte Mindestkraft/Last auf den Sensor auf und drücken Sie kurz die Taste "min". Diese Aktion registriert die Anfangskraft, die durch einen einzelnen Ton bestätigt wird.

Schritt 2: Bringen Sie nun die gewünschte maximale Kraft/Last auf den Sensor auf und drücken Sie kurz die Taste "max". Diese Aktion registriert die endgültige Kraft, die wiederum durch einen einzelnen Ton bestätigt wird.

Schritt 3: Wenden Sie nun erneut Kraft im gewünschten Bereich an. Die LEDs leuchten in der gleichen Reihenfolge wie oben beschrieben auf, jetzt aber innerhalb der neu eingestellten Kraftgrenzen.

Hinweis: Der Grenzwert wird nur vorübergehend in der Elektronik gespeichert. Sobald das Gerät vom Stromnetz getrennt wird, werden die Grenzwerte zurückgesetzt.

C. Anleitung zur Verwendung des I2C-Protokolls mit Arduino UNO

Schritt 1: Schließen Sie Ihren Arduino Uno an die Ausleseelektronik an:

- Verbinden Sie den SDA-Pin der Elektronik mit dem A4-Pin des Arduino Uno.
- Verbinden Sie den SCL-Pin der Elektronik mit dem A5-Pin des Arduino Uno.
- Verbinden Sie den GND-Pin der Elektronik mit den GND-Pins des Arduino Uno.
- Verbinden Sie den Vin-Pin der Elektronik mit den 5V-Pins des Arduino Uno.

Die Verwendung von alternativen Arduino-Derivaten kann zu Abweichungen in der Konfiguration der Anschlusspins führen. Bitte konsultieren Sie die jeweiligen Spezifikationen für eine genaue Anleitung.

Schritt 2: Verwenden Sie diesen Beispielcode für den Arduino Uno, um die Daten über den I2C-Bus zu empfangen.

```
#include <Wire.h>
const int i2cSlaveAddress = 0x42;
char incomingBuffer[128];
int bufferIndex = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin(i2cSlaveAddress);
  Wire.onReceive(receiveI2CData);
  Serial.println("Ready to receive I2C data...");
}

void loop() { // Loop does nothing. Data handling is done in receiveI2CData
}

void receiveI2CData(int howMany) {
  while (Wire.available()) {
    char receivedChar = Wire.read();
    if (receivedChar == '\n') {
      incomingBuffer[bufferIndex] = '\0';
      Serial.println(incomingBuffer);
      bufferIndex = 0;
    } else if (bufferIndex < sizeof(incomingBuffer) - 1) {
      incomingBuffer[bufferIndex++] = receivedChar;
    }
  }
}
```

Hinweis: Schalten Sie zuerst den Empfangsschaltkreis in diesem Beispiel Arduino Uno und dann das NanoSen-Gerät ein, um die Datenübertragung zu starten.

8. Abfallentsorgung

Die Komponenten des Kraftsensorsatzes sollten gemäß den örtlichen Vorschriften für Elektronikschrott entsorgt werden. Entsorgen Sie es nicht mit dem normalen Hausmüll.

9. Kundenbetreuung

Für Fehlersuche oder technische Unterstützung beim Betrieb dem PNC Kraftsensor-Kit besuchen Sie bitte die Website www.nanosen.de oder kontaktieren Sie uns unter info@nanosen.de

Dokumentverlauf

Version	Datum	Beschreibung der Änderungen
V1.2	14.10.2025	Abschnitt 7 Aktualisierung
V1.1	22.01.2025	Abschnitt 7 Bilder Aktualisierung
V1.0	12.12.2024	Erstveröffentlichung



Kit capteur de force PNC

Un système de mesure de nouvelle génération

Manuel de l'utilisateur

Version 1.2, Octobre 2025

Fabricant : NanoSen GmbH

Adresse : Technologie-Campus 1, 09126 Chemnitz, Allemagne

Contact : info@nanosen.de | www.nanosen.de

Contents

1.	Introduction	3
2.	Contenu du kit	4
3.	Utilisation prévue	5
4.	Utilisation inappropriée	7
5.	Description du matériel	9
5.1	Electronique de lecture :	9
5.2	Capteur de force PNC :	10
6.	Instructions d'installation	13
7.	Options de transmission des données.....	15
8.	Gestion des déchets	20
9.	Soutien à la clientèle.....	20
	Historique du document	21

1. Introduction

NanoSen est spécialisée dans la fabrication à grande échelle de polymères nanocomposites pour détection de force. Notre matériau de détection de force est fabriqué à partir d'une base polymère de qualité médicale et est disponible en différentes tailles jusqu'à 40 cm x 45 cm.

Des pièces individuelles en matériau capteur peuvent être facilement découpées à partir de ces feuilles, lorsqu'elles sont associées à une électrode appropriée, elles peuvent être utilisés pour créer des capteurs de force personnalisés.

Le kit de capteur de force PNC NanoSen constitue une solution prête à l'emploi pour les développeurs pour intégrer et tester rapidement notre technologie de capteur dans des applications où une solution de capteur de force mince, flexible et robuste est nécessaire. Grâce à l'électronique de lecture incluse, les utilisateurs peuvent explorer les capacités de notre solution de détection de force. Des conceptions de capteurs hautement personnalisées peuvent être développées à l'aide de notre matériau de détection de force PNC, pour lequel les clients peuvent continuer à utiliser l'électronique de lecture incluse dans le kit de capteur de force PNC. Pour la production en série de capteurs, notre matériau PNC est disponible en masse, ce qui nous permet de répondre à la fois aux besoins de prototypes à petite échelle et de solutions de capteurs évolutives.

Consignes de sécurité



Lisez et comprenez le manuel de l'utilisateur et les consignes de sécurité avant d'utiliser le kit.



Le symbole indique des notes utiles pour l'utilisateur.

2. Contenu du kit

Electronique de lecture	Nécessaire pour la sortie du capteur de force à impédance avec cinq canaux de capteur
5 capteurs de force PNC	Matériau de capteur PNC de 20 mm de diamètre associé à des électrodes de contact appropriées.
Câble USB	Pour connecter l'électronique de lecture à un PC pour l'alimentation et la transmission de données en série.
Clé USB	Il comprend le pilote de l'électronique de lecture.
20 cm Câbles d'extension	Peut être utilisé pour connecter les capteurs de force PNC à l'électronique de lecture.
Module d'étalonnage des LED	Permet de limiter temporairement la plage d'activation des LED pour une utilisation avec un capteur de force.



3. Utilisation prévue

Le kit de capteur de force PNC est conçu uniquement à des fins de recherche et de développement (R&D). Il doit être installé et utilisé par du personnel qualifié, dans le strict respect des réglementations locales en matière de sécurité et directives fournies dans le présent manuel.

Avis de non-responsabilité du fabricant :

Le fabricant n'assume aucune responsabilité pour les dommages, les blessures ou les dysfonctionnements causés par une utilisation incorrecte ou le non-respect des directives fournies dans ce manuel. Les utilisateurs sont seuls responsables de la manipulation, de l'installation et du fonctionnement corrects du kit. L'utilisation du kit de capteur de force PNC ou de ses composants en dehors des présentes directives et des limitations suivantes annulera la garantie et pourra entraîner des dommages matériels ou des blessures.

Principales lignes directrices :

Usage professionnel uniquement :

- Ce kit n'est pas destiné à des applications grand public, personnelles ou domestiques (voir également le chapitre 4 Utilisation incorrecte).
- Il ne doit pas être utilisé dans des environnements dangereux ou critiques pour la vie, à moins que des systèmes de sécurité supplémentaires ne soient mis en place.

Utilisation en intérieur :

- N'utilisez le kit que dans un environnement intérieur et sec. Évitez de l'exposer à des conditions humides ou mouillées.

Connexions incorrectes :

- Assurez-vous que toutes les connexions, y compris celles du module d'étalonnage LED et de l'interface I2C, sont correctement effectuées conformément aux instructions fournies dans ce manuel. Des connexions non sécurisées peuvent causer de graves dommages aux composants.
- Une intégration incorrecte du kit dans des systèmes ou des appareils, en particulier sans respecter les directives, peut entraîner un dysfonctionnement ou endommager l'équipement.

Conformité à la garantie :

- Ne pas ouvrir ou modifier l'électronique de lecture. Cela annulerait immédiatement la garantie. La connexion de matériel incompatible, un câblage incorrect ou une alimentation électrique inadéquate susceptibles d'endommager l'appareil entraîneront l'annulation de la garantie.

4. Utilisation inappropriée

Applications interdites :

Utilisation par les consommateurs :

- Ce kit n'est pas un jouet et ne doit pas être utilisé par des personnes non formées, y compris des enfants.
- Il ne convient pas aux systèmes de survie, aux appareils médicaux ou à toute autre application critique en matière de sécurité sans mesures de sécurité et de redondance supplémentaires.

Environnements dangereux :

- N'utilisez pas le kit dans des environnements dangereux, explosifs ou extérieurs et les environnements présentant une humidité excessive.

Limites opérationnelles :

Les capteurs et l'électronique de lecture doivent être utilisés dans les limites spécifiées dans ce manuel :

- Tension d'entrée maximale : 5V DC
- Courant maximal : 500 mA
- Capacité de surcharge du capteur de force : 20 MPa (6200 N)

Conditions environnementales :

- L'appareil ne doit être utilisé qu'à des températures comprises entre -20 °C et 70 °C.
- La performance du capteur peut être affectée par la longueur du câble en raison de la capacité parasite. Le contact direct du capteur avec un matériau conducteur d'électricité peut influencer la réponse du capteur. En cas d'installation sur des surfaces conductrices, telles que des surfaces métalliques, veuillez isoler le capteur à l'aide d'une couche non conductrice, telle que du ruban adhésif ou une feuille plastique.

Guide de démarrage rapide

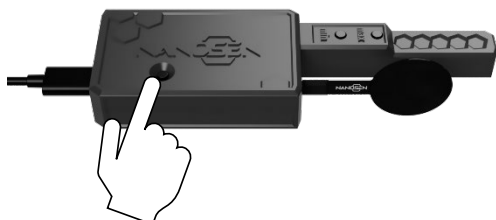
Étape 1 : Connecter le câble USB



Étape 2 : Connecter le capteur et la bande LED



Étape 3 : Appuyer sur le bouton pour une seconde



Étape 4 : Appuyer sur le capteur pour un retour visuel



5. Description du matériel

5.1 Electronique de lecture :

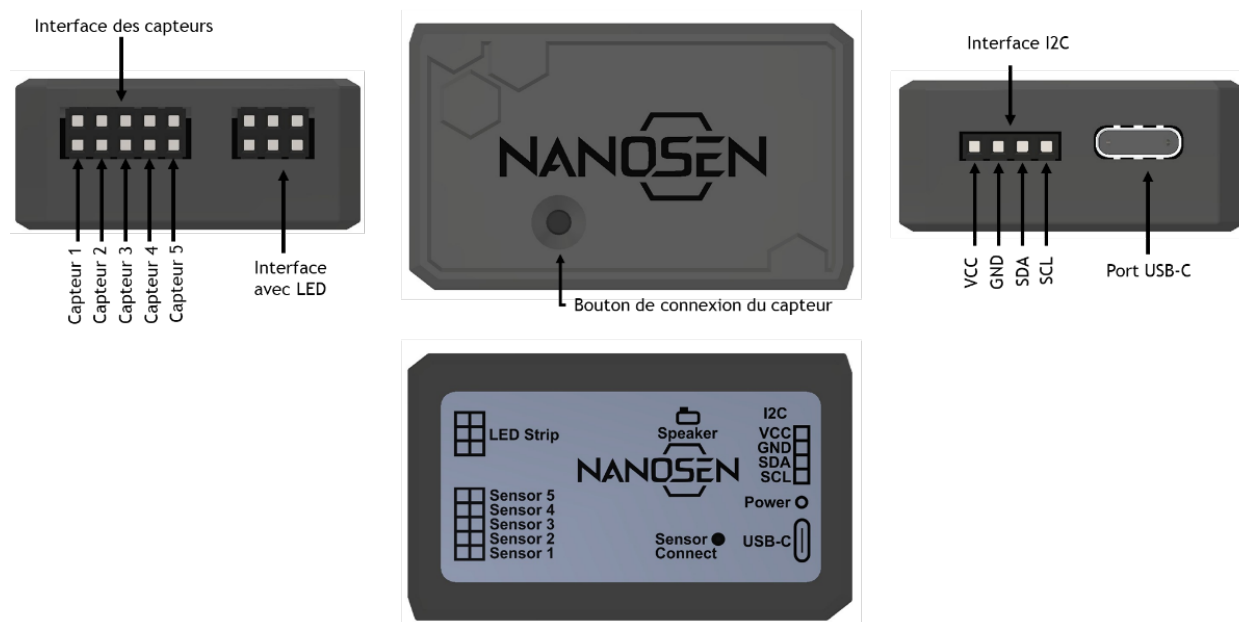
Le kit de capteurs de force PNC comprend une électronique de lecture avancée, conçue pour exploiter pleinement la performance des capteurs de force PNC. L'électronique permet de connecter simultanément jusqu'à cinq capteurs de force PNC.

L'appareil est alimenté par un port USB-C, qui sert également de canal pour la transmission de données en série. Alternativement, les ports I2C peuvent être utilisés à la fois pour l'alimentation et la communication de données. Veuillez noter que le kit n'inclut pas de fonctionnalité sans fil. NanoSen peut fournir une solution électronique de lecture sans fil à la demande du client.

Spécifications générales :

Puissance de l'alimentation d'entrée	CC, 5V, 500 mA
Alimentation/données	• USB ; I2C (données sans fil disponibles sur demande)
Modules intégrés	• Buzzer (avec interrupteur ON/OFF) • Bouton de connexion du capteur
Adresse I2C	0x42
Débit de données dynamique	175 échantillons par seconde pour un capteur connecté 39 échantillons par seconde pour cinq capteurs connectés
Vitesse de transmission	115200
Température de fonctionnement	-20°C à +70°C
Humidité	L'encapsulation des capteurs est recommandée/dépend du matériau d'encapsulation utilisé
Dimensions extérieures :	L 61 mm x l 36,5 mm x H 16 mm

Details du port :



5.2 Capteur de force PNC :

Le capteur de force PNC se compose de deux couches : le matériau de force PNC et l'électrode de contact sous-jacente.

1. Matériau de force PNC :

- Il s'agit d'un matériau nano-composite conducteur d'électricité, qui associe un polymère de qualité médicale à des nanoparticules conductrices.
- Il est produit sous forme de feuilles de dimensions jusqu'à 40 cm x 45 cm, ce qui offre une grande souplesse de conception et permet aux utilisateurs de découper à partir de ces feuilles les pièces individuelles du capteur dans des formes et des tailles personnalisées, selon les besoins.

2. Électrode de contact sous-jacente :

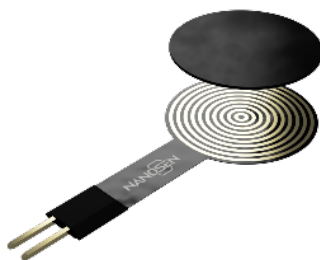
- Il s'agit d'un circuit imprimé flexible qui sert de contact électrique pour le matériau de force PNC.
- Placée sous le matériau de force PNC, l'électrode a deux bornes pour une connexion transparente à l'électronique de lecture.

Le capteur de force inclus comporte une zone de détection active de 20 mm de diamètre.



Les capteurs fournis prêts à l'emploi ont le matériau PNC collé au centre de l'électrode. Ne pas tirer sur le matériau PNC. Cela pourrait entraîner son décollement ou son usure et ainsi endommager le capteur de manière irréversible.

N'utilisez pas de découpeur laser ou à jet d'eau pour couper le matériau. Cela endommagerait le matériau et pourrait entraîner des émissions de poussières dangereuses.



Spécifications générales :

Paramètres	Valeur
Ligne de produits	Capteur de force PNC
Numéro de modèle	PNC-FS-20
Numéro de version	V4.1.1
Zone active du capteur	Diamètre de 20 mm
Dimensions du capteur*	DE 21 mm x T 0.5 mm x L 44 mm
Électrode de contact	Circuit imprimé flexible

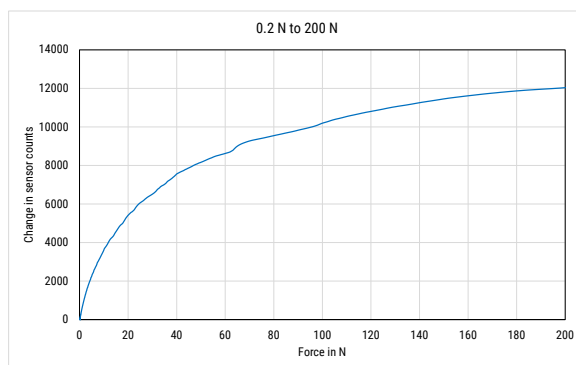
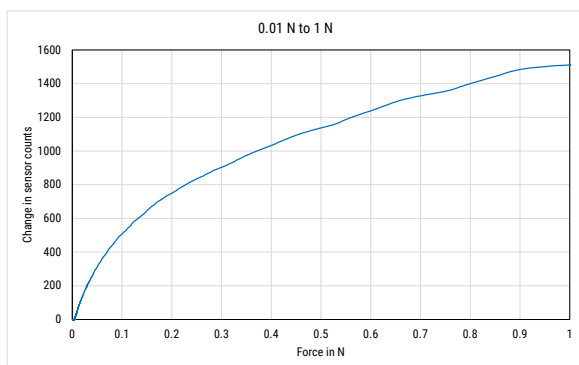
* DE : diamètre extérieur, E : épaisseur, L : longueur

Propriétés principales du capteur :

Propriété	Valeur
Dispositif de mesure	Électronique de lecture NanoSen
Plage de mesure stable	0.01 N à 150 N
Répétabilité d'une pièce	<2% avec 500 000 actionnements à 150 N
Répétabilité d'une pièce à l'autre	<5.8%
Durabilité	20 millions de cycles de charge à 0,6 MPa (200 N)
Taux de dérive à 180 N	< 6,4 % après 20 secondes < 1,7 % entre 20 secondes et 1 heure < 2,2 % entre 1 heure et 24 heures > Après 24 heures < 0,002 % par heure

- Les valeurs indiquées correspondent à un capteur de force PNC de 20 mm de diamètre testé dans un environnement de test contrôlé. Des écarts peuvent se produire si le capteur est testé différemment ou s'il est intégré dans d'autres systèmes.
- La longueur maximale recommandée du câble d'extension est de 50 cm pour mesurer une charge maximale de 150 N.
- Les mesures à 200 N peuvent être effectuées sans câbles d'extension, mais le décalage introduit par les câbles d'extension entraîne une saturation du capteur à 200 N.
- Chaque 20 cm de câble d'extension introduit un décalage d'environ 600 comptes de capteurs.

Plage de mesure de 0,01 N à 200 N :



Pour plus de détails sur le kit de capteurs PNC, veuillez vous référer à [la fiche technique](#)

6. Instructions d'installation

Étape 1 : Commencer par installer le pilote intitulé "CP210x_Windows_Drivers" inclus dans la clé USB.

NOTE : Le pilote est compatible avec les systèmes d'exploitation WINDOWS 7, 10, 11.

Étape 2 : Connecter l'électronique de lecture au PC à l'aide du câble USB fourni. Une tonalité d'initialisation confirme que l'appareil est correctement alimenté.



Étape 3 : Connecter le ou les capteurs au port d'interface du capteur de l'électronique de lecture.



Étape 4 : Appuyer brièvement sur le bouton situé au-dessus de l'électronique de lecture pour démarrer l'appareil en vue de la lecture du capteur.



NOTE:

- Chaque fois qu'un capteur est connecté à l'appareil, il faut appuyer sur le bouton pour confirmer et lancer la lecture.
- Un capteur correctement connecté est reconnu par une tonalité unique lorsque l'on appuie sur le bouton.
- Si aucun capteur n'est connecté, une double tonalité est émise lorsque le bouton est enfoncé.

7.Options de transmission des données

L'électronique de lecture transmet les données du capteur à l'aide de deux protocoles de communication : UART ou I2C. L'utilisateur peut sélectionner le protocole souhaité en fonction de son application et de la compatibilité avec l'appareil récepteur.

Configuration UART :

Lors de l'utilisation du protocole UART (via un câble USB), assurez-vous que l'appareil ou l'outil récepteur est configuré avec les paramètres suivants :

- Vitesse de transmission : 115200
- Parité : Aucune (pas de parité activée)
- Bits de données : 8 bits
- Bits d'arrêt : 1
- Contrôle de flux : Aucun (aucun contrôle de flux n'est activé)

Veuillez configurer ces paramètres sur votre appareil récepteur ou votre outil logiciel afin d'assurer une communication transparente des données avec l'électronique de lecture.

Configuration I2C :

Pour le protocole I2C, les données sont transmises à l'adresse I2C 0x42. Assurez-vous votre appareil récepteur est réglé pour communiquer avec cette adresse et qu'il est correctement configuré conformément aux exigences du protocole I2C standard (un exemple de code est disponible dans la suite de cette section). Toutes les entrées et sorties sont déjà câblées avec des résistances pull-up appropriées.

Exemple d'outil permettant de visualiser les données transmises :

La visualisation des données est possible avec tout outil capable de prendre en charge le protocole de communication série requis (UART ou I2C). À titre d'exemple, un guide pour la lecture des données à l'aide du logiciel Serial Plot est présenté. NanoSen n'assume aucune responsabilité quant à la disponibilité, la compatibilité ou la fonctionnalité de ces outils. Il est conseillé de s'assurer que les outils choisis répondent aux exigences de communication et sont adaptés à leurs applications.

A. Guide d'utilisation du logiciel Serial Plot

Étape 1 : Installez les pilotes de port série qui peuvent être téléchargés ici : <https://www.silabs.com/software-and-tools/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers?tab=downloads>

Étape 2 Installer le logiciel "SerialPlot". (<https://hackaday.io/project/5334-serialplot-realtime-plotting-software>)

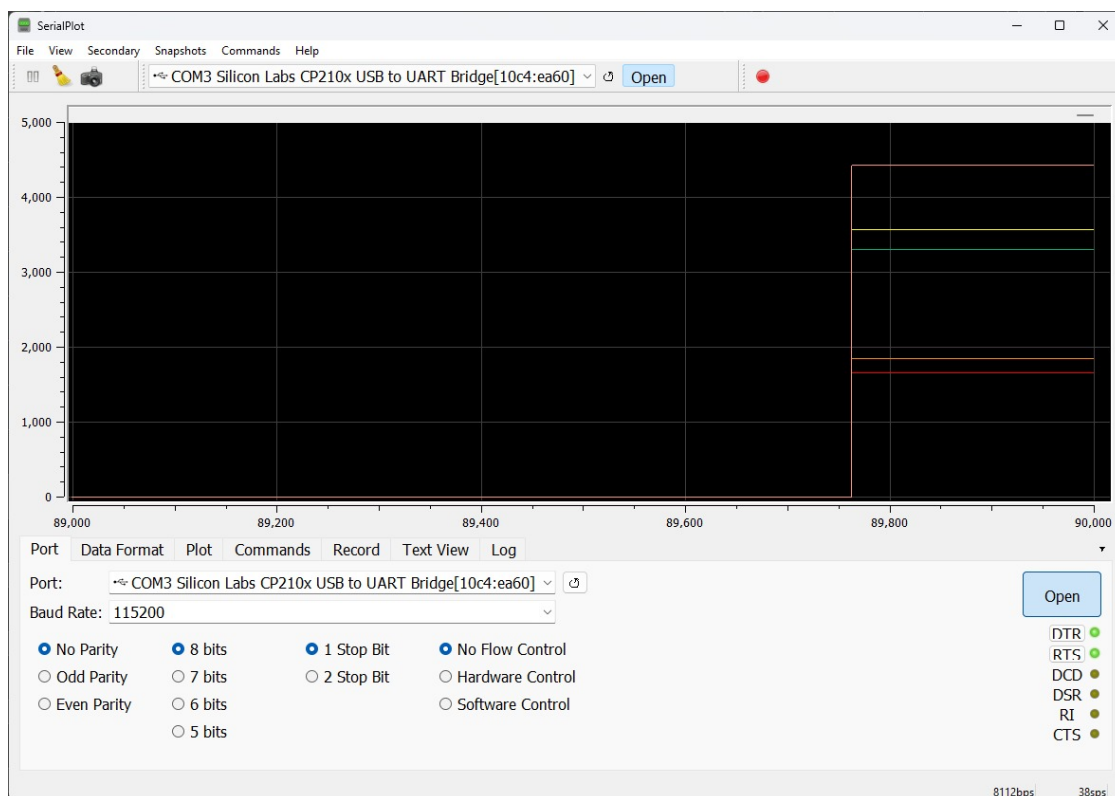
Étape 3 : Connecter l'électronique de lecture avec votre PC à l'aide du câble USB et connecter au moins un capteur de force PNC. Après, appuyez brièvement sur le bouton de connexion du capteur jusqu'à ce que vous entendiez un signal sonore.

Étape 4 : Lancer le logiciel "SerialPlot" et naviguer jusqu'à l'onglet "Port" en bas. Sélectionner le port intitulé "Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge", qui correspond à l'électronique de lecture.

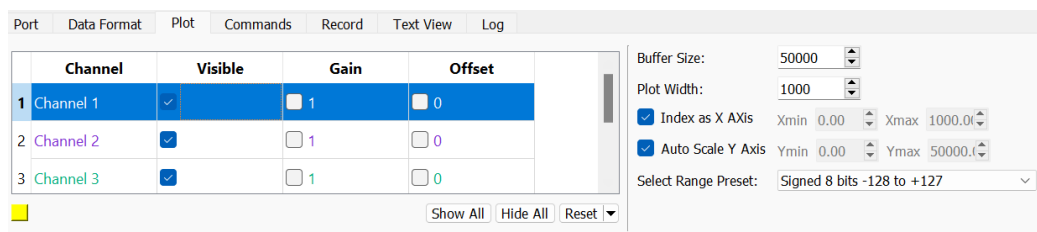
Étape 5 : Configurer le débit en bauds comme indiqué dans l'image ci-dessous.

Étape 6 : Ensuite, naviguer jusqu'à l'onglet "Format des données" et configurer les paramètres comme indiqué dans l'image ci-dessous.

Étape 7 : Commencer à visualiser les données en cliquant sur le bouton "Ouvrir" en haut de la page, comme illustré ci-dessous.



Étape 8 (optionnelle) : Personnaliser les propriétés du tracé en accédant à l'onglet "Tracé". Une illustration de ces paramètres est fournie dans l'image ci-dessous.



Étape 9 : Pour enregistrer les données, naviguer jusqu'à l'onglet "Enregistrement" et utiliser le bouton "Parcourir" pour choisir un dossier de destination et spécifier un nom de fichier pour enregistrer les données sous forme de valeurs séparées par des virgules (csv) dans un fichier texte. Activer l'enregistrement des données en cliquant sur le bouton rouge situé à droite ou dans la barre supérieure. Ce même bouton peut également être utilisé pour arrêter le processus d'enregistrement.

Pour plus de détails sur l'utilisation du tracé en série, veuillez consulter ce lien :

<https://hackaday.io/project/5334-serialplot-realtime-plotting-software>

B. Guide d'utilisation module d'étalonnage des LED

Le module d'étalonnage des LED se compose de deux boutons "min" et "max" et de 5 LED RGB. Les LED réagissent aux changements dans les relevés du capteur, qui varient en fonction de la force appliquée. La séquence d'activation des LED passe par trois couleurs en fonction de l'intensité de la force :

- Vert pour une faible intensité,
- Bleu pour une intensité moyenne,
- Rouge pour une intensité élevée,
- Blanc pour une force maximale.

Cette configuration permet un retour visuel intuitif correspondant à la force appliquée au capteur.

Étape 1 : Connecter le capteur de force PNC et le module d'étalonnage LED à l'électronique de lecture.



Étape 2 : Appliquer une force au capteur pour obtenir un retour visuel sur le module.



Pour programmer la bande LED à une bande de force définie, prière de suivre les étapes suivantes :

Étape 1 : Appliquer la force/charge minimale souhaitée sur le capteur et appuyer brièvement sur le bouton "min". Cette action enregistre la force initiale, qui est confirmée par un seul signal sonore.

Étape 2 : Ensuite, appliquer la force/charge maximale souhaitée sur capteur et appuyer brièvement sur le bouton "max". Cette action enregistre la force finale, qui est à nouveau confirmée par une tonalité unique.

Étape 3 : Réappliquer maintenant la force entre les limites souhaitées et les LED s'allumeront dans la même séquence que celle mentionnée ci-dessus, mais maintenant dans les nouvelles limites de force réglées.

Remarque : la limite de bande définie n'est enregistrée que temporairement dans le système électronique. Une fois l'appareil mis hors tension, les limites de la bande seront réinitialisées.

C. Guide d'utilisation du protocole I2C avec Arduino UNO

Étape 1 : Connecter votre Arduino Uno à l'électronique de lecture :

- Connecter la broche SDA de l'électronique à la broche A4 de l'Arduino Uno.
- Connecter la broche SCL de l'électronique à la broche A5 de l'Arduino Uno.
- Connecter la broche GND de l'électronique aux broches GND de l'Arduino Uno.
- Connecter la broche Vin de l'électronique aux broches 5V de l'Arduino Uno.

L'utilisation d'autres dérivés d'Arduino peut entraîner des variations dans la configuration des broches de connexion. Veuillez consulter les spécifications respectives pour obtenir des informations précises.

Étape 2 : Utilisez ce code d'exemple pour Arduino Uno afin de recevoir les données via le bus I2C.

```
#include <Wire.h>
const int i2cSlaveAddress = 0x42;
char incomingBuffer[128];
int bufferIndex = 0;
```

```
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    Wire.begin(i2cSlaveAddress);
    Wire.onReceive(receiveI2CData);
    Serial.println("Ready to receive I2C data...");
}

void loop() { // Loop does nothing. Data handling is done in receiveI2CData
}

void receiveI2CData(int howMany) {
    while (Wire.available()) {
        char receivedChar = Wire.read();
        if (receivedChar == '\n') {
            incomingBuffer[bufferIndex] = '\0';
            Serial.println(incomingBuffer);
            bufferIndex = 0;
        } else if (bufferIndex < sizeof(incomingBuffer) - 1) {
            incomingBuffer[bufferIndex++] = receivedChar;
        }
    }
}
```

Remarque : Mettre d'abord sous tension le circuit de réception, dans cet exemple Arduino UNO, puis le dispositif NanoSen pour démarrer la transmission des données.

8. Gestion des déchets

Les composants du kit du capteur de force doivent être mis au rebut conformément aux réglementations locales concernant les déchets électroniques. Ne les jeter pas avec les ordures ménagères.

9. Soutien à la clientèle

Pour le dépannage ou l'assistance technique lors de l'utilisation du kit de capteur de force PNC, veuillez visiter le site web www.nanosen.de ou nous contacter à info@nanosen.de.

Historique du document

Version	Date	Description des changements
V1.2	14.10.2025	Actualisation de section 7
V1.1	22.01.2025	Actualisation des figures section 7
V1.0	12.12.2024	Première publication



PNC 力传感器套件

下一代测量系统

用户手册

Version 1.0, 2025年10月

状态: 2025年10月30日

制造商: NanoSen GmbH

地址: 德国开姆尼茨09126, 大学科技园1号

联系方式: info@nanosen.de | www.nanosen.de

Contents

文档版本记录	2
1. 介绍	3
2. 套件内包含	4
3. 预期用途	5
4. 不当使用	6
5. 快速入门指南	8
6. 硬件描述	9
6.1 读出电子设备:	9
6.2 PNC 力传感器:	10
7. 设置说明	13
8. 数据通信协议	15
9. 废物处理	21
10. 客户支持	22

文档版本记录

版本	日期	变更说明
V1.0	2025年10月30日	初始版本

1. 介绍

NanoSen 专注于力传感材料的大规模生产，目前年产能为 100 平方米。我们的力传感材料由聚合物纳米复合材料 (PNC) 制成，尺寸多样，最小的薄片尺寸为 15 厘米 x 15 厘米。您可以轻松从这些薄片上切割出单个传感器，并与合适的电极配对，打造定制化的力传感产品。

NanoSen 力传感器套件为科技爱好者和开发者提供了即用型解决方案，方便他们在需要轻便、灵活且耐用的力传感解决方案的应用中快速集成和测试我们的传感器技术。借助套件中的读出电子设备，用户可以充分探索我们的力传感材料的性能。一旦概念验证完成，并对于集成我们力传感器的优势有了了解，即可使用我们的 PNC 力传感材料开发高度定制的传感器设计。这使得我们能够同时满足小规模原型和可扩展、可定制的传感器解决方案的需求。

安全标签



在使用该套件之前，请阅读并理解用户手册和安全说明。



该符号表示对用户有帮助的注释。

2. 套件内包含

读出电子设备	读取力传感器输出。最多可连接 5 个 PNC 力传感器。
5个PNC力传感器	直径 20 毫米的 PNC 传感器材料，与合适的接触电极相结合。
USB数据线	用于将读出电子设备连接到 PC/移动设备，以进行电源和串行数据传输。
U盘	包含读出电子设备的驱动程序。
20厘米延长线	可用于将 PNC 力传感器连接到读出电子设备。
LED校准模块	用于在指定范围内校准和显示传感器输出。



3. 预期用途

PNC力传感器套件仅供研发（R&D）之用。必须由合格人员严格遵守当地安全法规和本手册提供的指南进行安装和操作。

关键指南：

仅限专业用途：

- 本套件不适用于消费者、个人或家庭应用（另请参阅第 4 章“不当使用”）。
- 除非已实施额外的安全措施，否则不得在生命攸关或危险环境中使用。

室内使用：

- 仅在干燥的室内环境中操作。避免暴露在潮湿的环境中。

工作条件：

- 本设备的设计工作温度范围为 -20°C 至 70°C。

保修合规性：

- 超出规定参数使用、安装或操作不当将使保修失效，并可能导致设备损坏或人身伤害。
- 请勿打开或改装读出电子设备。这将立即使保修失效。连接不兼容的硬件、接线错误或使用不当电源可能导致设备损坏，从而导致保修失效。

4. 不当使用

以下操作和场景将构成对套件的不当使用，因此是严格禁止的。不遵守这些限制可能导致设备损坏、人身伤害及保修失效。

禁止使用的场合：

消费者使用：

- 本套件并非玩具，未经训练的个人（包括儿童）不得使用。
- 本套件不适用于生命支持系统、医疗设备或任何未采取额外安全和冗余措施的生命攸关的应用。

危险环境：

- 请勿在危险、易爆或户外环境中使用该套件。

操作限制：

超出规格：

- 传感器和读出电子设备必须在本手册规定的范围内运行：
 - 最大输入电压：5V DC
 - 最大电流：500 mA
 - 最大受力：20 MPa（损坏前）

环境条件：

- 请避免在湿度过高或超出规定温度范围的环境中使用本套件。
- 由于寄生电容的存在，传感器性能可能会受到连接线长度的影响。传感器若与导电材料直接接触，可能会影响其响应特性。

不当操作:

未经授权的修改:

- 请勿打开、修改或擅自拆卸读出电子设备或传感器。

接线错误:

- 请确保所有连接（包括LED校准模块和I2C接口）严格按照本手册中的说明正确接线。接线错误可能会导致部件严重损坏。

集成错误:

- 将套件集成到系统或设备时，如未遵守相关指南，可能导致设备故障或损坏。

制造商免责声明:

制造商对因不当使用或未遵守本手册指南而造成的损坏、人身伤害或设备故障不承担任何责任。用户须自行负责套件的正确操作、安装和维护。

5. 快速入门指南

快速入门指南

第一步：连接USB线



第二步：连接传感器



第三步：连接LED校准模块



第四步：按下按钮



第五步：按下传感器，体验视觉效果



6. 硬件描述

6.1 读出电子设备：

PNC 力传感器套件采用先进的读出电子元件，旨在充分发挥 PNC 力传感器的功能。该电子元件支持同时连接多达5个 PNC 力传感器。

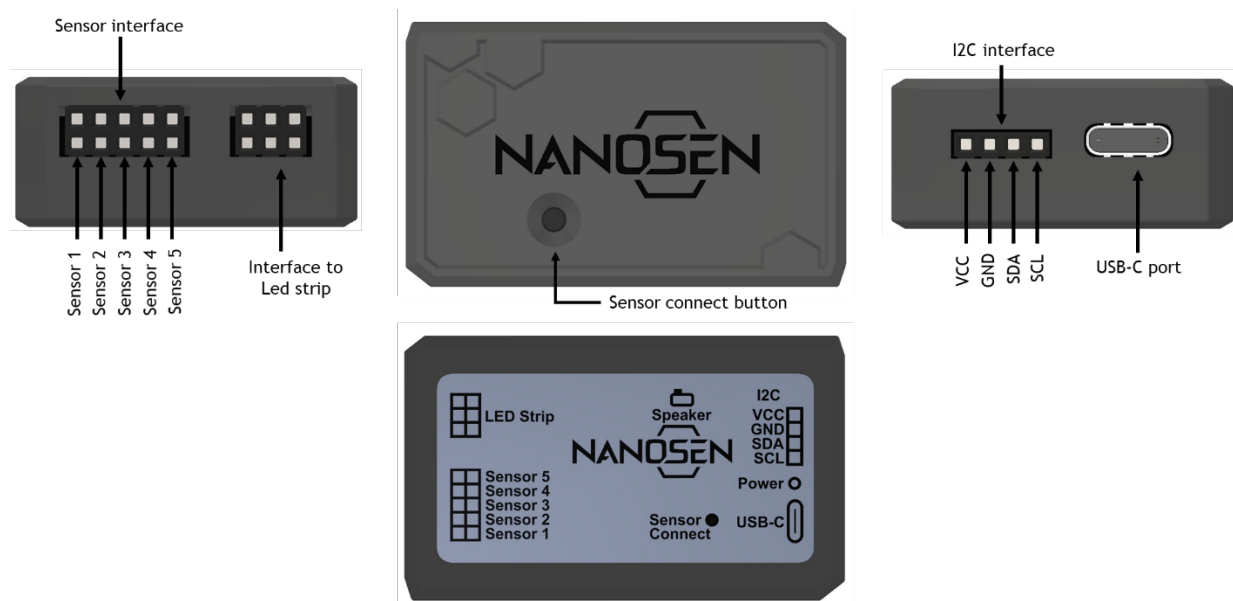
该设备通过 USB-C 端口供电，该端口也可用作串行数据传输通道。作为另一种选择，I2C 端口也可同时用于供电和数据通信。请注意，该套件不包含无线功能。但是，NanoSen 可以根据客户需求提供无线读出电子解决方案。

一般规格：

输入电源额定值	DC, 5V, 500 mA
电源/数据	• USB; I²C
集成模块	• 蜂鸣器（带开关） • 传感器连接按钮
I ² C 地址	0x42
动态数据速率	175 sps*（连接单个传感器） 39 sps*（连接五个传感器）
波特率	115200
工作温度	-20°C 至 +70°C
湿度	建议在不同的湿度条件下对传感器进行封装
外形尺寸：	长 55 mm x 宽 30 mm x 高 13 mm

*sps: 每秒样本数

端口详情:



6.2 PNC 力传感器:

PNC 力传感器由两个主要组件组成：PNC 力传感层和底层接触电极。

1. PNC 力传感层:

- 该层由导电纳米复合材料制成，结合了医用级聚合物与导电纳米颗粒。
- 以尺寸最小为 15 cm × 15 cm 的薄片形式生产，设计灵活，用户可根据需求将单个传感器切割成定制的形状和尺寸。

2. 底层接触电极:

- 采用柔性 PCB 作为 PNC 力传感层的电接触层。
- 电极位于 PNC 层下方，设计有两个端子，可与读出电子设备无缝连接。

随附的力传感器采用 PNC 力传感层，传感有效区域直径为 20 mm，适用于多种应用场景。

PNC 材料粘在电极中心。请勿拉扯 PNC 材料。否则可能会损坏传感器。



请勿使用激光切割机或水射流来切割本材料。这会导致材料损坏，并可能产生有害粉尘。



一般规格:

参数	取值
产品线	PNC 力传感器
型号	PNC-FS-20
版本号	V4.1.1
PNC 基材	医用级弹性体
有效传感器面积	直径 20 毫米
传感器尺寸*	外径 21 毫米 x 厚度 0.5 毫米 x 长度 44 毫米
接触电极	柔性 PCB

* OD: 外径, T: 厚度, L: 长度

传感器关键特性:

特性	取值
测量装置	NanoSen 读出电子元件
稳定测量范围	0.01 N 至 150 N
单件重复性	2.4%
零件间重复性	5.8%

耐用性

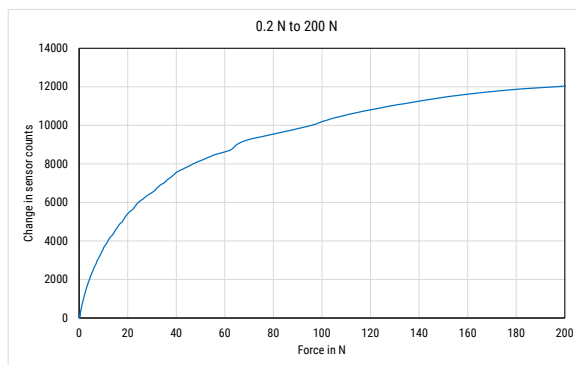
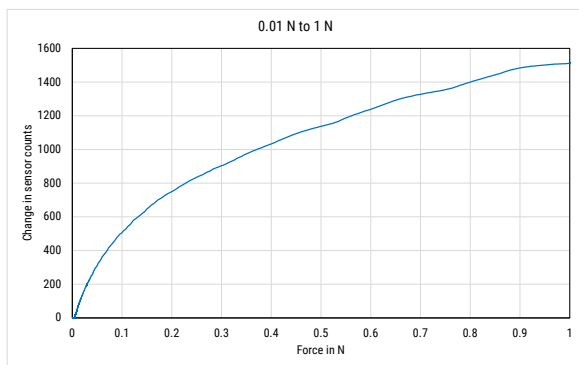
200 N 负载测试，超过 2000 万次循环

漂移

20 秒内	<6.4%
20 秒至 1 小时之间	<1.7%
1 小时至 24 小时之间	<2.2%
24小时至100小时	<0.02%

- 所提供的数值基于在指定条件下测试的直径为 20 毫米的 PNC 力传感器。如果传感器的测试方式不同，或集成到其他系统中，可能会出现偏差。
- 延长线的最大长度建议为 50 厘米，用于测量最大 150 N 的负载。
- 无需延长线即可进行 200 N 的测量，但延长线引入的信号偏移会导致传感器在 200 N 时饱和。
- 每 20 厘米的延长线会引入传感器计数的偏移约 600 个。

测量范围从 0.01 N 到 200 N:



有关 PNC 传感器套件的更多详细信息，[请参阅技术数据表！](#)

7. 设置说明

步骤 1: 首先安装 U 盘中标有 “CP210x_Windows_Drivers” 的驱动程序。

注意：该驱动程序兼容 Windows 7、10、11 操作系统的设备。

步骤 2: 使用提供的 USB 数据线将读数电子设备连接到电脑。初始化提示音确认设备电源正常。



步骤 3: 将一个或多个传感器连接至读出电子设备的传感器接口端口。



步骤 4: 轻按读出电子设备顶部的按钮，以启动装置并开始传感器读数。



注意:

- 每当有传感器连接至设备时，必须按下按钮以确认并启动读数过程。
- 当传感器正确连接时，按下按钮后会发出单声提示音，表示设备已识别到传感器。
- 若未连接传感器，按下按钮后会发出双声提示音，表示未检测到传感器。

8. 数据通信协议

读出电子设备通过两种通信协议传输传感器数据：**UART**和**I²C**。用户可根据具体的应用需求及接收设备的兼容性，选择合适的通信协议。

UART 配置:

当使用 **UART 通信协议**（通过 USB 数据线）时，请确保接收设备或软件工具按照以下通信参数进行设置：

- 波特率：115200
- 奇偶校验：无（不启用奇偶校验）
- 数据位：8 位
- 停止位：1位
- 流控：无（不启用流控）

在开始测量前，请确认接收设备或应用程序的 UART 设置与上述参数一致，以确保数据传输正确无误。

I2C 配置:

在使用I2C 通信协议时，数据通过I2C 地址 0x42 进行传输。请确保接收设备或微控制器已设置为与该地址通信，并符合标准 I2C 协议要求。（本节后续部分提供了示例代码以供参考。）所有输入与输出端口均已内置合适的上拉电阻。

示例工具用于可视化传输数据

只要支持所需的串行通信协议（UART 或 I2C），即可通过相应工具进行数据可视化。

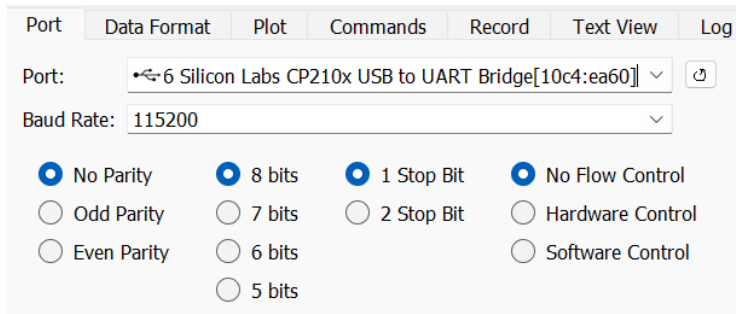
此处以 **Serial Plot** 软件的使用指导作为示例。NanoSen 对第三方工具的可用性、兼容性或功能不承担任何责任。建议用户确保所选工具符合通信要求，并适用于其具体应用场景。

8.1 *Serial Plot* 软件使用指南

第一步：安装 “SerialPlot” 软件。(<https://hackaday.io/project/5334-serialplot-realtime-plotting-software>)

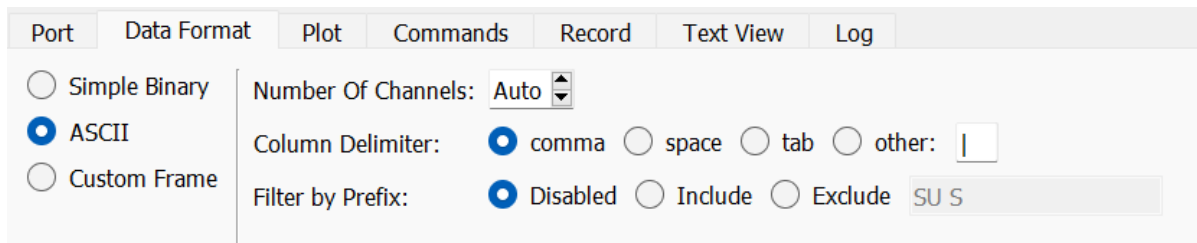
第二步：启动 SerialPlot 软件，切换到底部的 Port（端口）选项卡。选择标有 “Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge” 的端口，该端口对应读出电子设备。

第三步：按照下图所示设置波特率。



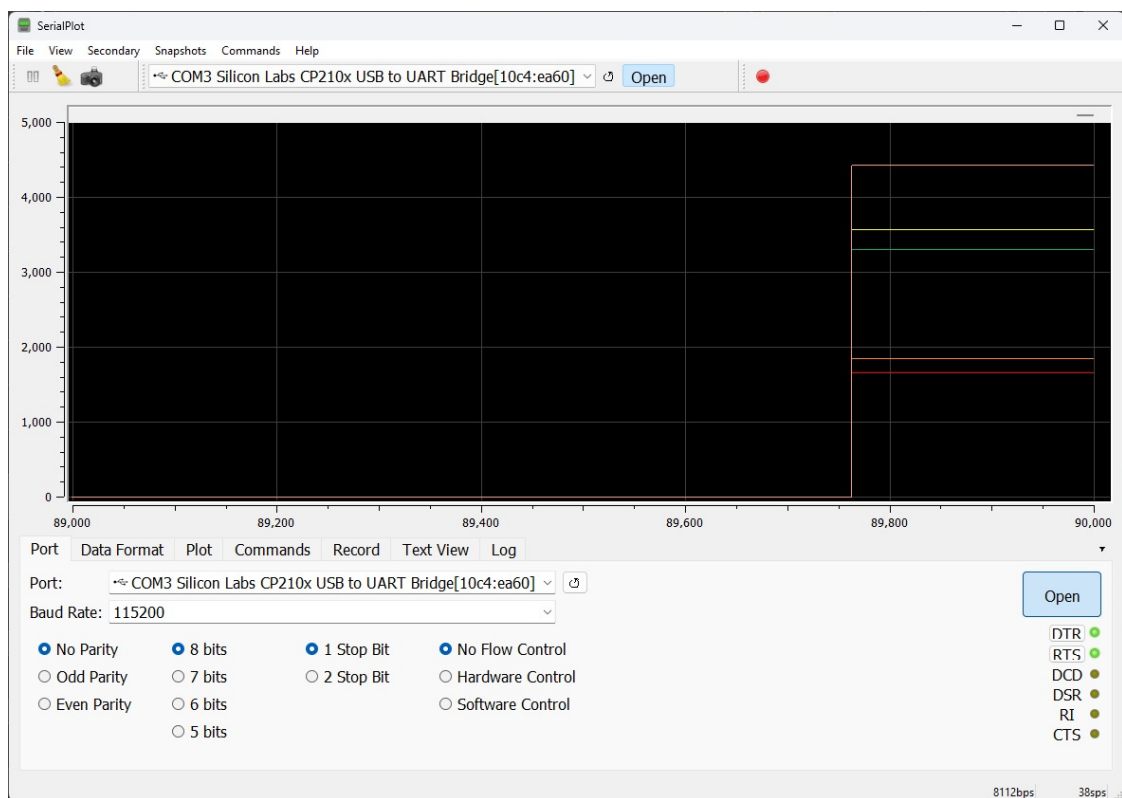
The screenshot shows the 'Port' tab in the SerialPlot software. The 'Port' dropdown is set to '6 Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge[10c4:ea60]'. The 'Baud Rate' is set to '115200'. The 'Data Format' section shows the following settings: 'No Parity' (selected), '8 bits' (selected), '1 Stop Bit' (selected), and 'No Flow Control' (selected). Other options like 'Odd Parity', 'Even Parity', '7 bits', '6 bits', '5 bits', '2 Stop Bit', 'Hardware Control', and 'Software Control' are unselected.

第四步：接着切换到 Data Format（数据格式）选项卡，并按照下图所示进行设置。

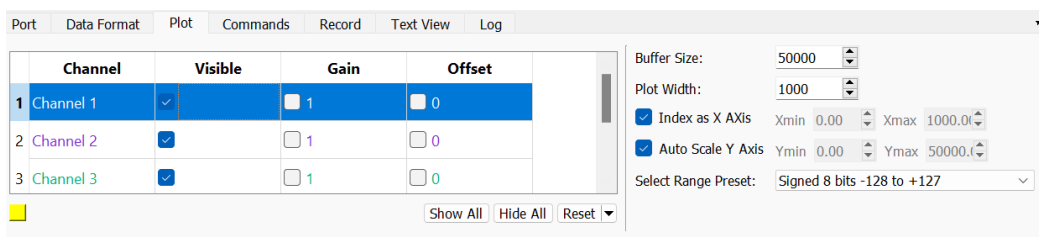


The screenshot shows the 'Data Format' tab in the SerialPlot software. The 'Simple Binary' option is unselected, 'ASCII' is selected, and 'Custom Frame' is unselected. The 'Number Of Channels' is set to 'Auto'. The 'Column Delimiter' is set to 'comma'. The 'Filter by Prefix' is set to 'Disabled'. The 'Filter by Prefix' field contains the text 'SU S'.

第五步：点击顶部的 “Open” 按钮开始数据可视化，具体操作如图所示。



第六步（可选）：进入“Plot（绘图）”选项卡，自定义绘图属性。相关设置示意图见下图。



第七步：进入“Record（录制）”选项卡，点击“Browse（浏览）”按钮选择保存文件夹并指定文件名，数据将以逗号分隔值（CSV）格式保存为文本文件。点击右侧或顶部栏的红色按钮开始录制数据，再次点击该按钮可停止录制。

关于 SerialPlot 的更多使用详情，请参考以下链接：

<https://hackaday.io/project/5334-serialplot-realtime-plotting-software>

8.2 LED校准模块使用指南

LED 校准模块由两个分别标有“最小”和“最大”的按钮以及 5 个 RGB LED 组成。

LED 会响应传感器读数的变化，读数会随着施加的力度而变化。LED 的激活顺序会根据力度大小依次呈现三种颜色：

- 绿色代表低强度，
- 蓝色代表中等强度，
- 红色代表高强度，
- 白色代表最大力度。

此设置可提供与施加到传感器上的力相对应的直观视觉反馈。

步骤 1：将 PNC 力传感器和 LED 校准模块连接到读出电子设备。



步骤 2：对传感器施加力，以查看模块上的视觉反馈。



要将 LED 阵列校准到定义的力限值，请按照以下步骤操作：

步骤 1：在传感器上施加所需的最小力/负载，然后短暂按下“最小”按钮。此操作将记录初始的力的大小，并通过单声提示音确认。

步骤 2：接下来，在传感器上施加所需的最大力/负载，然后短暂按下“最大”按钮。此操作将记录最终的力的大小，并通过单声提示音再次确认。

步骤 3：现在，在所需范围内重新施加力，LED 将按上述相同的顺序亮起，但处在新的设定力限值内。

8.3 Arduino UNO 使用 I2C 协议的指南

步骤 1：将 Arduino Uno 连接到读出电路：

- 将电路上的 SDA 引脚连接到 Arduino Uno 的 A4 引脚。
- 将电路上的 SCL 引脚连接到 Arduino Uno 的 A5 引脚。
- 将电路上的 GND 引脚连接到 Arduino Uno 的 GND 引脚。
- 将电路上的 Vin 引脚连接到 Arduino Uno 的 5V 引脚。

使用其他 Arduino 衍生产品时，连接引脚配置可能不同。请查阅相应的说明书以获取准确的指导。

步骤 2: 使用以下示例代码, Arduino Uno 通过 I2C 总线接收数据。

```
#include <Wire.h>
const int i2cSlaveAddress = 0x42;
char incomingBuffer[128];
int bufferIndex = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin(i2cSlaveAddress);
  Wire.onReceive(receiveI2CData);
  Serial.println("Ready to receive I2C data...");
}

void loop() { // Loop does nothing. Data handling is done in receiveI2CData
}

void receiveI2CData(int howMany) {
  while (Wire.available()) {
    char receivedChar = Wire.read();
    if (receivedChar == '\n') {
      incomingBuffer[bufferIndex] = '\0';
      Serial.println(incomingBuffer);
      bufferIndex = 0;
    } else if (bufferIndex < sizeof(incomingBuffer) - 1) {
      incomingBuffer[bufferIndex++] = receivedChar;
    }
  }
}
```

注意: 首先打开本示例Arduino UNO中的接收电路, 然后打开NanoSen设备电源, 开始数据传输。

9. 废物处理

力传感器套件组件应根据当地有关电子垃圾的法规进行处理。请勿将其与普通生活垃圾一起处理。

10. 客户支持

如需在使用 PNC 力传感器套件时进行故障排除或技术支持，请访问网站 www.nanosen.de 或通过 info@nanosen.de 联系我们。