

Technische Daten

Art des Sensors:	Analog
Ausgangsspannung:	0 - 5 V
Messbereich:	$\pm 5 \text{ nC}$ $\pm 25 \text{ nC}$ $\pm 100 \text{ nC}$
Auflösung unter Verwendung eines 12 bit A/D Konverters:	0,0025 nC 0,013 nC 0,050 nC
Kalibrierungsfunktionen:	$C \text{ (nC)} = 2,2 \cdot U_{\text{out}} \text{ (V)} - 5,5$ $C \text{ (nC)} = 10,0 \cdot U_{\text{out}} \text{ (V)} - 25,0$ $C \text{ (nC)} = 39,0 \cdot U_{\text{out}} \text{ (V)} - 97,5$
Maximale Eingangsspannung:	$\pm 50 \text{ V}$
Typischer Eingangsruhestrom:	0,01 pA
Eingangskondensator (Kapazität):	0,01 μF
Eingangsimpedanz:	1 M Ω
Zeitkonstante:	0,1 s
Anschluss:	BT (British Telecom) Stecker



P4212-2E Sensor Ladung / Elektroskop (CMA: BT19i)



Wichtiger Hinweis:

Dieses Produkt ist ausschließlich für Unterrichts- und Lehrzwecke, jedoch nicht für die kommerzielle Verwendung in Industrie, Gewerbe, Medizin oder Forschung vorgesehen.

Garantie:

Wir garantieren, dass dieses Produkt frei von Material- und Herstellungsfehlern ist. Der Garantiezeitraum ist auf 2 Jahre ab Auslieferung beschränkt. Diese Garantie gilt nicht für Schäden am Produkt, die durch Missbrauch oder unsachgemäße Verwendung verursacht werden.

Kurzbeschreibung

Der Ladungssensor misst elektrostatische Ladung und kann als Elektroskop mit quantitativer Bestimmung der Ladungsmenge verwendet werden (ein herkömmliches Elektroskop kann nur die Polarität einer Ladungsmenge und durch die Größe des Ausschlags starke von schwacher Ladung unterscheiden).

Der Sensor besitzt 3 Messbereiche, die mit Hilfe eines Schalters an der Seite des Sensorgehäuses ausgewählt werden können:

- -5 ... 5 nC
- -25 ... 25 nC
- -100 ... 100 nC

Der Sensor verfügt weiters über einen Entladeknopf, um den Kondensator am Eingang des Sensors über Masse zu entladen. Im Lieferumfang befindet sich ein geschirmtes Kabel mit BNC-Stecker zur Verbindung mit dem Sensorgehäuse, sowie einer roten und schwarzen Krokodilklemme zum Abgriff der Potentialdifferenz.

Experimentiervorschläge

Der Ladungssensor kann für eine Vielzahl an Experimenten in der Elektrostatik verwendet werden:

- Messen der Größe und der Polarität elektrischer Ladung auf unterschiedlichen Objekten
- Untersuchen von elektrostatischen Phänomenen
- Untersuchen elektrischer Influenz anhand des Faradayschen Becherexperiments
- Untersuchen der elektrostatischen Abschirmung (Faradayscher Käfig)
- Untersuchen der durch Kontakt hervorgerufenen Ladungs-Umverteilung auf elektrischen Leitern
- Untersuchen von Entladungsvorgängen

Handhabung

Der Ladungssensor besteht aus einem Spannungssensor mit einer sehr hohen Eingangsimpedanz. Der entsprechende Eingangskondensator besitzt eine Kapazität von 0,01 μF und speichert solange Ladung, bis die Spannungsdifferenz zwischen dem Kondensator und der angeschlossenen Ladungsquelle ausgeglichen und ein Ladungsgleichgewicht hergestellt ist. Auf diese Art können kleine Ladungsmengen auch dann noch gemessen werden, wenn deren Eingangspotential (respektive die Eingangsspannung) höher ist als der maximale Messbereich des Sensors.

Der Eingangsschaltkreis besitzt zusätzlich einen 1 M Ω Widerstand, welcher in Serie zum Kondensator geschaltet ist und diesen durch Strombegrenzung vor zu hoher Stromstärke schützt. Bei der Verwendung des Sensors mit einem CMA Interface wird das schwarze Kabel (Minuspole) über den PC-Anschluss geerdet.

Hinweise zur Verwendung

- Bei der Lagerung des Sensors sollten die Sensoranschlüsse immer zu einem Kurzschluss verbunden werden, um den Kondensator vor einer Beschädigung durch zu große elektrostatische Ladung zu schützen.
- Der Sensor ist in der Lage, sehr geringe Ladungsmengen nachzuweisen (z.B. elektrostatische Streufelder). Es ist daher wichtig, vor jeder Messung den Sensor zurückzustellen (die Ladung auf Null zu setzen). Drücken Sie dazu einfach für einige Sekunden den Entladeknopf.
- Nach jeder Änderung des Messbereiches muss bei kurzgeschlossenen Krokodilklemmen für einige Sekunden der Entladeknopf gedrückt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass der Kondensator vollständig entladen ist.
- Ein Drücken und Loslassen des Entladeknopfs bei gleichzeitiger Verbindung der Krokodilklemmen mit einer Spannungsquelle erzeugt ein fehlerhaftes bzw. falsches Messergebnis. Ausnahmen sind beispielsweise der Anschluss an eine Photozelle oder an eine potentialfreie Kondensatorplatte. Solange der angezeigte Messwert nach dem Entladen Null beträgt, ist der im Anschluss gemessene Ladungswert korrekt.
- Achten Sie darauf, dass die Messanschlüsse stets sauber sind. Vermeiden Sie beim Hantieren mit den Anschlüssen das Auftreten von Streuladung: beispielsweise durch Berührung von anderen Objekten, durch Schmutz und Fett oder durch eine Ladung, die Sie selbst an den Händen tragen. Ladung an den Händen besitzt teilweise sehr hohes Potential, dadurch kann eine geringe Menge Ladung auch durch die Kunststoffisolierung des Anschlusskabels gelangen. Weiters kann die feuchte

Hautoberfläche eine ungewollte Entladung verursachen. Der gemessene Ladungswert kann durch all diese Fehlerquellen verändert oder verfälscht werden. Erden Sie sich vor jedem Experiment und vor dem Entfernen des positiven Pols von der Masse (schwarze Krokodilklemme) um das Auftreten von Streuladung zu verhindern.

Beginnen Sie mit der Messung, bevor Sie die kurzgeschlossenen Krokodilklemmen trennen (starten Sie dazu die Messung, berühren Sie mit den Händen ein geerdetes Objekt und trennen Sie anschließend das rote und schwarze Kabel). Drücken Sie den Entladeknopf nur, wenn Sie mit einer passiven Messstelle verbunden sind und vergewissern Sie sich, dass der Sensor anschließend den Wert Null anzeigt.

- Der Sensor ist nicht in der Lage, Ladungsdifferenzen zu messen. Aus diesem Grund muss der negative Anschluss (schwarz) stets mit der Masse verbunden sein.
- In manchen Fällen ist es hilfreich, das Sensorkabel zur Stabilisierung der Spannungsanzeige mit Alufolie zu umwickeln.
- Beenden Sie das Experiment so rasch wie möglich. Aufgrund von Kriechströmen im Sensor wird der angezeigte Messwert nach etwa 15 Sekunden verfälscht.
- Das Wetter kann eine Messung stark beeinflussen. Bei sehr trockener Luft vermeiden Sie Bewegungen, um den Effekt von Streuladung zu minimieren. Bei zu feuchter Luft werden Objekte sehr schnell durch die Luft entladen und der angezeigte Ladungswert sinkt ständig.

Kalibrierung

Bei diesem Sensor handelt es sich um einen intelligenten Sensor. Dieser verfügt über einen integrierten Speicherchip (EEPROM), der Informationen über den Sensor enthält und über ein einfaches Protokoll (I²C) die Daten (Name, Menge, Einheit und Kalibrierung) an das verwendete Programm weitergibt. Der Sensor wird somit vom Interface automatisch erkannt. Falls nicht, wählen Sie bitte zur Initialisierung den Sensor aus der Coach Sensorenbibliothek aus.

ACHTUNG: Der Name des Sensors in der Datenbank der Coach-Software ist:

Elektrische Ladung (BT19i) (CMA) (-100..100nC)

Elektrische Ladung (BT19i) (CMA) (-25..25nC)

Elektrische Ladung (BT19i) (CMA) (-5..5nC)

Der Sensor ist bei Auslieferung bereits kalibriert. Die Software „Coach“ kann daher die kalibrierten Werte automatisch anzeigen. Mit Hilfe der Software können Sie wählen, ob Sie die auf dem Sensor direkt gespeicherte Kalibrierung, oder jene von der Coach Sensorenbibliothek verwenden wollen. Zur Erhöhung der Genauigkeit kann die vordefinierte Kalibrierung verändert werden.

Die Interfaces VinciLab, ULAB, CoachLab II+ und EuroLab sind mit dem Sensor kompatibel.

Der Sensorausgang steigt linear mit der gemessenen Ladungsmenge. Jeder Messbereich verfügt über eine eigene Kalibrierungsfunktion:

- Messbereich 0 ... 5 nC : $C \text{ (nC)} = 2,2 \cdot U_{\text{out}} \text{ (V)} - 5,5$
- Messbereich 0 ... 25 nC : $C \text{ (nC)} = 10,0 \cdot U_{\text{out}} \text{ (V)} - 25,0$
- Messbereich 0 ... 100 nC : $C \text{ (nC)} = 39,0 \cdot U_{\text{out}} \text{ (V)} - 97,5$