



Hochschule RheinMain

Fachbereich Ingenieurwissenschaften
Studiengang Angewandte Physik
Studienrichtung Physikalische Technik

Laborbericht

Resistives Touch-Panel

LV: Embeeded System Labor

Versuchsdurchführung: 4. Februar 2022

Studierende Dennis Hunter ()
Tim-Jonas Wechler (1137877)

Rüsselsheim am Main, 16. Februar 2022



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ziel des Projekts	1
1.2	Grundlagen	1
1.2.1	Resistives Touchscreen	1
1.2.2	Arduino Leonardo Board	2
2	Versuchsaufbau	3
3	Aufnahme von Koordinatenpunkte	4
3.1	Problem	4
3.2	Lösungsansatz	4
3.3	Umsetzung des Lösungsansatz	6
3.4	Filterung der Messpunkte	6
4	Untersuchung der Messdaten	7
4.1	Genauigkeit bei konstanten Koordinaten	8
4.2	Reproduzierbarkeit von Koordinaten	10
4.3	Linearität in x- und y-Richtung	10
5	Fazit	14
5.1	Qualität der Erkenntnisse	14
5.2	Verbesserungsvorschläge	14
A	Anhang	15
A.1	Touchscreen	15
A.2	Messdaten	20
	Literatur	23
	Abbildungsverzeichnis	24
	Tabellenverzeichnis	25
	Programmcodeverzeichnis	26

Einleitung

Seit einigen Jahren findet man immer häufiger Bedienungen mit Touchscreens. Ihr Einsatzbereich scheint keine Grenzen zu haben und so hat sich die Technologie in den letzten Jahren rasant weiterentwickelt.

1.1 Ziel des Projekts

In dieser Projektarbeit ist es Ziel, die Aufnahme und Auswertung der Koordinaten mittels eines resistiven Touchscreens. Zum Schluss soll die Steuerung noch dahingehend erweitert werden, dass damit die Maus eines PC's gesteuert werden kann.

1.2 Grundlagen

1.2.1 Resistives Touchscreen

Es gibt bei den resistiven Touchscreens zwei unterschiedliche Gruppen. Zum einen gibt es 4-Wire resistive Touchscreens. Diese haben vier Anschlüsse, über die die Positionsauswertung läuft. Zudem gibt es noch die 5-Wire resistive Touchscreens. Hier werden fünf Anschlüsse benötigt um eine Positionsauswertung durchführen zu können.

Bei einem 4-Wire resistiven Touchscreen gibt es zwei Ebenen, bei denen die obere auf die untere gedrückt werden kann. Eine Ebene ist mit Elektronen geladen und über die andere Ebene misst man die Spannung, die bei der Berührung abfällt. Für die Andere Richtung ist es das gespiegelt. Die Ebene, die die Spannung in die eine Richtung misst, ist für die andere Richtung mit Elektronen geladen. Die Messung der Spannung wird dann von der anderen Ebene durchgeführt. Über die unterschiedliche Beträge der Spannung lässt sich dann die Koordinate in x-Richtung und y-Richtung bestimmen.

Die 5-Wire resistive Touchscreens haben ebenfalls zwei Ebene. Der Unterschied zu den 4-Wire Touchscreen liegt darin, dass es nur eine Ebene gibt, die geladen ist. Normalerweise ist es die untere Schicht. Die obere Schicht misst für x-Richtung und y-Richtung die abfallende Spannung. Auch hier wird durch Druck auf die obere Schicht ein Kontakt zwischen den beiden Ebenen erstellt, damit die Messung durchgeführt werden kann.

Die 5-Wire Touchscreens sind gegenüber den 4-Wire Widerstandsfähiger und haben dadurch eine längere Lebenserwartung.^[Mil]

In diesem Projekt wird ein 4-Wire resistiver Touchscreen von der Firma Fujitsu verwendet.

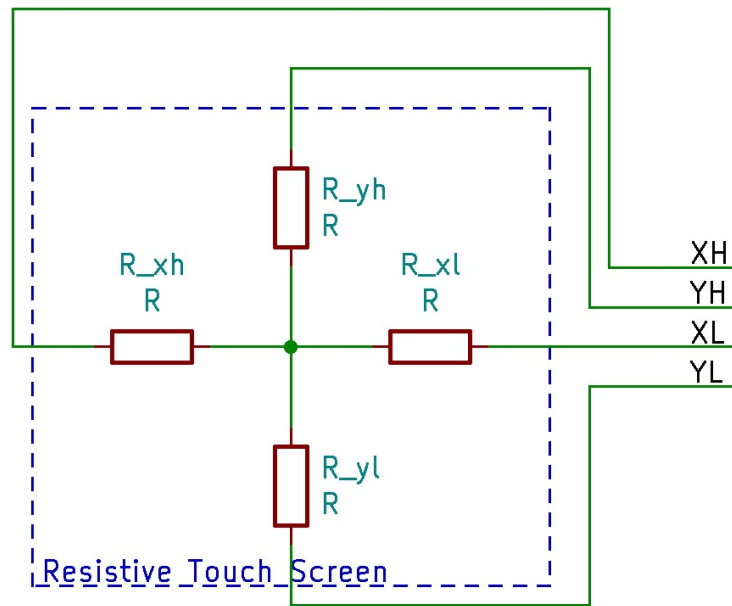


Abbildung 1.1: Schemadarstellung eines 4-Wire resistiven Touchscreen

Der verwendete Touchscreen besitzt für jede Richtung (x und y) jeweils zwei Anschlüsse (siehe Abb. 1.1, Seite 2). In x, wie auch in y-Richtung sind jeweils 2 Widerstände eingezeichnet. Diese sollen den Widerstand auf der jeweiligen Ebene, über die die Spannung abfällt, darstellen. Die Aufnahme der Werte für einen Koordinatenwert wird über das Prinzip des Spannungsteiler realisiert.

1.2.2 Arduino Leonardo Board

Für dieses Projekt wird das Arduino Leonardo mit dem ATmega32u4 verwendet. Der Unterschied zu einem Arduino Uno Board liegen darin, dass das Leonardo Board die Möglichkeit hat, sich als Peripherie an einem PC an zu melden. Der Mikrocontroller arbeitet nicht mit einem USB-Chip, sonder verarbeitet intern die serielle eingehende Daten und konvertiert diese für die Nutzung der USB-Schnittstelle.

Versuchsaufbau

Das Porjekt wird fertig zusammengebaut ausgehändigt.

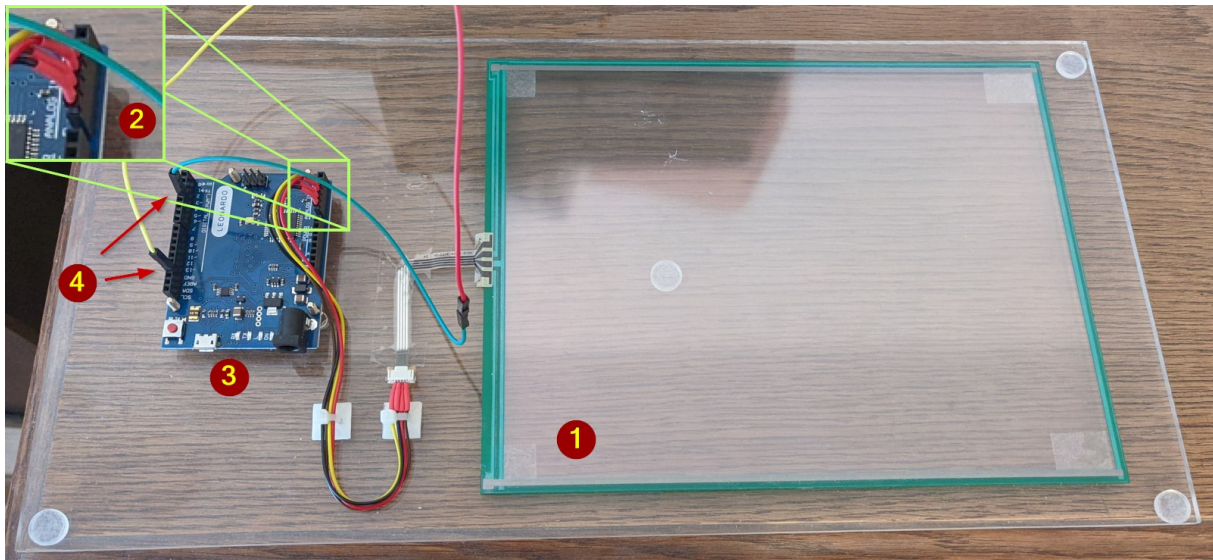


Abbildung 2.1: Versuchsaufbau

- 1 Touchscreen
- 2 Anschlüsse des Touchscreen am Leonardo Board
- 3 Arduino Leonardo
- 4 Pins für die Steuerung, ob man die Maus bedienen möchte oder nicht

Aufnahme von Koordinatenpunkte

3.1 Problem

Wenn ein Koordinatenpunkt aufgenommen werden will, gibt es mehrere Probleme auf die man stößt.

Zum einen kann nicht gleichzeitig die x- und y-Komponente bestimmen werden, dies muss nacheinander folgen. Grund hierfür ist dem Aufbau des Touchscreens geschuldet.

Bei der Inbetriebnahme ergibt sich ein weiteres Problem ergeben. Falls der Touchscreen nicht betätigt wird, gibt der Mikrocontroller trotzdem Werte aus. Dabei handelt es sich um Werte die keinen Sinn ergeben und die Steuerung der Maus z.B. bei einer Ruhephase stören würden.

Bei einer Messreihe kann es vereinzelt zu einem Wertesprung kommen. Dieses Problem ist der Messunsicherheit des Systems geschuldet. Diese Sprünge gilt es aus der Messreihe heraus zu filter und zu glätten.

3.2 Lösungsansatz

Bevor Werte ausgegeben werden, wird geprüft ob das der Touchscreen betätigt wird. Ist dies der Fall so soll die Messung durchgeführt werden.

Um eine Koordinatenkomponente zu bestimmen, benötigt man drei Anschlüsse des Touchscreens. Zwei davon sind in der Richtung die man messen möchte und der dritte Anschluss ist einer der beiden übrigen Anschlüsse. Mit diesem wird der Spannungsteiler auf gespannt um den Wert der Koordinate zu bestimmen. In den Abbildungen 3.1 auf Seite 5 wird dieser Lösungsansatz veranschaulicht.

Bei dem Lesen der x-Komponente (siehe Abb. 3.1a, Seite 5) wird der Pin **X_Le** (steht für X-Links) auf eine Spannung von 5 V gesetzt. Der Pin **X_Ri** (steht für X-Rechts) wird auf 0 V gezogen. Der Pin **Y_Up** (steht für Y-Oben) wird auf den Modus **Hi Z** (Hohe Impedanz) gesetzt. Mit einer hohen Impedanz auf **Y_Up** kann der Widerstand **R_yup** vernachlässigt werden. Um die y-Komponente zu lesen werden die Anschlüsse wie in Abbildung 3.1b auf Seite 5 gesetzt. Der Pin **Y_Up** auf 5 V und der Pin **Y_Lo** (steht für Y-Unten) auf 0 V gesetzt. Der Pin **X_Le** wird auf den Modus **Hi Z** gesetzt.

Die Pins die bei der Messung nicht miteinbezogen sind, werden in den jeweiligen Schaltungen deaktiviert.

Um nun noch eine Messunsicherheiten aus zu filtern sollen, bei der Messung einer Koordinatenkomponente, mehrere Messpunkte aufgenommen werden. Diese werden anschließend über ein Filter-Funktion ausgewertet. Der Wert der bei der Auswertung als Ergebnis herauskommt, wird als gemessene Koordinatenkomponente ausgegeben. Das Schaltbild hier zu ist in Abbildung 3.2 zu sehen.

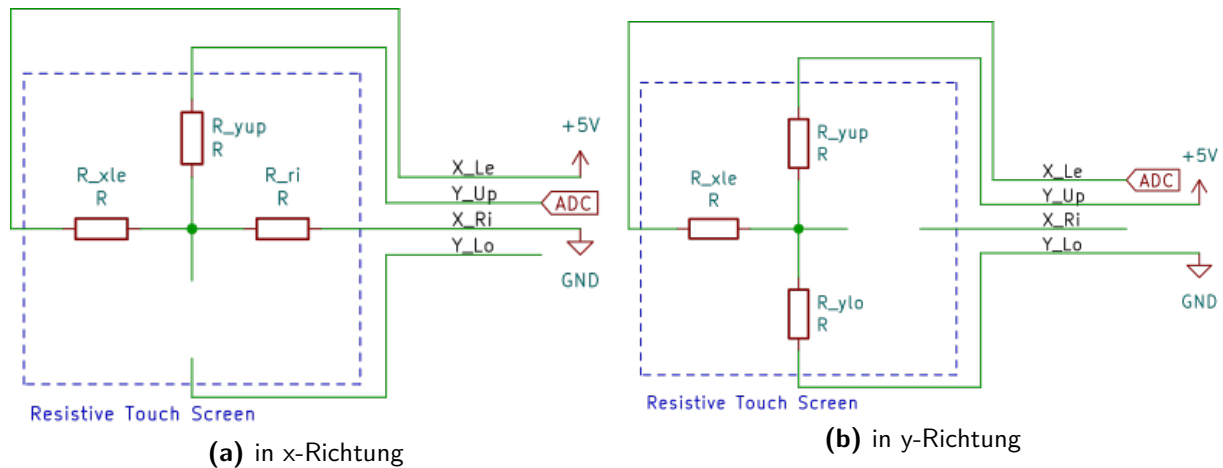


Abbildung 3.1: Schaltbild für das Messen der Koordinatenpunkte

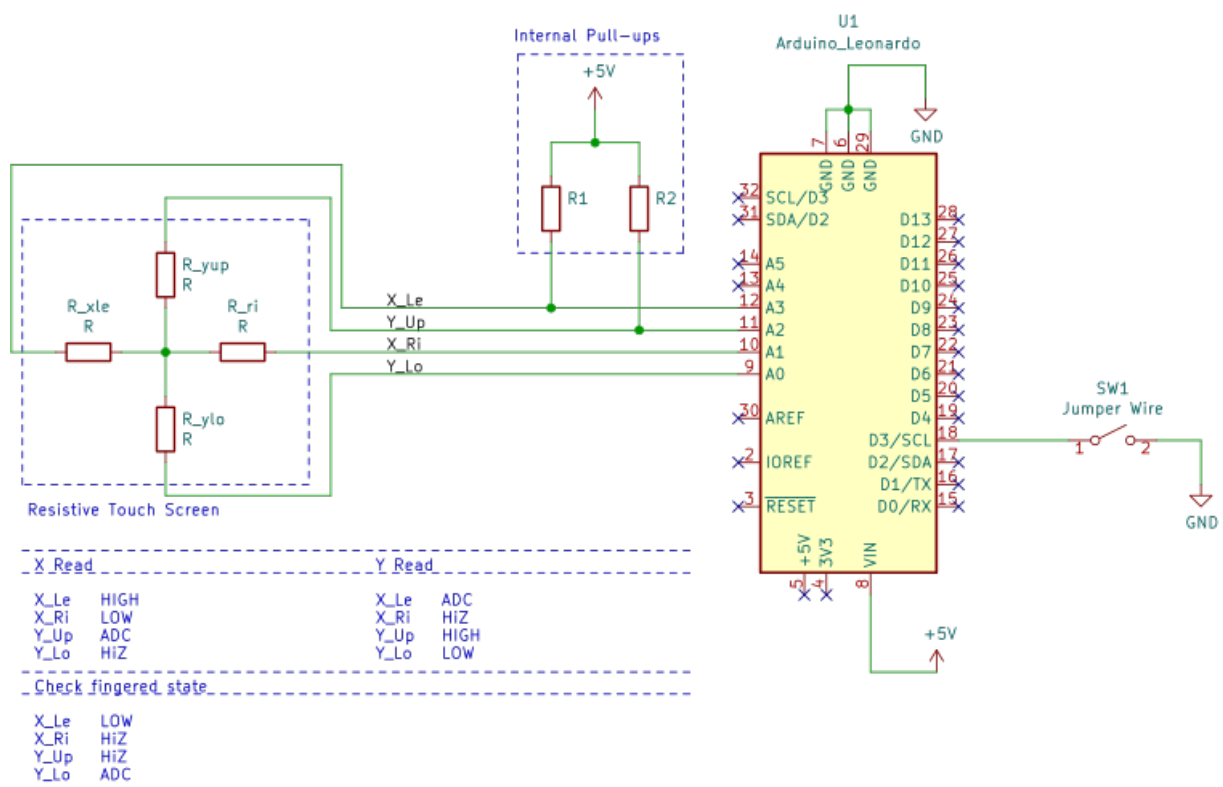


Abbildung 3.2: Schaltbild des Projekts

Die einzelne Lösungsansätze werden in der Arduino-Umgebung umgesetzt. Der Programmablauf ist in der Abbildung 3.3 auf der Seite 6 als Flow-Chart dargestellt.

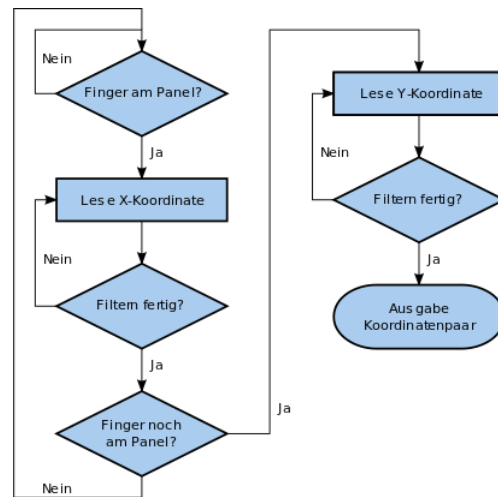


Abbildung 3.3: Darstellung des Programmablaufs

3.3 Umsetzung des Lösungsansatz

3.4 Filterung der Messpunkte

Untersuchung der Messdaten

Um eine Aussage über die Qualität des Touchscreen treffen zu können, werden mehrere Untersuchungen angestellt.

Bei der ersten Untersuchung wurde auf die Mitte des Touchscreen gedrückt und die Position für eine gewisse Zeit gehalten. Es wurden hierfür gefilterte und ungefilterte Messreihen erstellt (siehe Abschnitt 4.1).

Um die erste Untersuchung zu erweitern wurde die Mitte des Touchscreen, in der nächsten Untersuchung, wiederholt gedrückt. Hierbei ist die Wiederholbarkeit eines Punktes auf dem Touchscreen untersucht worden. Die Auswertung ist in Abschnitt 4.2 zu finden.

Bei der letzten Untersuchung wurde die Linearität des Touchscreen untersucht. Hierfür gibt der Hersteller eine Garantie, unter der sich die Linearität des Touchscreen befinden soll. Den Wert der angegeben wird liegt bei 1,5 % (siehe A.1 Seite 3 des Datenblatts).

Um die Nachfolgende Untersuchungen korrekt durchführen zu können muss zu nächst der Reaktionsbereich des Touchscreens ermittelt werden. Durch seine Bauform hat dies einen Randbereich an dem es nicht zuverlässig Werte ausgibt. Umkehrschluss, das Programm erkennt nicht das etwas den Touchscreen betätigt. Durch Untersuchungen des Randbereichs wurde in X-Richtung ein Arbeitsbereich von 214,5 mm und in Y-Richtung eine Bereich von 161,0 mm ermittelt.

Durch Ausprobieren wurden die maximal und minimal ADC-Werte in die jeweilige Richtung ebenfalls ermittelt.

Tabelle 4.1: maximal und minimal ADC-Werte

	x-Richtung	y-Richtung
max. ADC-Werte	961	917
min. ADC-Werte	68	108

Mit diesen Werten lässt sich Arbeitsbereich (in ADC-Werten) des Touchscreen in jede Richtung bestimmen.

$$ADC_{x,len} = 1024 - 68 - (1024 - 961)$$

$$ADC_{x,len} = 893 \quad (4.1)$$

$$ADC_{y,len} = 1024 - 108 - (1024 - 917)$$

$$ADC_{y,len} = 809 \quad (4.2)$$

Mit diesen Werten (Gleichung 4.1 und Gleichung 4.2) können im Anschluss die Werte in das metrische System überführt werden und die Auflösung des Touchscreen bestimmt werden. In x-Richtung ergibt sich eine Auflösung von $0,240 \frac{\text{mm}}{\text{ADC}}$ und in y-Richtung $0,199 \frac{\text{mm}}{\text{ADC}}$.

Diese unterschiedliche Werte haben den Ursprung, dass die ADC-Werte sich in x-Richtung auf eine größere Distanz verteilen als in y-Richtung.

4.1 Genauigkeit bei konstanten Koordinaten

Bei dieser Untersuchung wurden zwei separate Messungen durchführen. Im ersten Durchlauf wurden die Werte mit dem Medianfilter verarbeitet, bevor sie ausgegeben wurden. Einen Ausschnitt der Messdaten ist in Tabelle A.4 (siehe Seite 22) dem Bericht beigelegt. Im zweiten Durchlauf wurden die direkten und ungefilterte Werte ausgegeben. Hierzu ist ebenfalls ein Ausschnitt der Messdaten beigelegt (siehe A.5 Seite 22). In den Abbildungen 4.1 und 4.2 sind die Messdaten der x- und y-Komponenten aufgetragen (siehe Seite 9).

Die Auswertung der Messdaten ist in Tabelle 4.2 und 4.3 zu finden. Bei der Auswertung ist zu beachten das es um zwei separate Messreihen handelt. Die Messreihe der ungefilterten Werte weist eine höhere Genauigkeit auf als die gefilterten Werte. Daraus lässt sich folgendes Ableiten. Zum einen ist das Messverfahren, der Rohdaten, gut umgesetzt und weist eine hohe Präzision auf. Zum anderen gibt es ein Hinweis darauf, dass die eigens geschriebene Filterfunktion nicht akkurat arbeitet.

Tabelle 4.2: Auswertung der gefilterten Messdaten

Einheit	Median		Standardabweichung		Varianz	
	(ADC)	mm	(ADC)	mm	(ADC)	mm
x-Richtung	499,0	119,861	0,0	0,0	0,0	0,0
y-Richtung	509,999	101,495	0,049	0,010	0,0	0,0

Tabelle 4.3: Auswertung der ungefilterten Messdaten

Einheit	Median		Standardabweichung		Varianz	
	(ADC)	mm	(ADC)	mm	(ADC)	mm
x-Richtung	499,0	119,861	0,0	0,0	0,0	0,0
y-Richtung	510,0	101,496	0,0	0,0	0,0	0,0

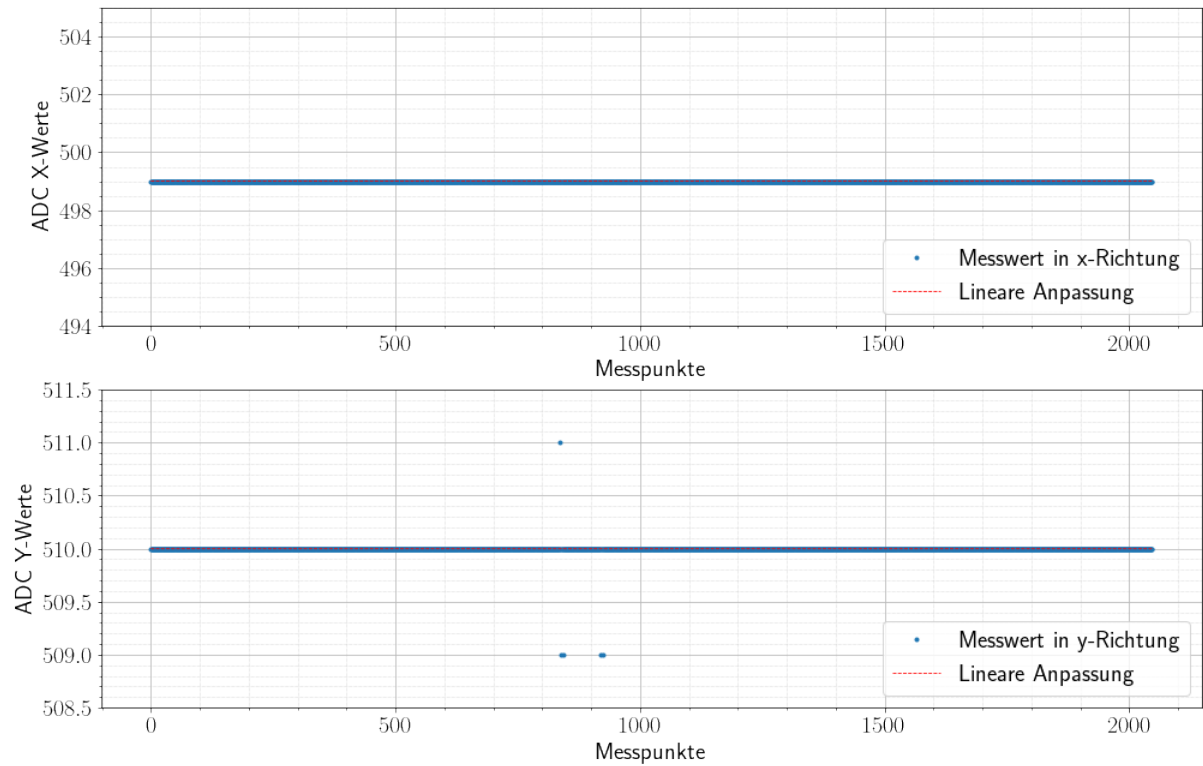


Abbildung 4.1: Darstellung der gefilterten Messreihe

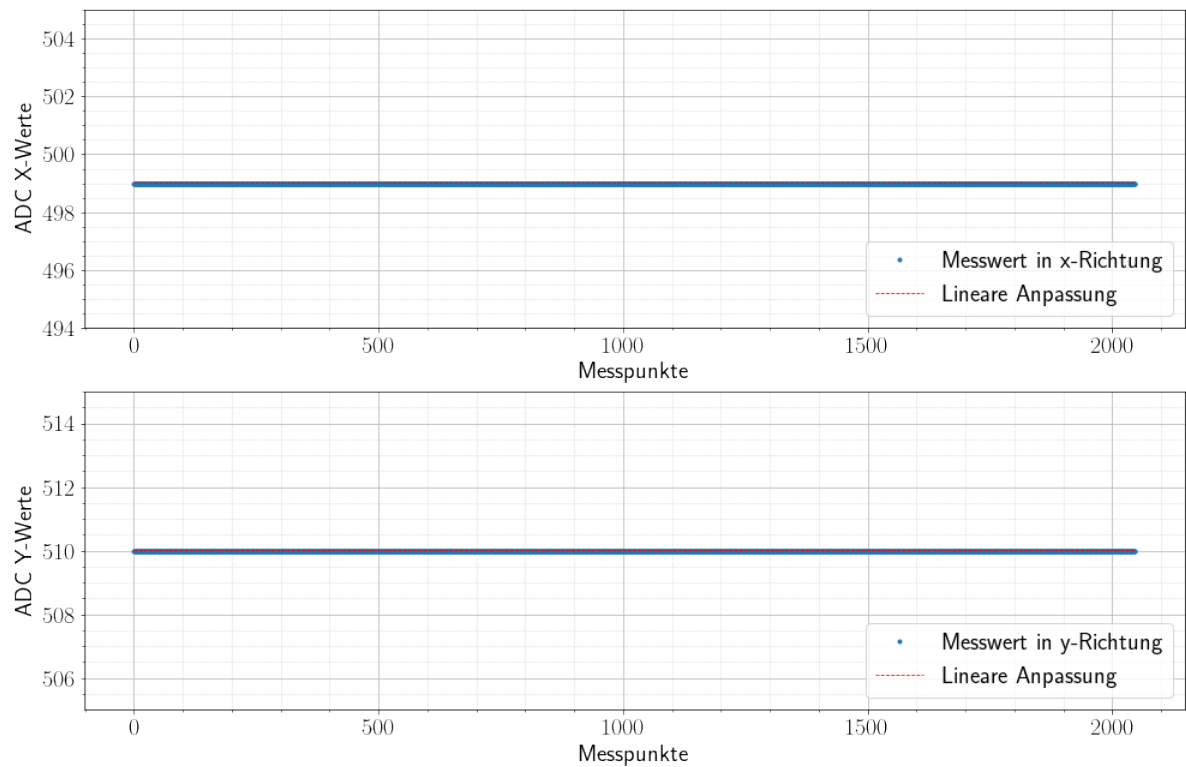


Abbildung 4.2: Darstellung der ungefilterten Messreihe

4.2 Reproduzierbarkeit von Koordinaten

Um die Reproduzierbarkeit von Koordinaten zu untersuchen, wurde die Mitte des Touchscreen mehrmals berührt. Dabei wurden die ADC-Werte aufgezeichnet. Ein Ausschnitt zu dieser Messreihe ist im Anhang auf Seite 21. Die Messreihe wurde ebenfalls in einem Diagramm (Abb. 4.3 auf Seite 10) aufgetragen.

Die Auswertung der Messdaten sind in Tabelle 4.4 zu sehen. Diese zeigt, dass die Standardabweichung ähnlich der Auflösung. Dies lässt ebenfalls auf ein akkurat arbeitender Touchscreen schließen.

Tabelle 4.4: Auswertung der Reproduzierbarkeit von Koordinaten

Einheit	Median		Standardabweichung		Varianz	
	(ADC)	mm	(ADC)	mm	(ADC)	mm
x-Richtung	510,75	122,683	0,894	0,215	0,8	0,192
y-Richtung	515,858	102,661	1,159	0,231	1,3	0,259

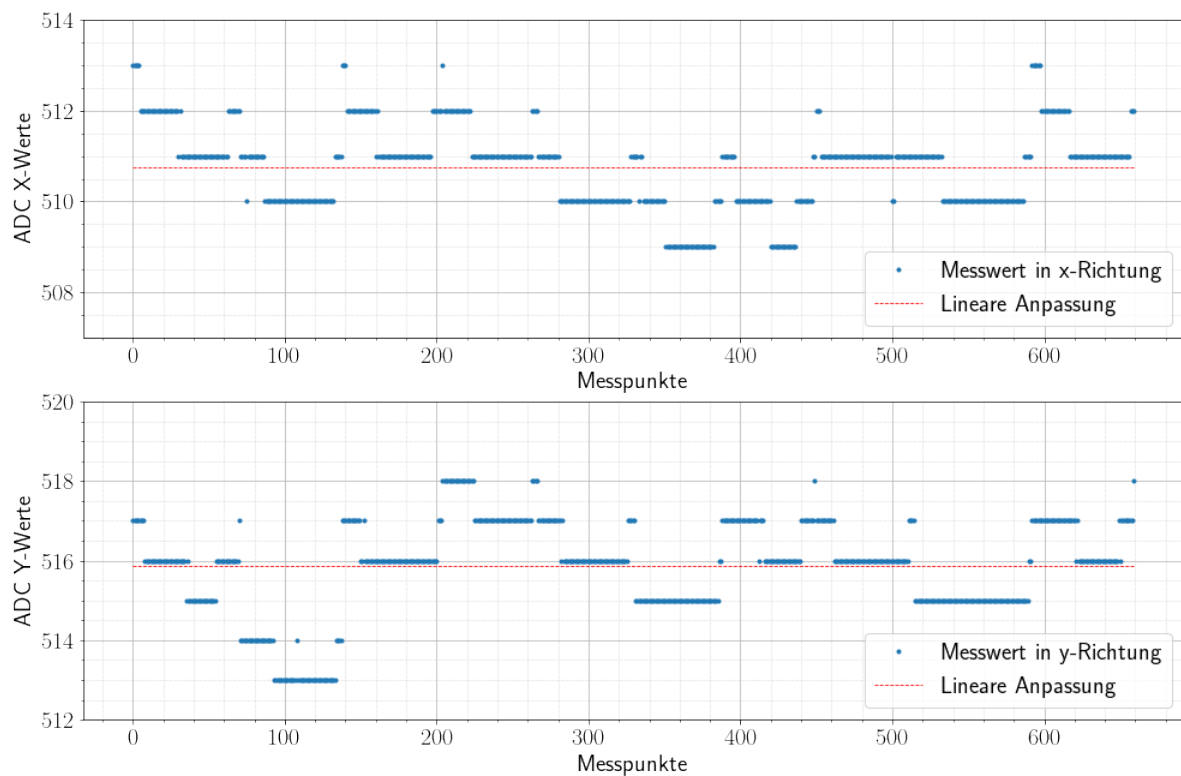


Abbildung 4.3: Darstellung der Reproduzierbarkeit von Koordinaten

4.3 Linearität in x- und y-Richtung

Um eine Aussage über die Linearität des Touchscreens treffen zu können, wurden in x- und y-Richtung, auf dem Touchscreen alle 10 mm eine Markierung gesetzt (siehe Abb. 4.6).

Fit Statistics

```
# fitting method = leastsq
# function evals = 6
# data points    = 22
# variables      = 2
chi-square       = 0.29365924
reduced chi-square = 0.01468296
Akaike info crit = -90.9603088
Bayesian info crit = -88.7782239
```

Variables

```
slope:      -4.19974387 +/- 0.00106999 (0.03%) (init = -4.198905)
intercept:  961.484867 +/- 0.05144124 (0.01%) (init = 960.8882)
```

Abbildung 4.4: Auswertung der Linearität in x-Richtung

Fit Statistics

```
# fitting method = leastsq
# function evals = 6
# data points    = 17
# variables      = 2
chi-square       = 5.94585064
reduced chi-square = 0.39639004
Akaike info crit = -13.8588356
Bayesian info crit = -12.1924089
```

Variables

```
slope:      -5.03128570 +/- 0.00594634 (0.12%) (init = -5.071253)
intercept:  915.677092 +/- 0.43126811 (0.05%) (init = 921.4577)
```

Abbildung 4.5: Auswertung der Linearität in y-Richtung

Die jeweilige Komponenten wurde anschließend jeweils über die physikalische Strecke in einem Diagramm dargestellt (siehe Abb. 4.7 und Abb. 4.8). Die Messwerte wurden mittels einer linearen Anpassung anschließend ausgewertet (siehe Abb. 4.4 und Abb. 4.5).

Das χ^2 gibt Auskunft darüber in welchem Maß Werte miteinander zusammenhängen. Je kleiner dieser Wert ist desto eher stimmt die Linearität überein. Bei der linearen Anpassung in x-Richtung wurde ein χ^2 von 0,294 ermittelt. Für die Linearität in y-Richtung wurde ein χ^2 von 5,946 ermittelt.

Bei der Untersuchung, der Linearität in y-Richtung, gibt es bei Abstand 40 mm ein Messpunkt der von der Messpunktewolke und der dazugehörigen linearen Anpassung abweicht. Dieser Messpunkt führt zu diesem größeren χ^2 als im Vergleich zur Messreihe in x-Richtung.

Um Abschließend eine Aussage treffen zu können, ob diese Werte den Angaben des Datenblatts entsprechen (Anhang A.1, Seite 15), muss der Grenzwert der Chi-Quadrat-Verteilung mit den Werten der Linearen Anpassung verglichen werden. Im Datenblatt wird eine Linearität von 1,5% garantiert. In der Wertetabelle von [Pap17] gibt es nur Grenzwerte für 1% oder 2,5%. Der gelistete Wert für zwei Freiheitsgrade und 1% liegt bei 7,88. Sowohl das χ^2 in x-Richtung wie auch in y-Richtung ist kleiner dieser Werte. Dies lässt darauf Schließen, dass dieser Touchscreen eine Linearität von unter 1% aufweist.

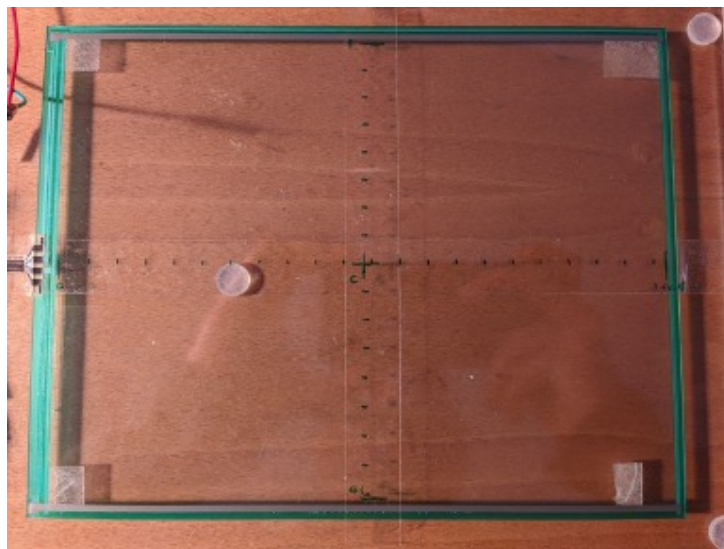


Abbildung 4.6: Messaufbau für Linearität in x- und y-Richtung

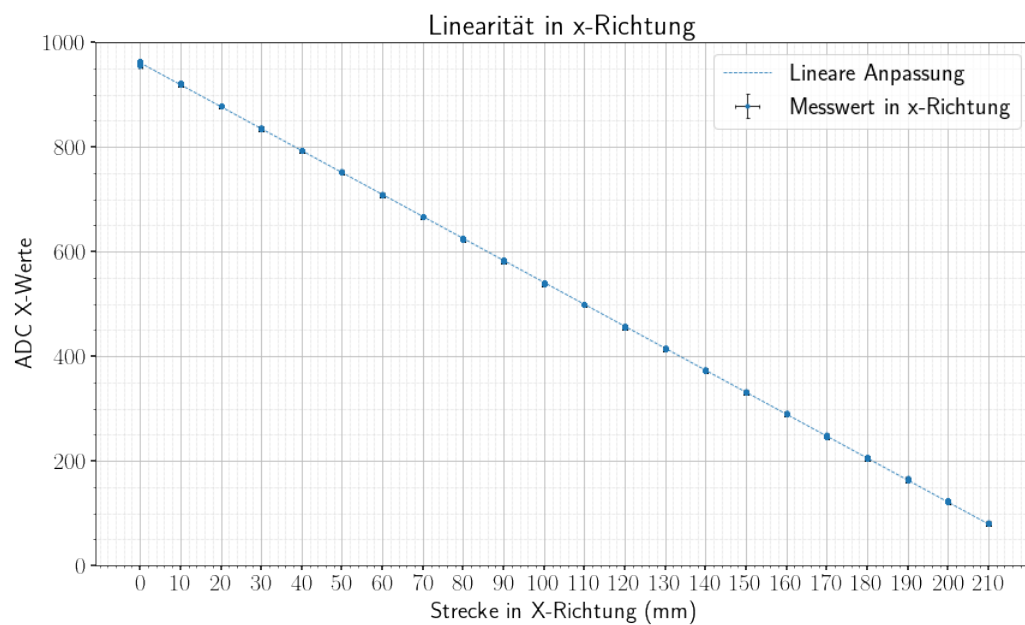


Abbildung 4.7

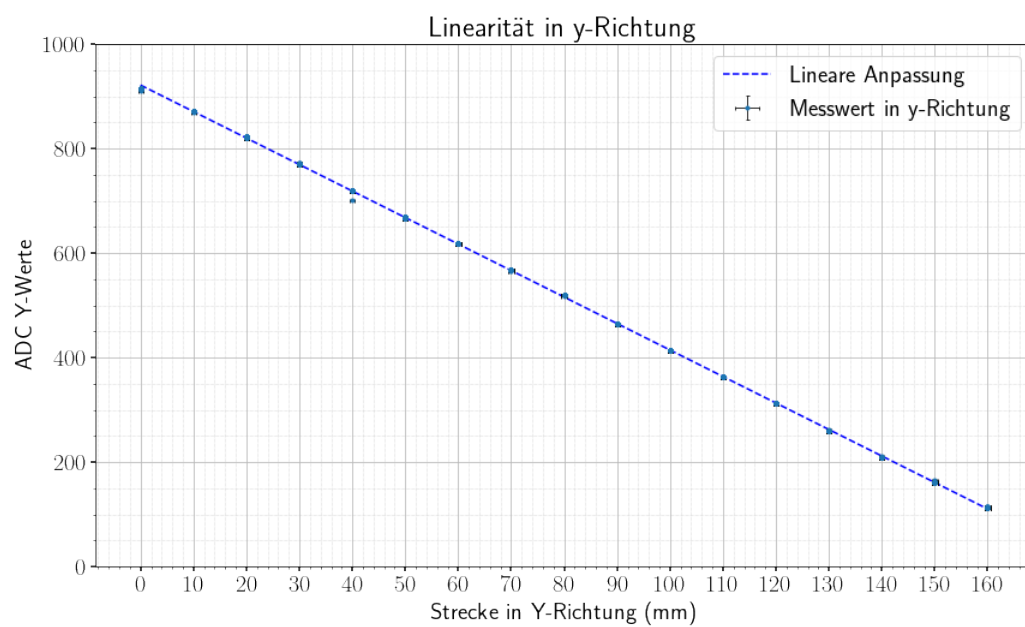


Abbildung 4.8

Fazit

5.1 Qualität der Erkenntnisse

Der uns ausgehändigte Touchscreen weist zum einen eine ausgeprägte Genauigkeit wie auch Linearität auf. Es entspricht den Erwartungen und arbeitet zuverlässig. Vor allem wenn ein Punkt über längere Zeit bedrückt wird, weist der Touchscreen eine hohe Genauigkeit auf.

5.2 Verbesserungsvorschläge

Anhang

A.1 Touchscreen

FUJITSU Component Touch Panels

Standard 4-Wire series

Fujitsu Resistive Touch Panel Specification

Features

- Superior quality standard 4-wire resistive analog touch panel
- Excellent specification and high quality
 - Anti Newton ring technology
 - High reliability materials
- Pen/finger type
- Transparency - 80% typical
- RoHS compliant



■ Part Numbers

Part Number	Size	Type
N010-0554-T703A	3.8"	Pen Finger (80%, AG, 21mm FPC)
N010-0554-T241A	4.3"W	Pen Finger (86%, AS, 75mm FPC)
N010-0554-T015A	5.7"	Pen/Finger (120mm FPC)
N010-0554-T009A	5.7"	Pen/Finger (50mm FPC)
N010-0554-T043A	6.4"	Pen/Finger (80%, AG, 61mm FPC)
N010-0554-T048A	6.4"	Pen/Finger (86% clear, 120mm FPC)
T010-1301-T320*	7"W	Pen/Finger (82%, AS, 70mm FPC)
N010-0554-T504A	8.4"	Pen/Finger (0.7mm glass, AS 75mm FPC)
N010-0519-T742A	8.4"	Pen/Finger (86%, clear, 120mm FPC)
N010-0554-T511A	8.4"	Pen/Finger (1.1mm glass, AS 120mm FPC)
T010-1201-T930*	10.1"	Pen/Finger (83%, AG, 80mm FPC)
N010-0554-T347A	10.4"	Pen/Finger (75mm FPC)
N010-0554-T352A	10.4"	Pen/Finger (82%, AS, 120mm FPC)
N010-0554-T351A	10.4"	Pen/Finger (86%, AS, 120mm FPC)
N010-0554-T805A	12.1"	Pen/Finger (75mm FPC)
N010-0554-T814A	12.1"	Pen/Finger (82% 120 mm FPC)
N010-0554-T902A	15"	Pen/Finger (61mm FPC)

■ Notes

- Unless otherwise noted, all PNs are 1.1mm Glass, Pen/Finger operation, 80% Transmissivity, Anti-Glare (AG), RoHS-Compliant.
- AS = Anti-Smudge, aka AFP or Anti-Finger Print
- For drawings please refer to the Documentation tab.
- Full specifications are available - please contact your local Sales Representative, or use the Contact Form, to request.

*: Produced by Transtouch Technology, Inc., a Fujitsu partner company.

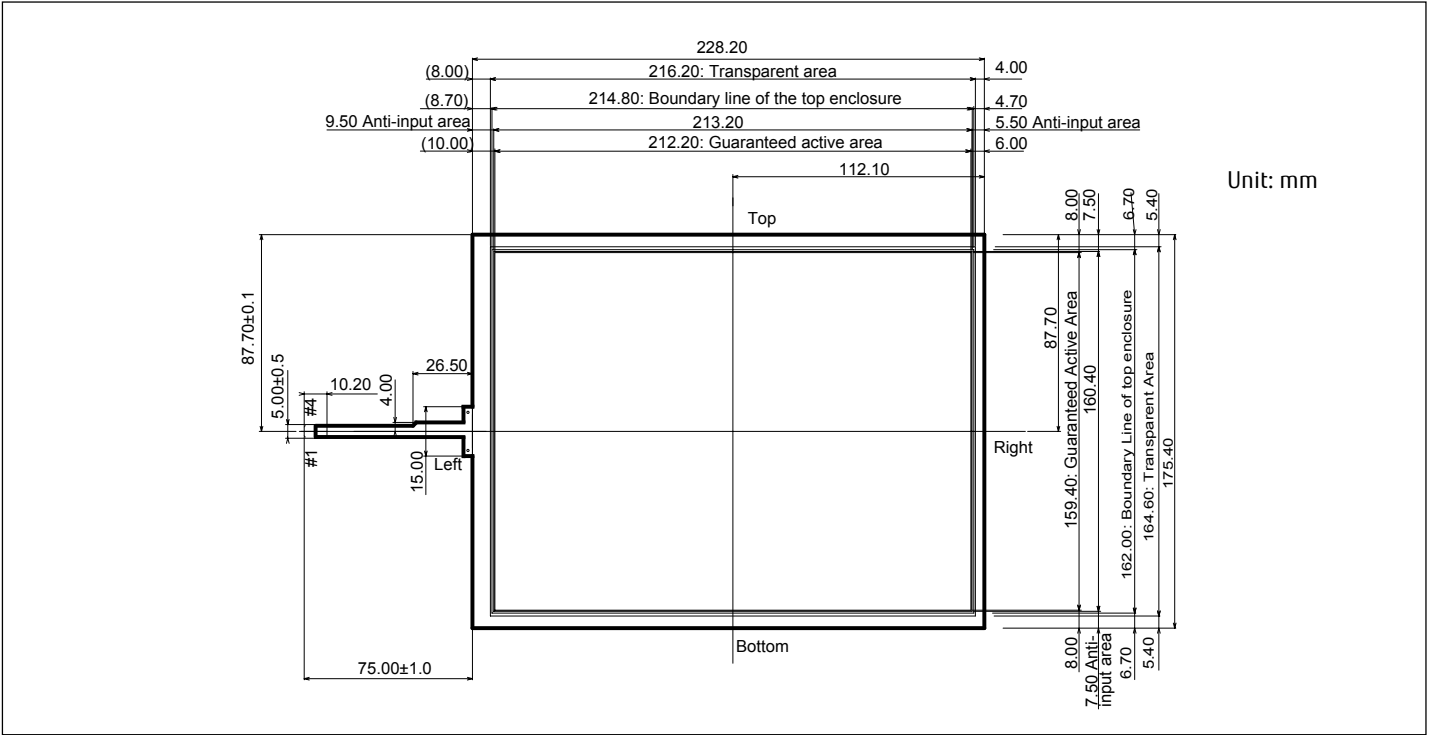
■ Controller Boards

Part Number	Type
NC01850-B070RS	4-wire, RS232
NC01850-B010RS	4-wire, USB
FID-1850-120	4-wire, USB, dual touch

■ Interface Controller Chips

Part Number	Type
NC41120-0036	4-wire, RS232
NC41120-0051	4-wire, USB
FID-1860-005	4-wire, USB, dual touch

■ Dimension example (10.4" shown)



■ Detailed specifications

■ 1.0 Application

This specification applies to the standard series Resistive Touch Panel (Pen/Finger type)

■ 2.0 Additional application

Complete specification document is available upon request.

■ 3.0 Description and block diagram

This panel in combination with a control IC chip or control board is used to transfer the co-ordinate data to the host system.

Please see block diagram on page 1.

■ Electrical

Rated voltage	DC 7V max.
Resistance X axis	300 to 850Ω (at the connector) typical
Resistance Y axis	100 to 600Ω (at the connector) typical
Switch bounce (chattering)	20ms min. when using the silicon rubber measurement tool
Insulation resistance	10MΩ minimum
Dielectric strength	25KV DC for 1 minute
Linearity	1.5% typical

■ Environmental

Operating temperature (*)	-5°C to 60°C
Storage temperature	-20°C to 70°C
Operating humidity	20% to 85% RH with a maximum wet bulb temperature of 38°C
Storage humidity	10% to 90% RH with a maximum wet bulb temperature of 38°C
Chemical resistance	Coating with the following chemicals and storing at room temperature for 2 hours gives no problems. 10% NaCl-water solution, ethyl-acetate, ethyl-alcohol, toluene, methyl-ethyl-ketone
Low air pressure	No issues down to 0.5 x normal air pressure

■ General notes

Touch panels are made of glass, so care must be taken in handling them. Do not stress, pile, bend, lift by the cable or put any stress on the film, for example moving by film face vacuum. In order to clean wring dry a cloth which has been emersed in a natural detergent. DO NOT use any organic solvent, acid or alkali solution. Watch the edge of the panel when cleaning, again for safety reasons.

Contact

Japan FUJITSU COMPONENT LIMITED Shinagawa Seaside Park Tower 12-4, Higashi-shinagawa 4-chome, Tokyo 140 0002, Japan Tel: (81-3) 3450-1682 Fax: (81-3) 3474-2385 Email: fcl-contact@cs.jp.fujitsu.com Web: www.fujitsu.com/jp/group/fcl/en/	Europe FUJITSU COMPONENTS EUROPE B.V. Diamantlaan 25 2132 WV Hoofddorp, The Netherlands Tel: (31-23) 5560910 Fax: (31-23) 5560950 Email: info@fceu.fujitsu.com Web: www.fujitsu.com/uk/products/ devices/components/	China FUJITSU ELECTRONIC COMPONENTS (SHANGHAI) CO., LTD. Unit 4306, InterContinental Center 100 Yu Tong Road, Shanghai 200070, China Tel: (86 21) 3253 0998 /Fax: (86 21) 3253 0997 Email: fcal@sg.fujitsu.com www.fujitsu.com/sg/products/devices/ components/	Korea FUJITSU COMPONENTS KOREA, LTD. Alpha Tower #403, 645 Sampyeong-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, 13524 Korea Tel: (82 31) 708-7108 Fax: (82 31) 709-7108 Email: fcal@sg.fujitsu.com www.fujitsu.com/sg/products/ devices/components/
North and South America FUJITSU COMPONENTS AMERICA, INC. 2290 North First Street, Suite 212 San Jose, CA 95131 U.S.A. Tel: (1-408) 745-4900 Fax: (1-408) 745-4970 Email: components@us.fujitsu.com Web: http://us.fujitsu.com/components/	Asia Pacific FUJITSU COMPONENTS ASIA, Ltd. 102E Pasir Panjang Road #01-01 Citilink Warehouse Complex, Singapore 118529 Tel: (65) 6375-8560 / Fax: (65) 6273-3021 Email: fcal@sg.fujitsu.com www.fujitsu.com/sg/products/devices/ components/	Hong Kong FUJITSU COMPONENTS HONG KONG Co., Ltd. Room 06, 28/F, Greenfield Tower, Concordia Plaza, No.1 Science Museum Road, Tsim Sha Tsui East, Kowloon, Hong Kong Tel: (852) 2881 8495 Fax: (852) 2894 9512 Email: fcal@sg.fujitsu.com www.fujitsu.com/sg/products/devices/ components/	

Copyright

All trademarks or registered trademarks are the property of their respective owners. Fujitsu Components America or its affiliates do not warrant that the content of datasheet is error free. In a continuing effort to improve our products Fujitsu Components America, Inc. or its affiliates reserve the right to change specifications/datasheets without prior notice. Copyright ©2019 Fujitsu Components America, Inc. All rights reserved. Revised May 15, 2019.

Mouser Electronics

Authorized Distributor

Click to View Pricing, Inventory, Delivery & Lifecycle Information:

Fujitsu:

[N010-0556-T408](#) [N010-0554-T703](#) [N010-0554-T347](#) [N010-0554-T504](#) [N010-0554-T805](#) [N010-0554-T009](#) [N010-0554-T048](#) [N010-0554-T043](#) [N010-0516-T947](#) [N010-0514-T003](#) [N010-0514-T005](#) [N010-0554-T015](#) [N010-0554-T813](#) [N010-0554-T814](#) [N010-0516-T104](#) [N010-0519-T742](#) [N010-0516-T407](#) [N010-0554-T352](#) [N010-0554-T351](#) [N010-0514-T101](#) [N010-0554-T902](#) [N010-0554-T241](#)

A.2 Messdaten

Tabelle A.1: Wertetabelle der gefilterten Genauigkeit

[illegible]

Tabelle A.2: Wertetabelle der ungefilterten Genauigkeit

[illegible]

Tabelle A.3: Wertetabelle der Reproduzierbarkeit von Koordinaten

x (ADC)	y (ADC)
513.0	517.0
513.0	517.0
513.0	517.0
513.0	517.0
513.0	517.0
512.0	517.0
512.0	517.0
512.0	517.0
512.0	516.0
512.0	516.0
512.0	516.0
512.0	516.0
512.0	516.0
512.0	516.0
512.0	516.0
512.0	516.0
512.0	516.0
512.0	516.0
512.0	516.0
512.0	516.0
...	...
511.0	516.0
511.0	516.0
511.0	516.0
511.0	516.0
511.0	516.0
511.0	516.0
511.0	516.0
511.0	516.0
511.0	516.0
511.0	516.0
511.0	516.0
511.0	516.0
511.0	517.0
511.0	516.0
511.0	517.0
511.0	517.0
511.0	517.0
511.0	517.0
511.0	517.0
512.0	517.0
512.0	517.0
512.0	518.0

Tabelle A.4: Wertetabelle der Linearität in
x-Richtung

x (ADC)	y (ADC)
956.0	515.0
955.0	515.0
955.0	515.0
956.0	515.0
956.0	515.0
956.0	515.0
956.0	515.0
957.0	515.0
957.0	514.0
957.0	514.0
957.0	514.0
958.0	515.0
959.0	515.0
960.0	515.0
960.0	515.0
960.0	515.0
960.0	515.0
960.0	515.0
960.0	515.0
...	...
79.0	516.0
79.0	517.0
79.0	517.0
79.0	517.0
79.0	516.0
79.0	516.0
79.0	516.0
79.0	517.0
79.0	517.0
79.0	517.0
79.0	517.0
79.0	517.0
79.0	516.0
79.0	516.0
79.0	516.0
80.0	516.0
79.0	516.0
80.0	516.0
80.0	516.0
80.0	516.0
80.0	516.0

Tabelle A.5: Wertetabelle der Linearität in
y-Richtung

x (ADC)	y (ADC)
513.0	910.0
510.0	911.0
510.0	912.0
510.0	914.0
510.0	914.0
509.0	915.0
509.0	915.0
509.0	915.0
509.0	915.0
509.0	915.0
509.0	915.0
509.0	915.0
509.0	915.0
509.0	915.0
509.0	915.0
509.0	915.0
...	...
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	111.0
504.0	112.0
504.0	112.0
504.0	112.0

Literatur

- [Mil] Nelson Miller. 4-Wire vs 5-Wire Resistive Touchscreens: What's the Difference?
URL: <https://www.nelson-miller.com/4-wire-vs-5-wire-resistive-touchscreens-whats-difference/> (besucht am 08.02.2022).
- [Pap17] Lothar Papula. Mathematische Formelsammlung. 12. Auflage. München: Springer Vieweg, 2017. ISBN: 978-3-658-16194-1.

Abbildungsverzeichnis

1.1	Schemadarstellung eines 4-Wire resistiven Touchscreen	2
2.1	Versuchsaufbau	3
3.1	Schaltbild für das Messen der Koordinatenpunkte	5
3.2	Schaltbild des Projekts	5
3.3	Darstellung des Programmablaufs	6
4.1	Darstellung der gefilterten Messreihe	9
4.2	Darstellung der ungefilterten Messreihe	9
4.3	Darstellung der Reproduzierbarkeit von Koordinaten	10
4.4	Auswertung der Linearität in x-Richtung	11
4.5	Auswertung der Linearität in y-Richtung	11
4.6	Messaufbau für Linearität in x- und y-Richtung	12
4.7	13
4.8	13

Tabellenverzeichnis

4.1	maximal und minimal ADC-Werte	7
4.2	Auswertung der gefilterten Messdaten	8
4.3	Auswertung der ungefilterten Messdaten	8
4.4	Auswertung der Reproduzierbarkeit von Koordinaten	10
A.1	Wertetabelle der gefilterten Genauigkeit	20
A.2	Wertetabelle der ungefilterten Genauigkeit	20
A.3	Wertetabelle der Reproduzierbarkeit von Koordinaten	21
A.4	Wertetabelle der Linearität in x-Richtung	22
A.5	Wertetabelle der Linearität in y-Richtung	22

Programmcodeverzeichnis