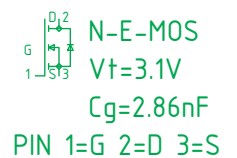
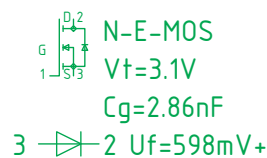
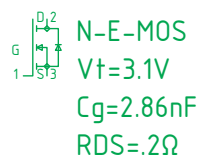
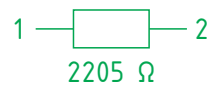
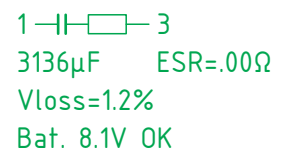
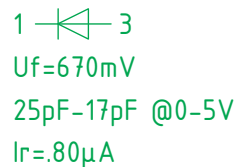
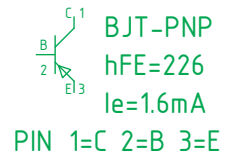
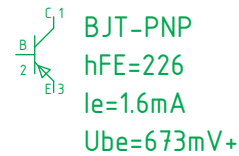
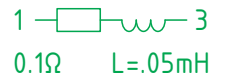


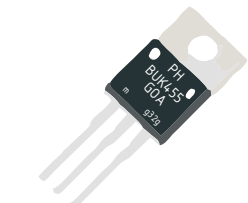
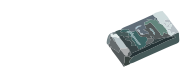
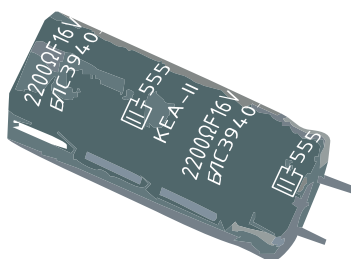
Bedienungsanleitung  
 für den Transistor Tester von Hiland  
 mit der Software  
 von Karl-Heinz Kübbeler  
 Gerät zur Bestimmung und Messung  
 von elektronischen Bauteilen  
 in der  
 Version 1.13k

Karl-Heinz Kübbeler  
 kh\_kuebbeler@web.de

8. Juni 2019



15.05.2019/MOR



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Bedienung</b>	<b>2</b>
1.1	Automatische Bauteile Bestimmung . . . . .	3
1.2	Auswahl von Sonderfunktionen . . . . .	5
1.2.1	Transistor . . . . .	5
1.2.2	Frequenz . . . . .	5
1.2.3	Frequenz > 2 MHz . . . . .	5
1.2.4	f-Generator . . . . .	5
1.2.5	10-bit PWM . . . . .	6
1.2.6	C+ESR@TP1:3 . . . . .	6
1.2.7	Widerstand@Spule . . . . .	6
1.2.8	Kondensator . . . . .	6
1.2.9	Impulsdrehgeber . . . . .	6
1.2.10	C( $\mu F$ )-Korrektur . . . . .	6
1.2.11	HF-Quarz . . . . .	7
1.2.12	LF-Quarz . . . . .	7
1.2.13	Selbsttest . . . . .	7
1.2.14	Spannung und Zenerdioden bestimmung . . . . .	7
1.2.15	Kontrast . . . . .	7
1.2.16	Zeige Daten . . . . .	7
1.2.17	Schalte aus . . . . .	7
1.3	Besondere Benutzungshinweise . . . . .	8
1.4	Problemfälle . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Software Details</b>	<b>9</b>
2.1	Selbsttest-Funktion . . . . .	9
2.2	Hiland Schaltung mit ATmega644 . . . . .	13
2.3	Technische Daten . . . . .	14

# Kapitel 1

## Bedienung

### Grundsätzliches

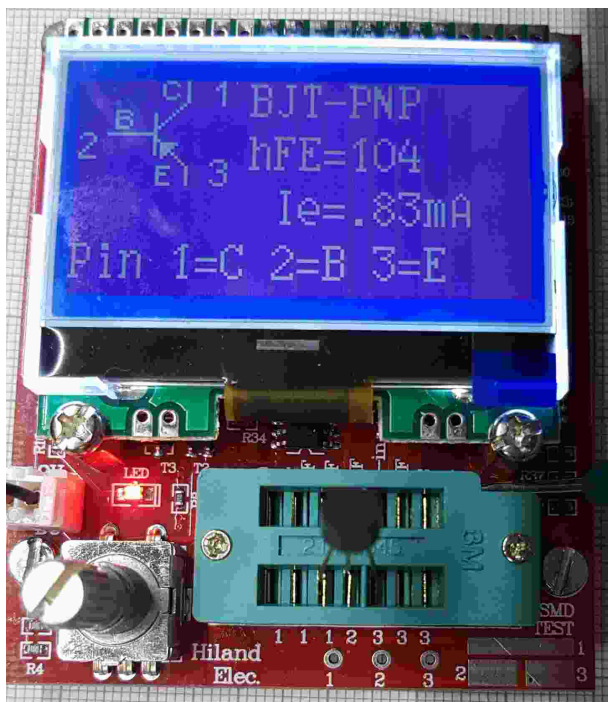
Jeder Bastler kennt das folgende Problem: Man baut einen Transistor aus oder man nimmt einen aus einer Bastelkiste. Wenn man die Typenbezeichnung erkennen kann und man bereits ein Datenblatt hat oder eins bekommen kann, ist alles in Ordnung.

Aber wenn man keine Datenblätter findet, hat man keine Idee, was das für ein Bauteil sein kann. Mit den konventionellen Messmethoden ist es schwierig und zeitaufwändig den Typ des Bauteils und dessen Parameter herauszufinden. Es war die Idee von Markus Frejek, diese Arbeit von einem AVR-Mikrocontroller erledigen zu lassen.

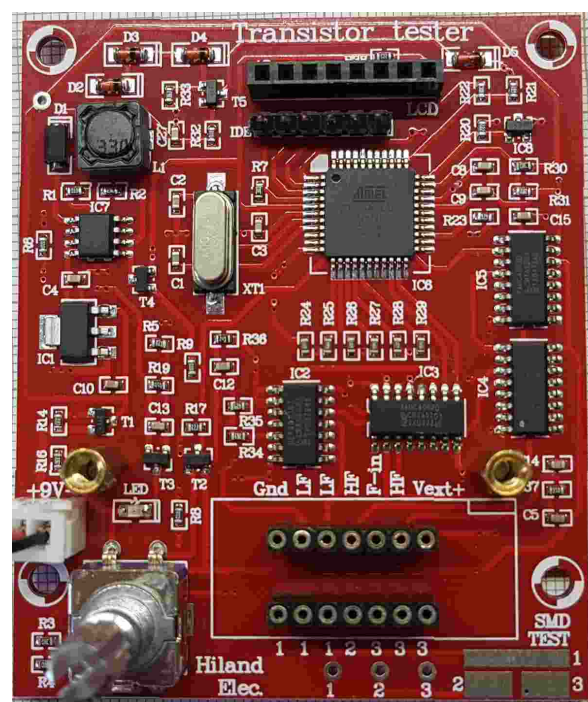
Die Weiterentwicklung [1] wurde durch Karl-Heinz Kübbeler fortgesetzt.

Die HW wurde oftmals geklont, wie in diesem Klone, wo nun wieder die deutsche SW eingesetzt ist.

**Bedient wird der Tester mit einem Knopf, der sowohl Taster als auch Drehgeber ist.**



(a) unten TP1 bis TP3 für Bauteilebestimmung



(b) oben Pins für Auswahlmenü und die IDE

Abbildung 1.1. Hiland Tester mit Testssocket und 128x64 Pixel Display

Die Testports TP1, TP2 und TP3 werden für die automatische Bauteilerkennung benutzt und sind auf der Platine mit den Ziffern 1,1,1; 2; 3,3,3 gekennzeichnet.

Die gleiche Bezeichnung befindet sich auf dem SMD Testfeld und es besteht auch eine Möglichkeit, eigene Test Kabel anzulöten.

Der **Testport TP2** wird auch für die Ausgabe der Sonderfunktion „f-Generator“ benutzt. Die mit **LF** bezeichneten Pins sind für die Messung von Quarzen mit niedriger Resonanzfrequenz vorgesehen, und

die mit **HF** bezeichneten Pins sind für Quarze mit hoher Resonanzfrequenz bestimmt.

Der Pin **F-in** wird zusammen mit **Gnd** für die Sonderfunktion Frequenz benutzt.

Und der Pin **Vext+** wird ebenso zusammen mit **Gnd** für die Spannungsmessung **und** die Zenerdiodenmessung benutzt.

Unten dem Display befindet sich die IDE Schnittstelle an PC8, die folgend belegt ist: **von links nach rechts**: 1 -Reset; 2 -SCK; 3 -MISO; 4 -MOSI; 5 -+5V; 6 -GND.

Um den Tester mit dem Grundwissen [1] aktualisieren zu können [2], benötigt man ein angepasstes Kabel, das man relativ einfach selbst erstellen kann. Bei der Auslieferung ist der Nullkraft-Testsockel über Buchsenleisten mit der Platine verbunden. Bei dem oben abgebildeten Tester wurde der Sockel direkt angelötet und die hiermit gesparte Buchsenleiste auf ein vorhandenes Kabel angelötet und mit Schrumpfschlauch fixiert.

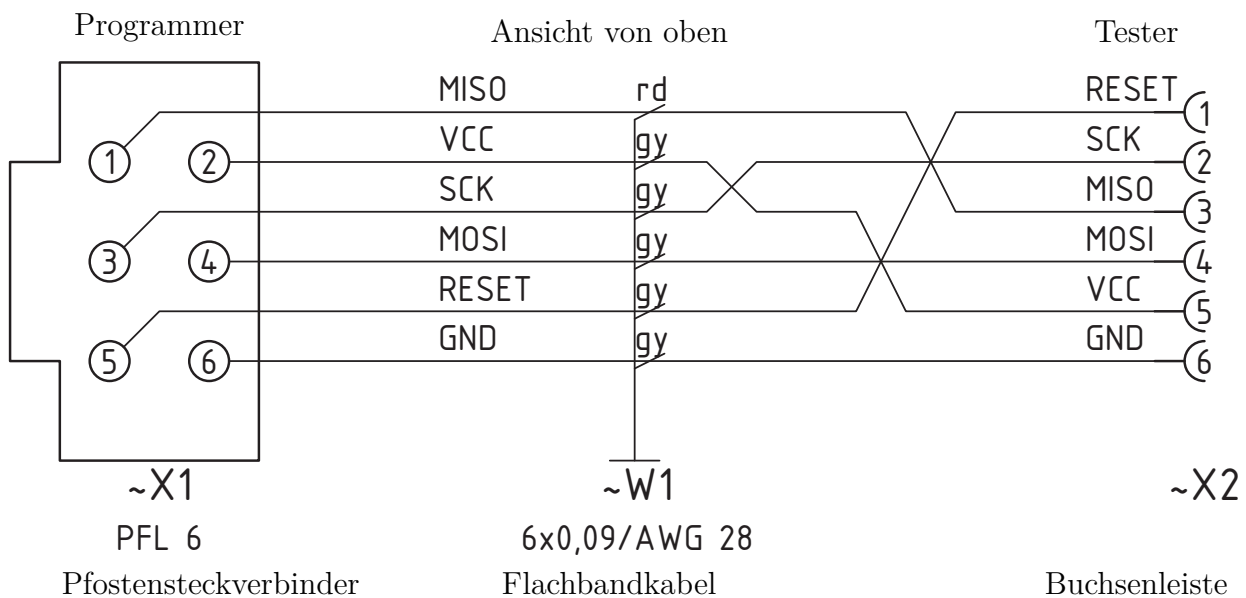


Abbildung 1.2. Kabel für die Programmierung

## 1.1 Automatische Bauteile Bestimmung

**Dafür ist die untere Reihe des Sockels oder das SMD Testfeld bestimmt.**

**Bauteile mit drei Anschlüssen** müssen mit den von 1 bis 3 beschrifteten Pins in beliebiger Reihenfolge verbunden werden.

**Zweipolige Bauteile** müssen mit zwei beliebigen Pins mit verschiedener Nummer verbunden werden.

**Die Polarität** spielt keine Rolle, auch Elektrolyt Kondensatoren können beliebig angeschlossen werden.

Wenn das Bauteil angeschlossen ist, sollte es während der Messung nicht berührt werden.

Berühren Sie auch nicht die Isolation der Messkabel, um das Messergebnis nicht zu beeinflussen.

**Nun** den Starttaster **kurz** drücken.

Nach einer Startmeldung erscheint nach circa zwei Sekunden das Messergebnis.

Bei einer Kondensator Messung kann es, abhängig von der Kapazität, auch deutlich länger dauern. Nach einer Anzeigezeit von 28 Sekunden schaltet das Gerät aus, um die Batterie zu schonen. Während der Anzeigezeit kann aber auch vorzeitig eine neue Messung durch Tastendruck gestartet werden.

### Es folgt eine automatische Bestimmung und Messung:

1. Automatische Erkennung von NPN und PNP bipolaren Transistoren, N- und P-Channel MOSFETs, JFETs, Dioden, Doppeldioden, N- und P-IGBTs, Thyristoren und Triacs. Für Thyristoren und Triacs müssen die Zünd- und Halteströme für die richtige Erkennung erreicht werden können. Bei IGBTs muß die Gate Schwellwertspannung unter  $5V$  liegen.
2. Darstellung der Pin-Belegung der erkannten Bauteile.
3. Messung der Schwellwert-Spannung, der Gate-Kapazität und des  $R_{DSon}$  bei einer Gatespannung von knapp  $5V$  von MOSFETs.
4. Es können bis zu zwei Widerstände gleichzeitig gemessen werden. Die Auflösung der Widerstandsmessung ist jetzt bis zu  $0,01\Omega$ , Werte von bis zu  $50M\Omega$  werden erkannt.
5. Ein Kondensator wird mit dem Symbol  $\text{—}||\text{—}$  und dem Kapazitätswert mit bis zu vier Dezimalstellen in der richtigen Dimension angezeigt. Werte ab  $25pF$  werden automatisch erkannt und bis  $100mF$  können gemessen werden. Die Auflösung kann dabei bis zu  $1pF$  betragen. Bei Werten unter  $100pF$  kann die Auflösung mit der SamplingADC-Methode bis zu  $0.01pF$  betragen.
6. Bis zu zwei Dioden können mit einer Messung detektiert und die Schwellwertspannung bestimmt werden. Zehnerdioden werden nur erkannt, wenn die Zenerspannung unter etwa  $4.5V$  liegt.
7. Beim ersten Benutzen erscheint der Hinweis „Unkalibriert“ nach der Messung. Wenn vor dem Einschalten die TP1, TP2 und TP3 kurzgeschlossen werden, wird nach dem Start automatisch die eingebaute Selbsttest-Funktion eingeleitet, muß aber durch einen zusätzlichen Tastendruck bestätigt werden.

Thyristoren und Triacs können nur erkannt werden, wenn der Test-Strom über dem Halte-Strom liegt.

Einige Thyristoren und Triacs brauchen auch einen höheren Zündstrom als dieser Tester liefern kann. Der verfügbare Teststrom ist nur ungefähr  $6mA$ ! Ebenso können IGBTs nur erkannt werden, wenn eine Spannung von  $5V$  für die Gate-Ansteuerung reicht.

**Achtung:** Stellen Sie immer sicher, dass **Kondensatoren** vor dem Anschluss an den Tester **entladen** sind! Der Tester könnte sonst beschädigt werden bevor er eingeschaltet ist. Es gibt nur wenig Schutzfunktion der ATmega-Anschlüsse. Besondere Vorsicht ist auch geboten, wenn versucht wird, Bauelemente in einer Schaltung zu messen. Das Gerät sollte in jedem Fall vorher von der Stromspeisung getrennt sein und man sollte sicher sein, dass **keine Restspannung** im Gerät vorhanden ist.

## 1.2 Auswahl von Sonderfunktionen

**Nach einem längeren Tastendruck** ( $> 0.5s$ ) erreicht man ein Auswahlmenü.

Die wählbaren Funktionen erscheinen als gekennzeichnete Funktion in Zeile 3 des Displays. Dabei wird die vorige und nächste Funktion in Zeile 2 und 4 angezeigt.

Durch kurzen Tastendruck kann zur nächsten Auswahl gewechselt werden.

Mit einem längeren Tastendruck startet die angezeigte Zusatzfunktion.

Nach der letzten Funktion „Schalte aus“ wird wieder die erste Funktion angezeigt (zyklische Anzeige).

Die Menü-Auswahl erreicht man auch mit einem schnellen Drehen des Encoders während der Anzeige einer vorausgegangenen Messung.

Die Menüfunktionen können mit einem langsamen Drehen des Encoders in beliebiger Richtung ausgewählt werden.

Innerhalb einer Menüfunktion können Parameter durch eine langsame Drehung des Encoders verändert werden.

Eine schnelle Drehung des Encoders kehrt zur Menü-Auswahl zurück.

### 1.2.1 Transistor

mit der Funktion „Transistor“ kehrt das Gerät wieder zu der automatischen Bauteile Bestimmung zurück.

### 1.2.2 Frequenz

In dieser Funktion können zwischen Pins (Gnd) und (F-in) externe Frequenzen gemessen werden.

Bei Frequenzen unter  $33kHz$  wird auch die mittlere Periode des Eingangssignals bestimmt und daraus die Frequenz mit einer Auflösung von bis zu  $0,001Hz$  berechnet. Damit können Uhrenmodule mit  $32768Hz$  Ausgang zur Bestimmung des relativen Meßfehlers dieser Frequenzmessung benutzt werden.

Die Dauer der Frequenzmessung auf 8 Minuten beschränkt. Die Messung kann durch Tastendruck beendet werden, um in das Auswahlmenü zurückzugelangen.

Bei längerer Zuleitung sollten mindestens verdrillte Drähte verwendet werden.

Über 10 kHz wird eine abgeschirmte Leitung empfohlen, z.B. BNC Oszilloskop Messkabel!

### 1.2.3 Frequenz $> 2$ MHz

Hier wird ein interner 16:1 Vorteiler für die Messung benutzt, um höhere Frequenzen messen zu können. Der Faktor 16 ist dann in der Anzeige bereits berücksichtigt.

### 1.2.4 f-Generator

Bei dieser Funktion werden Frequenzen von 1Hz bis 2MHz von einem 5V Ausgang über einen  $680\Omega$ -Widerstand an TP2 ausgegeben. Als Masse kann Gnd oder TP1 benutzt werden. Auch TP3 ist hierbei über einen  $680\Omega$  Widerstand mit Masse verbunden.

Die Einstellung der Frequenz kann jeweils nur für die höchste dargestellte Stelle (Ziffernposition) verändert werden.

Für die Stellen 1Hz bis 10kHz sind jeweils die Ziffern 0-9 durch Drehen des Encoders oder durch Tastendruck wählbar. Bei der 100kHz Stelle ist 0-20 wählbar.

In Spalte 1 der Frequenzzeile wird durch ein  $>$  oder  $<$  Symbol angezeigt, ob durch einen längeren Tastendruck ( $> 0.8s$ ) zur höheren oder niedrigen Stelle geschaltet wird. Dafür hat die Ziffer 0 dann zwei Positionen. Zur niedrigeren Stelle ( $<$ ) kann nur geschaltet werden, wenn die augenblickliche Stelle auf 0 gestellt wurde und wenn nicht die Stelle mit 1Hz Schritten gewählt wurde. Bei der gewählten 100kHz Stelle ist das  $>$  Symbol durch ein R Zeichen ersetzt.

Der längere Tastendruck bewirkt dann eine Rücksetzung der Frequenz auf den Startwert 1Hz.

Für den Frequenzwechsel muss die Taste länger gedrückt werden, da durch einen kurzen Tastendruck ( $< 0,2s$ ) nur die Zeitüberwachung von 4 Min. zurückgesetzt wird.

Die abgelaufene Zeit wird in Zeile 1 durch einen Punkt für je 30 Sekunden angezeigt.

Durch einen regelmäßigen ganz kurzen Tastendruck kann so die vorzeitige Abschaltung der Frequenzerzeugung verhindert werden.

Bei längerem Tastendruck ( $> 2s$ ) kehrt der Tester wieder zur Auswahl der Funktionen zurück.

Technisch bedingt kann nicht jede Frequenz erzeugt werden.

Die Abweichung zur gewünschten (eingestellten) Frequenz wird in einer weiteren Zeile angezeigt.

### 1.2.5 10-bit PWM


Bei der Funktion (Pulsweitenmodulation) wird eine feste Frequenz von etwa 7,8 kHz mit einstellbarer Pulsweite an Pin TP2 erzeugt. Mit einem kurzen Tastendruck ( $< 0,5s$ ) wird die Pulsweite um 1% erhöht, mit einem längeren Tastendruck um 10%. Die Pulsweite kann auch mit dem Drehgeber verändert werden. Bei Überschreiten von 99% werden 100% vom erhöhten Wert abgezogen.

Nach 8 Minuten ohne Bedienung wird die Funktion beendet. Durch sehr langen Tastendruck ( $> 1,3s$ ) kann die Frequenzerzeugung auch vorher beendet werden.


### 1.2.6 C+ESR@TP1:3

Hier wird eine separate Kondensatormessung mit ESR-Messung an TP1 und TP3 gestartet. Messbar sind Kondensatoren mit mehr als  $2\mu F$  bis zu  $50mF$ . Wegen der geringen Messspannung von etwa 300mV sollte in vielen Fällen die Messung in der Schaltung ohne vorherigen Ausbau des Kondensators möglich sein. Die Mess-Serie kann durch einen längeren Tastendruck beendet werden.

### 1.2.7 Widerstand@Spule

Mit diesem 1——3 Symbol wird eine Ohmmeter Funktion gestartet. Diese beinhaltet die Messung von Induktivitäten für Widerstände unter  $2100\Omega$ . In der rechten Ecke der ersten Zeile des Displays wird dann ein [RL] angezeigt. Für Widerstände unter  $10\Omega$  wird dann auch die ESR-Meßmethode benutzt, wenn keine Induktivität festgestellt wurde. Damit erhöht sich die Auflösung für Widerstände unter  $10\Omega$  auf  $0.01\Omega$ . In dieser Betriebsart werden die Meßwerte fortlaufend ermittelt. Mit einem Tastendruck beendet der Tester diese Betriebsart und kehrt wieder zum Menü zurück.

### 1.2.8 Kondensator

Mit dem 1——3 Symbol wird der Tester in ein reines Kondensator-Messgerät an TP1 und TP3 verwandelt. Die Betriebsart wird durch ein [C] in der rechten Ecke der ersten Zeile des Displays angezeigt. Bei dieser Betriebsart können Kondensatoren ab  $1pF$  bis zu  $100mF$  gemessen werden. In dieser Betriebsart werden die Messwerte fortlaufend ermittelt. Ab einer Kapazität von  $20nf$  wird zusätzlich der Innenwiderstand ESR gemessen. Mit einem Tastendruck wird dieser Sonderbetrieb beendet und der Tester kehrt wieder zum Menü zurück.

### 1.2.9 Impulsdrehgeber

Mit der Funktion kann ein Drehgeber untersucht werden.

Die drei Kontakte des Impulsdrehgebers müssen vor dem Start beliebig an die drei Testpins des Testers angeschlossen werden.

Nach dem Start der Funktion muss der Drehknopf nicht zu schnell gedreht werden.

Wenn der Test erfolgreich abgeschlossen ist, wird die Pinbelegung der Kontakte symbolisch in Zeile 2 dargestellt. Dabei wird der gemeinsame Anschluss herausgefunden und für etwa zwei Sekunden angezeigt, ob an den Raststellung beide Kontakte offen ('o') oder beide Kontakte geschlossen ('C') sind. Ein Impulsdrehgeber mit offenen Kontakten an den Raststellungen wird so mit der Zeile 2 „1-/-2-/-3 o” zwei Sekunden lang angezeigt. Natürlich wird die richtige Pinnummer des gemeinsamen Kontaktes in der Mitte anstelle der '2' angezeigt. Wenn auch die geschlossene Schalterstellung an den Raststellungen vorkommt, wird außerdem in Zeile 2 „1—2—3 C” zwei Sekunden lang angezeigt. Mir ist kein Impulsdrehgeber bekannt, der immer nur geschlossene Kontakte an jeder Raststellung hat. Die Stellungen der Kontakte zwischen den Raststellungen werden nur kurz ( $< 0,5s$ ) ohne die Kennbuchstaben 'o' oder 'C' in Zeile 2 angezeigt.

### 1.2.10 C( $\mu F$ )-Korrektur

Mit dieser Menüfunktion kann ein Korrekturwert für die Messung grösserer Kapazitätswerte geändert werden. Werte über Null reduzieren den Ausgabewert der Kapazität um diesen Prozent Wert, Werte

unter Null würden den Ausgabewert anwachsen lassen. Ein kurzer Tastendruck verringert den Korrekturwert um 0.1%, ein längerer Tastendruck vergrößert den Korrekturwert um 0.1%. Ein sehr langer Tastendruck speichert den Wert. Es ist eine Eigenschaft des Meßverfahrens, daß Kondensatoren mit geringer Güte wie Elektrolyt-Kondensatoren mit zu großer Kapazität gemessen werden. Erkennbar ist die Güte über den Parameter Vloss. Gute Kondensatoren haben kein Vloss oder nur 0.1%. Zum Abgleich dieses Parameters sollten also nur Kondensatoren mit über  $50\mu F$  hoher Güte verwendet werden. Übrigens halte ich die Bestimmung des exakten Kapazitätswertes von Elektrolyt-Kondensatoren für überflüssig, da die Kapazität sowohl von der Temperatur als auch der DC-Spannung abhängt.

### **1.2.11 HF-Quarz**

Hier kann die Schwingfrequenz von Quarzen mit höherer Resonanzfrequenz an den Ports „HF“ überprüft werden.

### **1.2.12 LF-Quarz**

Hier kann die Schwingfrequenz vom Quarzen mit niedriger Resonanzfrequenz an den Ports „LF“ überprüft werden.

### **1.2.13 Selbsttest**

Mit dieser Funktion wird ein vollständiger Selbsttest mit Kalibration durchgeführt. Mehr siehe auf Seite 9 unten 2.1 Selbsttest.

### **1.2.14 Spannung und Zenerdioden bestimmung**

Da am Port PC3 (oder ADC6/7) ein 10:1-Spannungsteiler vorgesehen ist, können positive Spannungen bis 50V gemessen werden. Man muss also auf die richtige Polarität achten

Ein installierter DC-DC-Wandler für die Zenerdioden-Messung wird nur während des Tastendrucks eingeschaltet. So können auch angeschlossene Zenerdioden gemessen werden. Ungefähr 40mA mehr Batteriestrom wird für diese Erweiterung bei gedrückter Taste gebraucht. Ohne Bedienung wird die Messung nach 4 Minuten beendet. Die Messung kann aber durch einen besonders langen Tastendruck (> 4 Sekunden) vorher beendet werden.

### **1.2.15 Kontrast**

Diese Funktion steht für Controller mit Kontrasteinstellung per Software zur Verfügung. Der Einstellwert kann mit einem sehr kurzen Tastendruck oder einer Linksdrehung des Impulsdrehgebers verringert werden. Ein längerer Tastendruck oder eine Rechtsdrehung des Impulsdrehgebers vergrößert den Einstellwert. Die Funktion wird beendet und der eingestellte Wert wird permanent in den EEPROM geschrieben, wenn die Taste noch länger gedrückt wird.

### **1.2.16 Zeige Daten**

Die Funktion zeigt neben der Software-Versionsnummer die Daten des Abgleichs an. Dies sind die Nullwiderstände R0 von Pin 1:3, 2:3 und 1:2 . Außerdem werden die Ausgangswiderstände der Ports zur 5V-Seite (RiHi) und zur 0V Seite (RiLo) angezeigt. Die Nullkapazitätswerte (C0) werden ebenfalls in allen Pinkombinationen angezeigt (1:3, 2:3, 1:2 und 3:1, 3:2 2:1). Danach werden auch die Spannungskorrekturen für die Komparatorspannung (REF\_C) und für die Referenzspannung (REF\_R) angezeigt. Auf weiteren Seiten kann man noch die verwendeten Symbole für die Bauteilemessung und der Schriftsatz bewundern. Jede Seite wird 15 Sekunden angezeigt. Es kann aber auch durch Tastendruck oder einer Rechtsdrehung des Impulsdrehgebers zur nächsten Seite geblättert werden. Mit einer Linksdrehung des Impulsdrehgebers kann die Ausgabe wiederholt werden oder zur vorigen Seite zurückgeblättert werden.

Zum Schluss kehrt der Tester zum Menu.

### **1.2.17 Schalte aus**

Damit wird der Tester abgeschaltet.



## 1.3 Besondere Benutzungshinweise

Beim Start des Testers wird in der erste Zeile die Batteriespannung angezeigt.

Wenn die Spannung eine Grenze unterschreitet, wird eine Warnung da hinten ausgegeben.

In diesem Fall sollte die Quelle möglichst bald austauscht oder nachladen werden.

In der zweite Zeile wird beim Start für eine Sekunde die gemessene Betriebsspannung mit „VCC=x.xxV“ angezeigt.

Es kann nicht oft genug erwähnt werden, dass Kondensatoren vor dem Messen entladen sein müssen. Sonst kann der Tester schon defekt sein, bevor der Startknopf gedrückt ist.

Wenn man versucht, Bauelemente im eingebauten Zustand zu messen, sollte das Gerät immer von der Stromquelle getrennt sein. Außerdem sollte man sicher sein, dass keine Restspannung mehr im Gerät vorhanden ist. Praktisch alle elektrischen Geräte haben Kondensatoren verbaut!

Beim Messen kleiner Widerstandswerte muss man besonders auf die Übergangswiderstände achten.

Es spielt die Qualität und der Zustand von Steckverbindern eine große Rolle, genau so wie die Widerstandswerte von Messkabeln.

Dasselbe gilt auch für die Messung des ESR-Wertes von Kondensatoren.

Bei schlechten Anschlusskabeln mit Krokodilklemmen wird so aus einem ESR von  $0,02\Omega$  leicht ein Wert von  $0,61\Omega$ .

Wenn möglich sollte man Kabel mit Testklemmen an die drei Testports parallel zu vorhandenen Sockeln fest anschließen (anlöten). Dann braucht der Tester für kleine Kapazitäten nicht jedesmal neu kalibriert werden, wenn mit oder ohne eingesteckte Testkabel gemessen wird.

Für die Kalibration des Nullwiderstandes macht es aber im allgemeinen einen Unterschied, ob die Testpins direkt am Sockel oder am Ende der Kabel mit den den Testklemmen verbunden werden. Nur im letzteren Fall ist der Widerstand von Kabel und Klemmen mit kalibriert.

Im Zweifelsfall kann man die Kalibration mit dem Kurzschluß am Testsockel durchführen und danach den Widerstand der kurzgeschlossenen Klemmen mit dem Tester messen.

## 1.4 Problemfälle

Bei den Messergebnissen sollten Sie immer im Gedächtnis behalten, dass die Schaltung des Transistortesters für Kleinsignal-Bauelemente ausgelegt ist. Normalerweise beträgt der maximale Messstrom etwa  $6mA$ .

Leistungshalbleiter machen oft wegen hoher Restströme Probleme bei der Erkennung oder beim Messen der Sperrschicht-Kapazität. Bei Thyristoren und Triacs werden oft die Zündströme oder die Halteströme nicht erreicht. Deswegen kann es vorkommen, dass ein Thyristor als NPN-Transistor oder Diode erkannt wird. Ebenso ist es möglich, dass ein Thyristor oder Triac gar nicht erkannt wird.

Probleme bei der Erkennung machen auch Halbleiter mit integrierten Widerständen. So wird die Basis-Emitter-Diode eines BU508D-Transistors wegen eines parallel geschalteten internen  $42\Omega$  Widerstandes nicht erkannt. Folglich kann auch die Transistorfunktion nicht geprüft werden.

Probleme bei der Erkennung machen oft auch Darlington-Transistoren höherer Leistung. Hier sind auch oft Basis-Emitter-Widerstände verbaut, welche die Erkennung wegen der hier verwendeten kleinen Messströme erschweren.

# Kapitel 2

## Software Details

### 2.1 Selbsttest-Funktion

Nach dem Kurzschließen von TP1, TP2 und TP3 muß der Starttaster gedrückt werden, um den Selbsttest zu starten. Das Programm bemerkt die kurzgeschlossenen Klemmen und startet den Selbsttest, wenn innerhalb von zwei Sekunden durch einen weiteren Tastendruck der Starttaste die Funktion bestätigt wird. Diese zusätzliche Bestätigung ist eingebaut worden, damit der Tester nicht von selbst beim Messen von einem defekten Transistor in den Selbsttest geht.

Nach Beenden des Selbsttestes wird der Tester mit normaler Messung fortfahren. Wenn kein Bauteil angeschlossen ist, wird der Tester mit der Meldung „kein,unbek. oder defektes Bauteil“ enden.

Bevor die Testschritte durchgeführt werden, wird zuerst der Null-Widerstand für alle drei Testpin-Kombinationen (T1:T3, T2:T3 und T1:T2) bestimmt. Diese Nullwiderstände werden für die zukünftigen ESR- und Widerstands-Messungen unter  $10\Omega$  berücksichtigt. Es werden nur Nullwiderstandswerte unter  $0.90\Omega$  akzeptiert, da diese Korrekturwerte bei der Messung von Widerständen über  $10\Omega$  nicht berücksichtigt werden.

Bei der Verwendung von Kabeln muß also auf geringe Widerstandswerte geachtet werden. Falls die später gemessenen Widerstandswerte den jeweiligen Nullwiderstand um mehr als  $0,2\Omega$  unterschreiten, wird der Tester auf „unkalibriert“ zurückgesetzt.

Die einzelnen Schritte der Selbsttestfunktion werden für Test 1 bis Test 7 in Zeile 1 des LC-Displays mit dem Buchstaben T gefolgt von der Schritt-Nummer dargestellt. Die Schritte 1 bis 7 werden viermal wiederholt, bevor das Programm zum nächsten Schritt geht.

Aber wenn man den Start Taster gedrückt hält, wenn ein Durchlauf beendet wird, wird dieser Test nicht mehr wiederholt. Wenn man den Taster während dem gesamten Selbsttest gedrückt hält, wird jeder Schritt nur einmal ausgeführt.

An dieser Stelle möchte ich noch einen wichtigen Hinweis geben. Führen Sie niemals Messungen mit eingestecktem ISP-Stecker durch! Die ISP-Schnittstelle stört die Messungen.

Hier ist die Liste der derzeit eingebauten Tests:

**Zur Beginn wird „Verbinde Pins!“ angezeigt.** Falls die Pins noch offen sind, wartet Tester bis zu 40 Sekunden auf die zwei Brücken TP1-TP2 und TP2-TP3.

Bei kurzgeschlossenen Eingängen beginnen die Tests nach eine Sekunde.

1. **Messung der 1,1V Referenzspannung (band gap Reference).** In Zeile 1 wird der Text „Ref=“ und die gemessene Spannung in mV angezeigt.  
Die zweite Zeile zeigt den resultierenden Faktor für die Kapazitäts-Messung mit dem  $470k\Omega$  Widerstand.
2. **Vergleich der  $680\Omega$  Widerstände.** In der 1rste Zeile erscheint Text: „+RL- 12 13 23“.

Das bedeutet: Die erste Stelle ist mit (+) verbunden, die zweite mit (-).

RL ist eine Kurzform für Resistor Low, was die 680Ω Widerstände meint.

und die Zahlen stehen vertretend für die TP.

Die „12“ sagt aus: 680Ω ist am TP1 mit VCC (+) verbunden und 680Ω am TP2 mit GND (-). Das Ergebnis dieser Messung steht in Zeile 2 an erster Stelle als Differenz zum theoretischen Wert.

- In Zeile 1 folgt nun „13“, was bedeutet, dass der Widerstand von Pin 1 wieder nach VCC verbunden ist, aber dass jetzt der 680Ω Widerstand von Pin 3 mit GND verbunden ist.

Das Ergebnis steht in Zeile 2 an der mittleren Stelle als Differenz zum theoretischen Wert.

- Die letzte Messung dieses Tests „23“ bedeutet, dass nun der Widerstand von Pin 2 mit VCC verbunden ist und der Widerstand von Pin 3 mit GND verbunden ist.

Das Ergebnis steht in der zweiten LCD-Zeile an letzter Stelle als Differenz zum theoretischen Wert.

- Ich möchte daran erinnern, dass die Auflösung des ADC etwa 4,88mV beträgt! Die Messsituation wird auch in Abbildung 2.1 dargestellt. Der theoretische Wert ergibt sich im Hinblick auf die internen Port-Widerstände wie folgt:  $\frac{VCC \cdot (19+680)}{(19+680+680+22)}$ . Bei  $VCC = 5001$  ergibt sich 2493

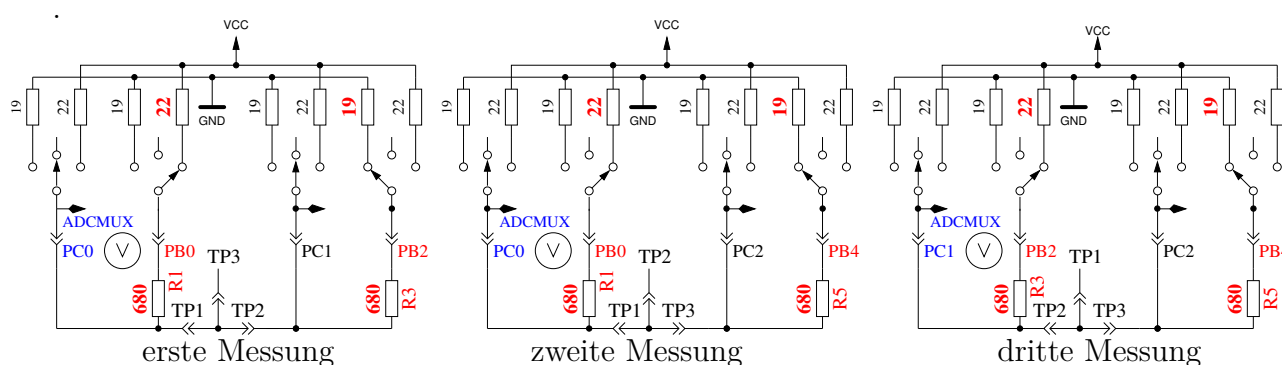


Abbildung 2.1. Vergleich der 680Ω Widerstände

3. **Vergleich der 470kΩ Widerstände.** Jetzt zeigt das Display in Zeile 1 „+RH- 12 13 23“. Das gleiche Verfahren wie in Schritt 2 wird wiederholt mit den 470kΩ-Widerständen (Symbol RH). Die Ergebnisse werden als Differenz zu  $\frac{VCC \cdot (19+470000)}{(19+470000+470000+22)}$  für alle Kombinationen dargestellt.
4. **Anweisung „Trenne Pins!“** bedeutet, dass es nun Zeit ist die Klemmen zu trennen. Dieser Schritt wird beendet, sobald die Verbindung zwischen den Testports getrennt ist.
5. Dieser Schritt testet die **Fähigkeit von mit GND (-) verbundenen 470kΩ-Widerständen (H) die Testpins auf GND zu ziehen.** Zeile 1 zeigt den Text „RH-“. Zeile 2 sollte für alle drei Pinne Null mV anzeigen.
6. Dieser Schritt testet die **Fähigkeit von mit VCC (+) verbundenen 470kΩ-Widerständen (H) die Testpins auf VCC zu ziehen.** Zeile 1 zeigt den Text „RH+“. Der bestmögliche mV Wert für die drei Messungen wäre 0 in Zeile 2, da die Differenz zu VCC dargestellt wird. Große Abweichungen vom Idealwert für Schritt 5 und 6 sind Fehler wie Isolation-Problem, Flussmittelreste oder beschädigter Port.
7. **Dieser Schritt testet die Spannungen der 470kΩ/680Ω Widerstandsteiler.** Zeile 1 zeigt den Text „RH/RL“. Für alle drei Testpins wird die Abweichung von der erwarteten Spannung eines 470kΩ / 680Ω 5V-Teilers in Zeile 2 des Displays ausgegeben. Abweichungen von mehr als einige mV weisen auf einen Bestückungsfehler der Widerstände hin.
8. **Messung des Innenwiderstandes eines auf GND geschalteten Ausganges.** Die internen Port-C-Widerstände von auf GND (-) geschalteten Ausgängen werden mit dem Strom der nach VCC (+) geschalteten 680Ω Widerstände gemessen, siehe Abbildung 2.2. Es werden nur die drei Pins des ADC-Ports vermessen, die Widerstands-Ports PB0, PB2 und PB4 können

nicht ohne Veränderung der Hardware gemessen werden. Es wird angenommen, dass die Portwiderstände von unterschiedlichen Ports nahezu identisch sind. Der Widerstandswert wird im nächsten Schritt mit ausgegeben.

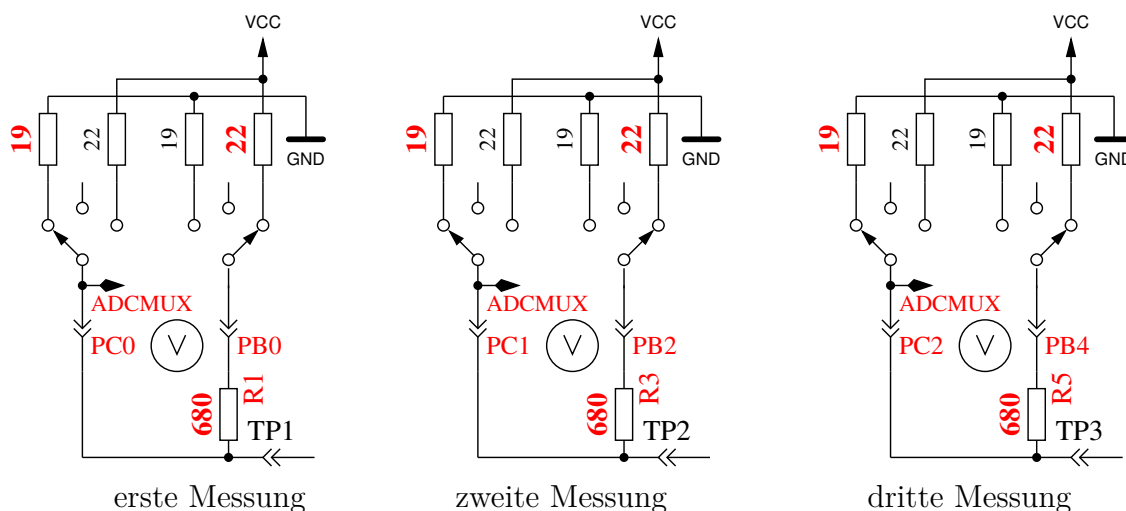


Abbildung 2.2. Messung des Innenwiderstandes von auf GND geschalteten Port-C-Ausgängen.

9. **Messung des Innenwiderstandes von auf VCC geschalteten Port-Ausgängen.** Der benötigte Strom wird von auf GND geschalteten 680Ω-Widerständen geliefert. Es ist die gleiche Messung wie die in Test 8 zur anderen Seite, wie in Abbildung 2.3 gezeigt wird. Der Innenwiderstand wird wie folgt berechnet: Um den Strom zu berechnen:  $(5001 - (\text{ErgebnisvonTest8}) - (\text{ErgebnisvonTest9})) / 680$ . Die Widerstandswerte ergeben sich, wenn die gemessene Spannung durch diesen Strom dividiert wird. Das Ergebnis für diesen Test wird dann in Zeile 1 mit dem Text „RI\_Hi=“ in Ω angezeigt, der Innenwiderstand zur GND-Seite wird in Zeile 2 mit dem Text „RI\_Lo=“ angezeigt. Diese Werte werden ab Software-Version 1.06k bei jeder Messung neu bestimmt und hier nur dargestellt.

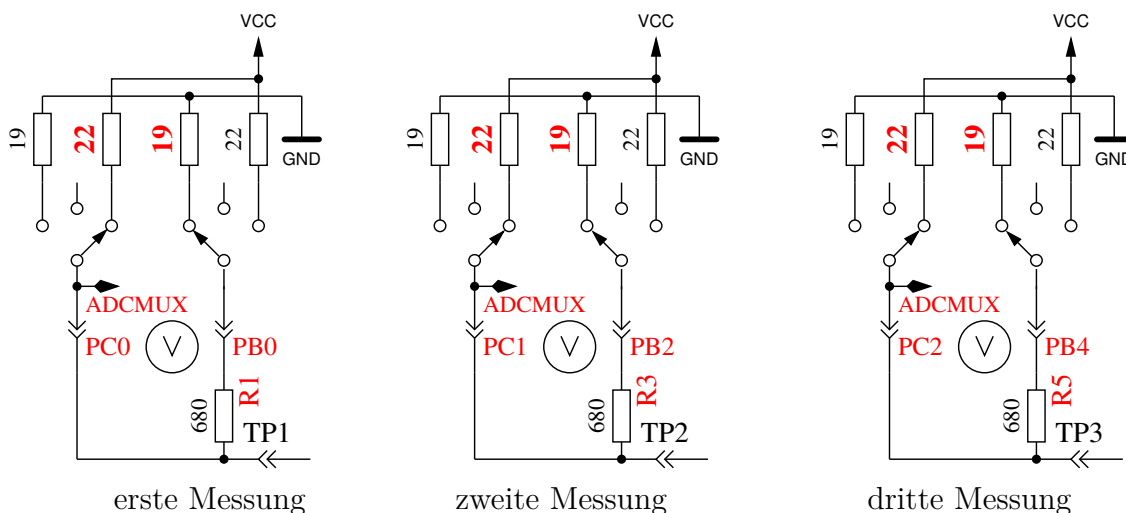


Abbildung 2.3. Messung des Innenwiderstandes des auf VCC geschalteten Port-C-Ausgängen.

10. **Messung des Nulloffsets der Kondensatormessung.** Für die Pin-Kombinationen 1:3, 2:3 und 1:2 wird der Nullwert der Kondensatormessung in pF in Zeile 1 hinter dem Text „C0 ” ausgegeben. In der Software wird dieser Nulloffset für die normale Messwertausgabe berücksichtigt. Ohne Kalibration sind die Nullwerte auf  $39pF$  vorbesetzt. Für die Ausgabe dieses Tests wird keine Korrektur berücksichtigt, es wird auch kein Nulloffset abgezogen. Es werden auch die Nulloffsets für die umgekehrte Pin-Kombination ermittelt. Die gefundenen Nulloffsets werden im EEPROM festgehalten, wenn alle Nulloffsets kleiner als  $190pF$  sind. In Zeile 2 wird dann ein „OK“ ausgegeben. Die gefundenen Nulloffsets werden für die weiteren Kapazitätsmessungen Pin abhängig berücksichtigt. Dabei wird überwacht, ob die gemessene Kapazität

die festgehaltene Nullkapazität um mehr als  $20pF$  unterschreitet. Wenn dies der Fall sein sollte, wird der Tester auf „unkalibriert“ zurückgesetzt. Bitte beachten Sie, dass bei Veränderungen des Messaufbaus ein Neuabgleich sinnvoll ist. So kann sich der Nulloffset durch Verwenden von Kabeln mit Klemmen um circa  $3pF$  gegenüber einem leeren Sockel erhöhen. Zusätzlich wird die Nullkapazität für die Sampling ADC Messmethode in doppelt so vielen Konfigurationen gemessen. Das kommt daher, weil die Nullkapazität in allen Pin-Kombinationen sowohl für den Ladevorgang als auch für den Entladevorgang bestimmt wird.

11. **Warten auf den Anschluss eines Kondensators an Pin 1 und Pin 3.** Die Meldung „1 —||— 3 >100nF“ wird in Zeile 1 des Displays angezeigt.

**Dieser Schritt läuft unsichtbar ab, weil im Tester der Kondensator verbaut ist.**

12. **Messung des Komparatoroffsets für den Abgleich der Kondensatormessung.** Um den Offset des analogen Komparators zu bestimmen, muss ein Kondensator an Pin 1 und Pin 3 angeschlossen sein. Der Kondensator wird für die Pufferung der Ladespannung bei der Kondensatormessung benötigt, um den Unterschied der Ladespannung zur internen Referenzspannung bestimmen zu können. Bei erfolgreicher Messung wird der Korrekturwert kurz in Zeile 1 mit dem Text „REF\_C=“ angezeigt und in den EEPROM geschrieben.

Die Verstärkung der ADC-Lesefunktion wird mit der internen Referenzspannung abgeglichen. Das geschieht durch den Vergleich der Kondensatorspannung von unter  $1V$ , einmal mit der VCC-Referenz gemessen und einmal mit der internen Referenz. Die gefundene Differenz wird in Zeile 2 mit dem Text „REF\_R=“ angezeigt und ebenfalls im EEPROM festgehalten. Der REF\_R\_KORR-Wert ist dann nur ein zusätzlicher Offset für diese automatisch gefundene Differenz.

13. **Warten auf einen Kondensator für die Messung kleiner Induktivitäten.**

Für die Messung kleiner Induktivitäten ist ein Kondensator bekannter Größe für die Berechnung der Induktivität aus der Schwingfrequenz erforderlich. Brauchbare Kapazitätswerte sind hierfür etwa  $10nF$  bis  $27nF$ . Ein geeigneter Kondensator sollte an Pin 1 und Pin 3 angeschlossen werden, wenn die Meldung „1 —||— 3 10 – 30nF(L)“ in Zeile 1 des Displays erscheint. Genau dieser Kondensator sollte für die Induktivitätsmessung der Spule parallelgeschaltet werden, wenn diese Art der Induktivitätsbestimmung gewünscht wird.

**Nach beenden** dieses Tests wird für eine Minute 50 Hz angezeigt.

Für diese Zeit erzeugt der Tester einen **rechteckigen 50 Hz Signal** an TP2 und auf TP3 das gegenphasige Signal.

Der Strom wird an diesen Pins mit  $680\Omega$  Widerständen begrenzt.

Pin TP1 wird auf GND geschaltet.

Die Genauigkeit dieses Signals ist für die Bestimmung von Kondensatoren wichtig und diese Ausgabe kann man mit Oszilloskop oder einem Frequenz-Zähler überprüfen.

Die Ausgabe kann man durch den Tastendruck vorzeitig abbrechen.

Danach wird für 10 Sec. der in Zeile 1 die Version-Nummer der Software und in Zeile 2 „Test Ende“ angezeigt und zum Schluss fährt das Programm mit der normalen Messfunktion fort.

## 2.2 Hiland Schaltung mit ATmega644

**Achtung!** Folgende Schema zeigt das Bauteile Schema ohne Garantie der Vollständigkeit. Sie ist nicht Maßstabgerecht.

Die Bauteile wurden mit diesem Tester gemessen, wobei die meisten Kondensatoren nicht messbar waren.

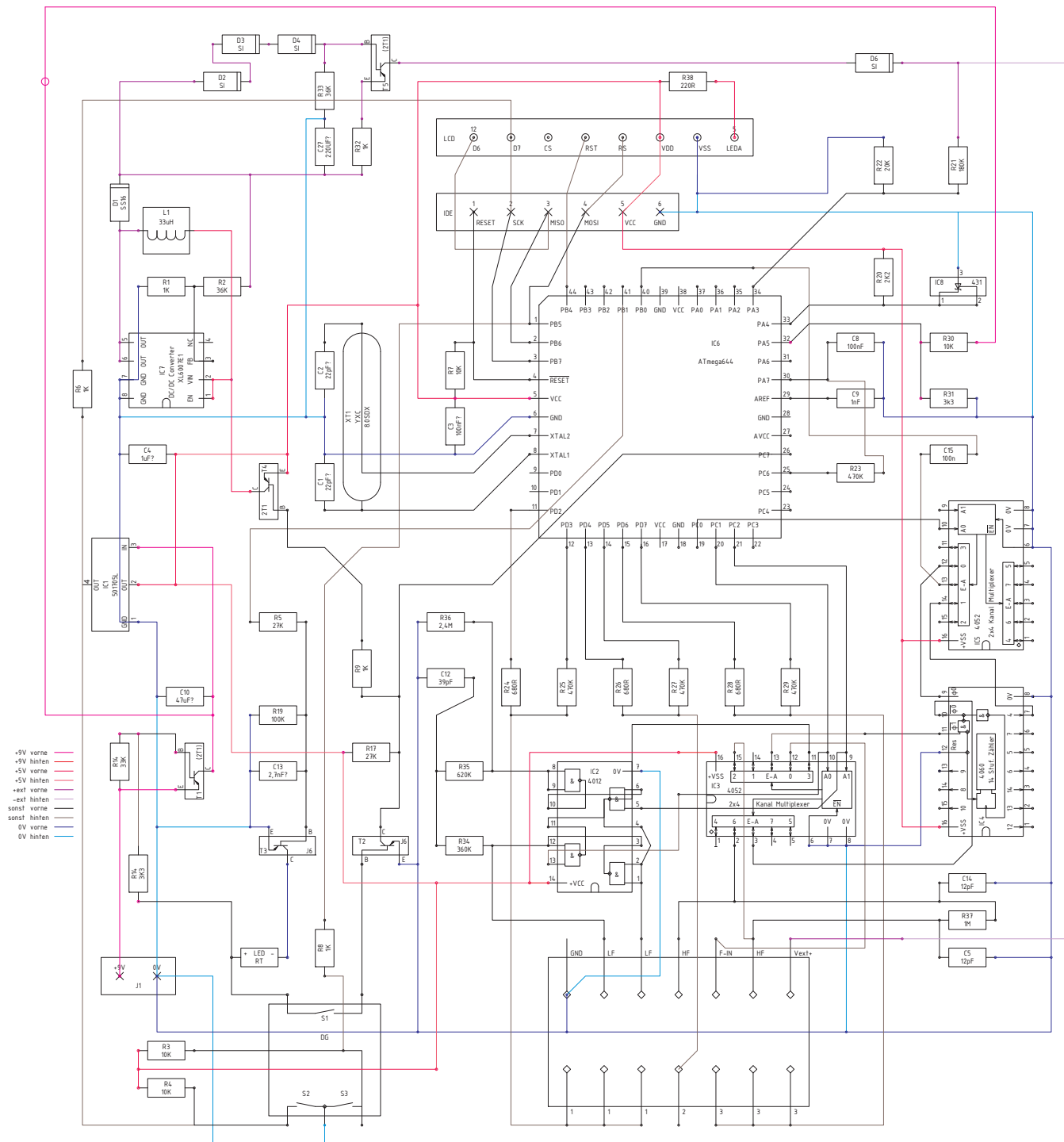


Abbildung 2.4. Transistortester Schaltung mit ATmega644

## 2.3 Technische Daten

Model	Hiland
Grösse	75 x 63 x 35 mm
Bauart	SMD
AVR	ATmega 644PA
Quarz	8 MHz
Anzeige	ST7565-based LCD
IDE möglich	ja
Bedienung	Impulsdrehgeber mit Taster
Napájení	9V E-Block
Verbrauch Betrieb	
Verbrauch Standby	20 nA
Messspannung	5V
Messstrom	6 mA
Bestimmung und Messung	Transistoren, MOSFET, JFET, P-IGBT, Dioden,
Bestimmung und Messung	Zenerdioden bis 50V, Thyristoren und Triacs
Bestimmung und Messung	Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Quarzen
Frequenz Messung	1 Hz -
Frequenz Generierung	1 Hz - 2MHz
Generierung von Impulsen	Festfrequenz von 7,8 kHz; Impulsbreite 1% - 99%
Spannungsmessung	0V - 50 V
Bereich Widerstände	0,01 -
Bereich Kondensatoren	1pF - 100mF
Bereich Spulen	0,01mH -

Tabelle 2.1. Technische Daten

Software	Original KHK Version 1.13k
Name des Unterordners	mega644_hiland_m644
Freier Platz im FLASH	46%
Freier Platz im EEPROM	97%
Zeile	Änderungen in Makefile
75	UI_LANGUAGE = LANG_GERMAN
190	CFLAGS += -DFREQUENCY_50HZ
375	PROGRAMMER=usbasp
376	BitClock=20
377	PORT=usb

Tabelle 2.2. Eingesetzte SW und Modifikation im Makefile

Außerdem wurden mit Erfolg Programm-er : POLOLU und USBtiny ISP eingesetzt.

# Literaturverzeichnis

- [1] [http://www.mikrocontroller.net/articles/AVR\\_Transistortester](http://www.mikrocontroller.net/articles/AVR_Transistortester)  
*Komplette Beschreibung des TransistorTester von Karl-Heinz K.*, Online Beitrag, 2012
- [2] [https://github.com/svn2github/transistortester/tree/master/Software/trunk/mega644\\_hiland\\_m644](https://github.com/svn2github/transistortester/tree/master/Software/trunk/mega644_hiland_m644)  
*Die aktuelle Software für diesen Tester von Karl-Heinz K.*, SW, 2019
- [3] Atmel Corporation *8-bit Atmel Microcontroller with 16K/32K/64K Bytes In-System Programmable Flash - ATmega164 - ATmega324 - ATmega644*,. Manual, Atmel-8011R-AVR-09/2015, 2015
- [4] Atmel Corporation *Atmel AVR126: ADC of megaAVR in Single Ended Mode*,. Application Note, 8444A-AVR-10/11, 2011
- [5] Atmel Corporation *Atmel AVR121: Enhancing ADC resolution by oversampling*,. Application Note, 8003A-AVR-09/05, 2005