

Frequenzanzeige für QRP Geräte mit Mini Display

Frequenzzähler mit PIC und Minimal-Hardware

von Wolfgang "Wolf" Büscher, DL4YHF
 Letzte Aktualisierung: 2006-06-03.

Das Herz der Schaltung ist ein preiswerter Mikrocontroller vom Typ PIC16F628 im 18-poligen DIL-Gehäuse. Mit der passenden Firmware und 4 oder 5 Sieben-Segment-LED-Anzeigen wird daraus ein universeller Frequenzzähler mit den folgenden Eigenschaften:

- * Frequenzbereich 1 Hz ... 50 MHz (Prototyp funktionierte bis 60 MHz, was aber ausserhalb der Spezifikation des Chips liegt).
- * automatische Messbereichumschaltung mit unterschiedlichen Torzeiten
- * Addition oder Subtraktion eines programmierbaren Offsets für Superhet-Empfänger
- * Vorprogrammierte Offsets für verschiedene Zwischenfrequenzen, z.B. 3.999 MHz für "Miss Mosquita"
- * Optionaler Stromsparmmodus: Abschalten wenn sich die Frequenz in 15 Sekunden nicht ändert

Die aktuelle Firmware kann von DL4YHF's Homepage heruntergeladen werden (.google is your friend.), ebenso der Assembler-Quelltext falls jemand eigene Funktionen hinzufügen will. Im vom QRPproject erhältlichen Bausatz ist ein fertig programmierter PIC enthalten.

Funktionsbeschreibung

Nach dem Einschalten zeigt der Zähler als Lampentest kurz "8.8.8.8.8." an (d.h. alle Anzeigesegmente an). Danach wird die Frequenz angezeigt. Es gilt:

- * Blinkender Dezimalpunkt = Anzeige in Kilohertz;
- * Nicht blinkender Dezimalpunkt = Anzeige in Megahertz.

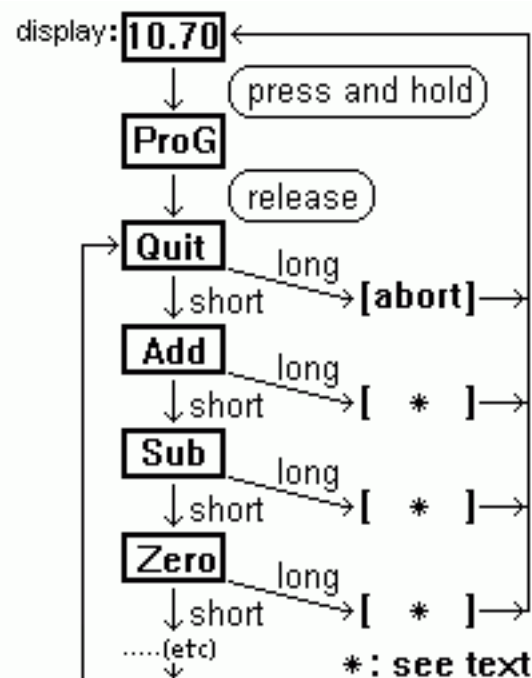
Der Messbereich wird automatisch so umgeschaltet, daß die maximale Auflösung, aber die minimale Torzeit erzielt wird :

Frequenzbereich	Anzeige	Torzeit	Dezimalpunkt
0 ... 9.999 kHz	X.XXX	1 Sekunde	blinkt
10 ... 99.99 kHz	XX.XX(X)	1/2 Sekunde	blinkt
100 ... 999.9 kHz	XXX.X(X)	1/4 Sekunde	blinkt
1 ... 9.999 MHz	X.XXX(X)	1/4 Sekunde	dauernd an
10 ... 50.00 MHz	XX.XX(X)	1/4 Sekunde	dauernd an

Programmiermodus

Im 'Programmiermodus' kann die Frequenzablage (Offset) und der Stromsparmmodus eingestellt werden. Dazu muss ein nach Masse schaltender Kontakt an Pin 4 des Mikroprozessors angeschlossen werden. Zur Not tut's aber auch ein kleiner Schraubendreher, mit dem vorsichtig Pin 4 und Pin 5 miteinander verbunden werden (als Ersatz für den Taster) um den Programmiermodus zu aktivieren.

Programming mode flow chart



Das Diagramm links zeigt den prinzipiellen Ablauf zur Programmierung. Ein "kurzer" Tastendruck (< 1s) schaltet zur nächsten Funktion um (die dann im Display angezeigt wird), ein "langer" Tastendruck wählt die gerade im Display angezeigte Funktion an. Um den Programmiermodus zu starten, muss der Kontakt so lange geschlossen werden, bis die Meldung "PROG" angezeigt wird. Anschliessend bewegt man sich mit kurzen Tastendrü- cken durch das Menü, dessen Funktionen hier -ohne Anspruch auf Vollständigkeit- aufgeführt sind:

- "Quit" : Beendet den Programmiermodus, ohne etwas dauerhaft zu verändern.
- "Add" : Speichert die zuletzt angezeigte Frequenz als Offset, so dass diese in Zukunft addiert wird.
- "Sub" : Speichert die zuletzt angezeigte Frequenz als Offset, so dass diese in Zukunft subtrahiert wird.
- "Zero": Setzt den Offset auf Null, so daß das Display wieder die direkte Eingangsfrequenz anzeigt.
- "Table": Zeigt eine Tabelle mit vordefinierten Frequenzablagen an, aus der z.B. die für den Transceiver passende ZF-Frequenz ausgewählt werden kann. Um vom Menü "Table" zur Anzeige des ersten Tabelleneintrags umzuschalten, dient wieder ein langer Tastendruck. Dann wieder mehrere kurze Tastendrucke, um sich durch die Tabelle zu bewegen, bis im Display die passende Frequenz erscheint (z.B. 455.0[kHz], 3.999[MHz], 4.1943[MHz], 4.4336[MHz], 10.700[MHz]). Steht die passende Frequenzablage im Display, die Taste wieder länger drücken (bis die Anzeige blinkt). Das Programm springt dann wieder ins "Hauptmenü" zurück, wo dann per "Add" oder "Subtract" definiert werden muss ob die Frequenz addiert oder subtrahiert werden muss.
- "PSave" / "NoPSV": Schaltet den Stromsparmodes an oder aus. In diesem Modus wird das Display abgeschaltet, wenn sich die gemessene Frequenz in den letzten 15 Sekunden nicht wesentlich geändert hat (d.h. wenige dutzend Hertz im Messbereich 3..4 MHz). Die Frequenzmessung läuft dann aber auch bei abgeschalteter Anzeige im Hintergrund weiter (etwa einmal pro Sekunde). Sobald sich die Frequenz wieder ändert, geht die Anzeige wieder an.

Addieren oder Subtrahieren von Frequenzen

Wird der Zähler als Frequenzanzeige in einem Überlagerungsempfänger verwendet, dann soll für die Anzeige normalerweise eine Zwischenfrequenz addiert oder subtrahiert werden (je nachdem ob "hoch" oder "runter" gemischt wird).

Dazu kann im Programmiermodus (s.O.) eine der im QRP-Bereich "üblichen"

Frequenzen als Ablage ausgewählt werden, oder -falls die passende Frequenz nicht in der Auswahltabelle steht- durch Messung am BFO eingegeben werden. Später, im "Normalbetrieb", wird der Zähler dann natürlich am an den VFO angeschlossen !

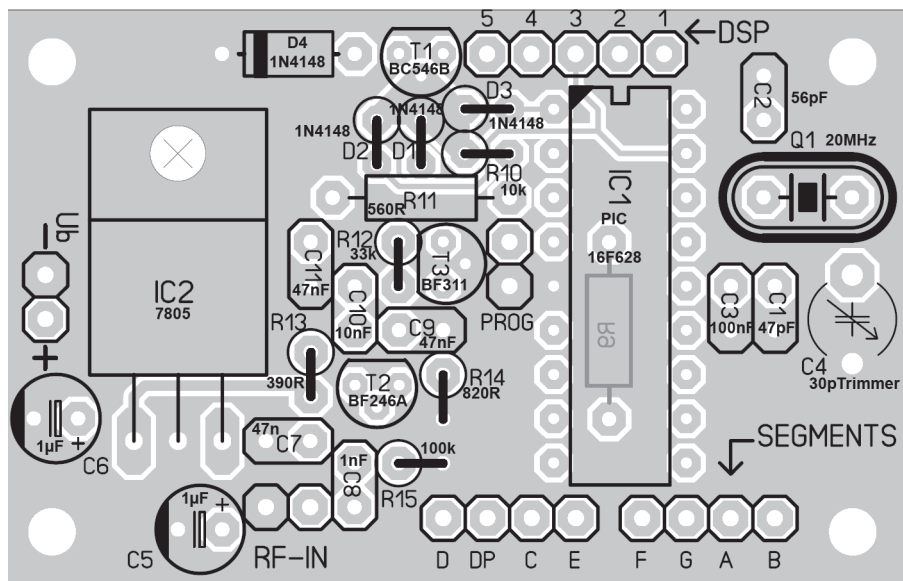
Das folgende Beispiel beschreibt die Programmierung der ZF-Ablage für Miss Mosquita (QRP-Transceiver mit 4-MHz-ZF, Oszillator im Sendemischer bei ca. 3.999 MHz) :

1. Zähler einschalten
2. (Programmier-)Taster drücken bzw Kontakt schliessen, bis "PROG" angezeigt wird
3. Taster loslassen
4. Taster wiederholt kurz drücken, bis die Anzeige "TABLE" erscheint
5. Taster drücken, bis "TABLE" blinkt, dann loslassen. Wir befinden uns nun in einem Untermenü, in dem alle vorprogrammierten Frequenzablagen angezeigt werden.
6. Taster wiederholt kurz drücken, bis die Anzeige "3.999" erscheint
7. Taster drücken, bis "3.999" blinkt, dann loslassen
8. Nun sollte "Add" im Display stehen (falls nicht -wegen Kontakt prellen- Taster so oft drücken, bis wieder "Add" in der Anzeige steht)
9. Taster drücken, bis "Add" blinkt, dann loslassen

Fertig. Der Prozessor hat nun 3.999 MHz als Ablage für das aktuelle Band dauerhaft ins EEPROM übernommen, und weiss dass dieser Wert zur VFO-Frequenz addiert werden soll.

Etwas trickreicher wird die Berechnung der Offset-Frequenz für Amateurfunkbänder ab 10 MHz: Dort will man normalerweise nicht zwei Megahertz-Stellen angezeigt haben, in denen sich eh nichts ändert. Stattdessen kann hier ein negativer Offset verwendet werden, um in der Anzeige nur die Ein-Megahertz-Stelle zu sehen - und wieder auf 100 Hz Auflösung zu kommen. Beispiel für einen 30-Meter-Transceiver mit VCXO: Empfangsfrequenz = Oszillatorfrequenz - Zwischenfrequenz = 14.314 MHz - 4.194 MHz = 10.120 MHz. Sollen die MHz-Stelle nicht angezeigt werden, wird der Offset auf -4.194 MHz (statt -4.194 MHz) gesetzt. 10.120 MHz werden dann als 120.0(0) kHz angezeigt, d.h. selbst mit einer vierziffrigen Anzeige werden noch 100 Hz Auflösung erreicht.

Aufbau der Frequenzanzeige



Lege die Platine so vor dich hin, wie auf der Zeichnung zu sehen ist, damit du dich erst mal orientieren kannst. Die Steckerleisten jetzt noch nicht einbauen, es gibt einige Besonderheiten zu beachten. Löte als erstes den Widerstand R 9 ein. Du siehst ihn auf der Zeichnung genau in Spiegelschrift innerhalb des Umrisses von IC 1 eingezeichnet, das bedeutet, er gehört auf die Lötseite der Platine.

R9 10k auf der Lötseite montieren und auf der Bestückungsseite löten. nach dem Löten die Beinchen sehr knapp über der Lötstelle abschneiden.

Die übrigen Bauteile werden normal von der Bestückungsseite her bestückt, beginne in der linken, oberen Ecke, alle Bauteile gehören dicht auf die Platine, sonst gibt es später Probleme mit dem zusammenstecken der Platinen:

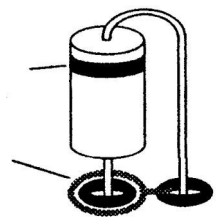
D4 1N4148 - Achte darauf, dass die Bandedrole = Kathode wie in der Zeichnung orientiert ist.

D2 1N4148 stehend. Bei stehenden Dioden zeigt die Kathode (Bandedrole) nach oben und die Diode wird dort aufgebaut, wo der Kreis gezeichnet ist.

D1 1N4148 stehend, genau so wie bei D2

D3 1N4148 stehend, genau so wie bei D2/D3

R10 10k, ebenfalls stehend montieren



R11 560R liegend
 C11 47 nF (473)
 C10 10 nF (103)
 R12 33k (eventuell später auf T3 U_{CE} 2,5V justieren)

C9 47nF (473)

R13 390R

R14 820R

C7 47nF

C6 1uF Elko, auf Polung achten, langes Bein = PLUS

C5 1uF Elko, auf Polung achten

C8 1nF (102)

R15 100k

C2 56pF

Q1 20 MHz Quarz. Während der Montage zwei abgeschnittene Widerstandsbeinchen unterlegen, damit der Quarz einen kleinen Abstand von der Platine bekommt. Dadurch soll verhindert werden, das Lötzinn zwischen Quarz und Leiterplatte einen Kurzschluß verursachen kann. Nicht vergessen nach dem Löten die Drähte wieder heraus zu ziehen.

C3 100nF (104)

C1 47pF (47p, 47j)

C4 Folientrimmer 30pF

Nun der Sockel für den Mikroprozessor. Achte darauf, dass die Kerbe im Sockel so orientiert wird, wie in der Zeichnung zu sehen ist.

Sockel IC1

Nun die Verbindungen zur Aussenwelt. Sie werden auf der Bestückungsseite montiert und auf der Lötseite gelötet.

Drähte plus/minus (rot/schwarz) zum Anschluss der Versorgungsspannung (+6V bis +12V) an „Ub“

Koaxkabel oder verdrehte Leistung zum Anschluss an Signalquelle (VFO, Local Oszillator) an „RF-in“

Programmier-Taster über zwei Drähte an „PROG“

Bleiben noch die Halbleiter:

[] T1 BC546B [] T2 BF2546A [] T3 BF311 und der Spannungsstabilistor IC2 = 7805 im großen TO220 Gehäuse.

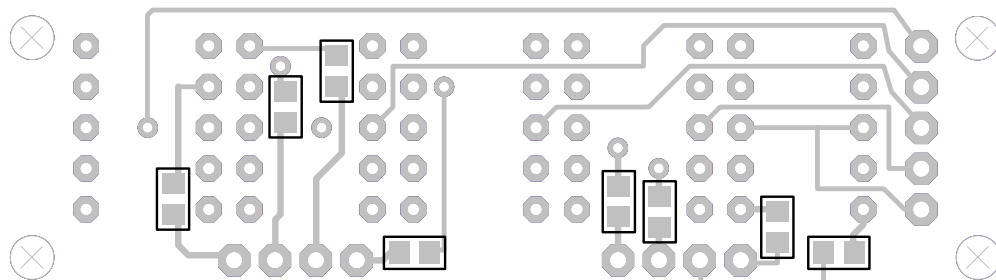
Nun kann der Processor in den Sockel gesteckt werden. Denke daran, er ist sehr empfindlich gegen Elektrostatik, achte auf die ESD Regeln

[] PIC 16F628

Das war der Zähler, jetzt muss erst die Anzeigeplatine gelötet werden, bevor wir alles zusammen testen können.

In der Version unseres Zählers mit Mini Display werden die Zähler und Anzeigeplatine nicht mit Steckverbindern in Sandwich Form aufeinander gesteckt sondern über Drahtverbindungen miteinander verbunden was einem mehr Freiheit bei beengten Platzverhältnissen lässt. Die Display Platine ist deutlich kleiner als die gesteckte Variante da als Vorwiderstände für die Anzeigen 0805 SMD Widerstände benutzt werden.

Baue die Display Platine zusammen, beginne mit den 8 SMD Widerständen. Schau dir die Seite mit den kleinen, viereckigen Löt Pads für 0805 SMD Bauteile an. Nicht gleich erschrecken, es ist wirklich kein Problem. Lege die Platine so vor dich hin, dass du auf die Pads sehen kannst. Lass die SMD Widerstände noch beiseite, nimm nur den LötKolben und 0,5mm Lötzinn in die Hände und verzinne immer einen der beiden Pads für jeden Widerstand so dass eine kleine Halbkugel auf dem PAD entsteht. Hast du das erledigt, dann kannst du einen Widerstand nach dem anderen in eine Pinzette nehmen, und ihn gegen die Platine und seitwärts gegen die Lötzinnhalbkugel

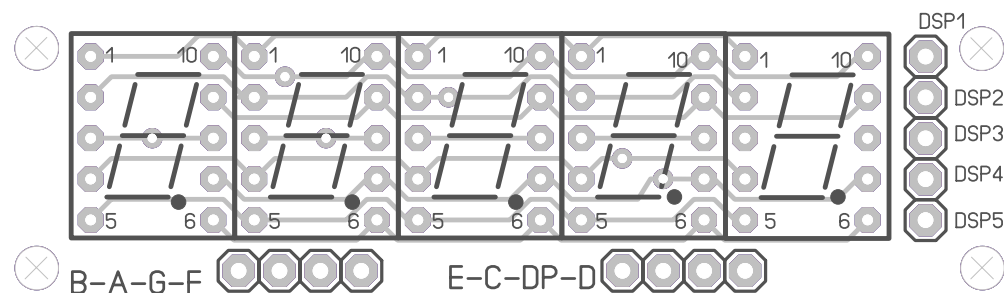


drücken. Diese Methode verhindert dass man zu sehr ins Zittern kommt und ist erheblich einfacher als wenn man das SMT Teil im freien Flug platzieren soll.

Sind die 8 Widerstände einseitig gelötet, Löte die andere Seite ganz konventionell.

[] R1	560R	[] R2	560R
[] R3	560R	[] R4	560R
[] R5	560R	[] R6	560R
[] R7	560R	[] R8	560R

Bleibt noch die Bestückungsseite mit den 5 Stück 7-Segment Anzeigen. Baue sie bitte nicht auf dem Kopf ein. Du siehst auf jeder Anzeige unten rechts einen Dezimalpunkt. Stecke eine Anzeige so in die Platine, wie in der Zeichnung gezeigt. Presse die Anzeige während des Lötens fest gegen die Platine und löte erst zwei diagonal gegenüber liegenden Eckbeinchen. Kontrolliere, ob die Anzeige wirklich plan aufsitzt und korrigiere gegebenenfalls durch erneutes erhitzen der beiden Lötstellen. Verfahre bei allen 5 Anzeigen nach dieser Methode.



[] DSP1
[] DSP2
[] DSP3
[] DSP4
[] DSP5

Die Verbindung zwischen den beiden Platinen wird nun mit Drähten vorgenommen. Die Länge ist davon abhängig, wo Display und Zähler in das Gehäuse eingebaut werde. Sie ist nicht kritisch, sollte aber nur so lang wie nötig sein. Verbunden werden jeweils die korrespondierenden Bezeichnungen auf beiden Platinen also A mit A, E mit E DSP1 mit DSP1 usw. Wenn alle Verbindungen hergestellt sind, kannst du die Spannungsversorgung

anschiessen und das Koaxkabel mit der Stelle verbinden, an der du die Frequenz zählen möchtest.

Bei Transceivern mit ZF wird natürlich auf diese Art nur die Frequenz des LO (Lokal Oszillators) bzw. des VFO angezeigt. Um die richtige Endfrequenz angezeigt zu bekommen, muss noch die ZF abgezogen werden. Zu diesem Zweck wird der Betrag der ZF in den PIC einprogrammiert, die Anleitung dazu findest du vorne in der Baumappte.

Bauteileliste:

D1 1N4148
D2 1N4148
D3 1N4148
D4 1N4148

R1 560R 0805 SMD
R2 560R 0805 SMD
R3 560R 0805 SMD
R4 560R 0805 SMD
R5 560R 0805 SMD
R6 560R 0805 SMD
R7 560R 0805 SMD
R8 560R 0805 SMD

R9 10k
R10 10k
R11 560R
R12 33k
R13 390R
R14 820R
R15 100k

C1 47pF (47p, 47j)
C2 56pF
C3 100nF (104)

C4 Folientrimmer 30pF rot Zweibein 5mm

C5 1uF Elko
C6 1uF Elko

C7 47nF

C8 1nF (102)

C9 47nF (473)

6

C10 10 nF (103)

C11 47 nF (473)

Q1 20 MHz Quarz

T1 BC546B

T2 BF2546A

T3 BF311

IC1 PIC 16F628 -20P programmiert (VORSICHT, sehr ESD empfindlich)

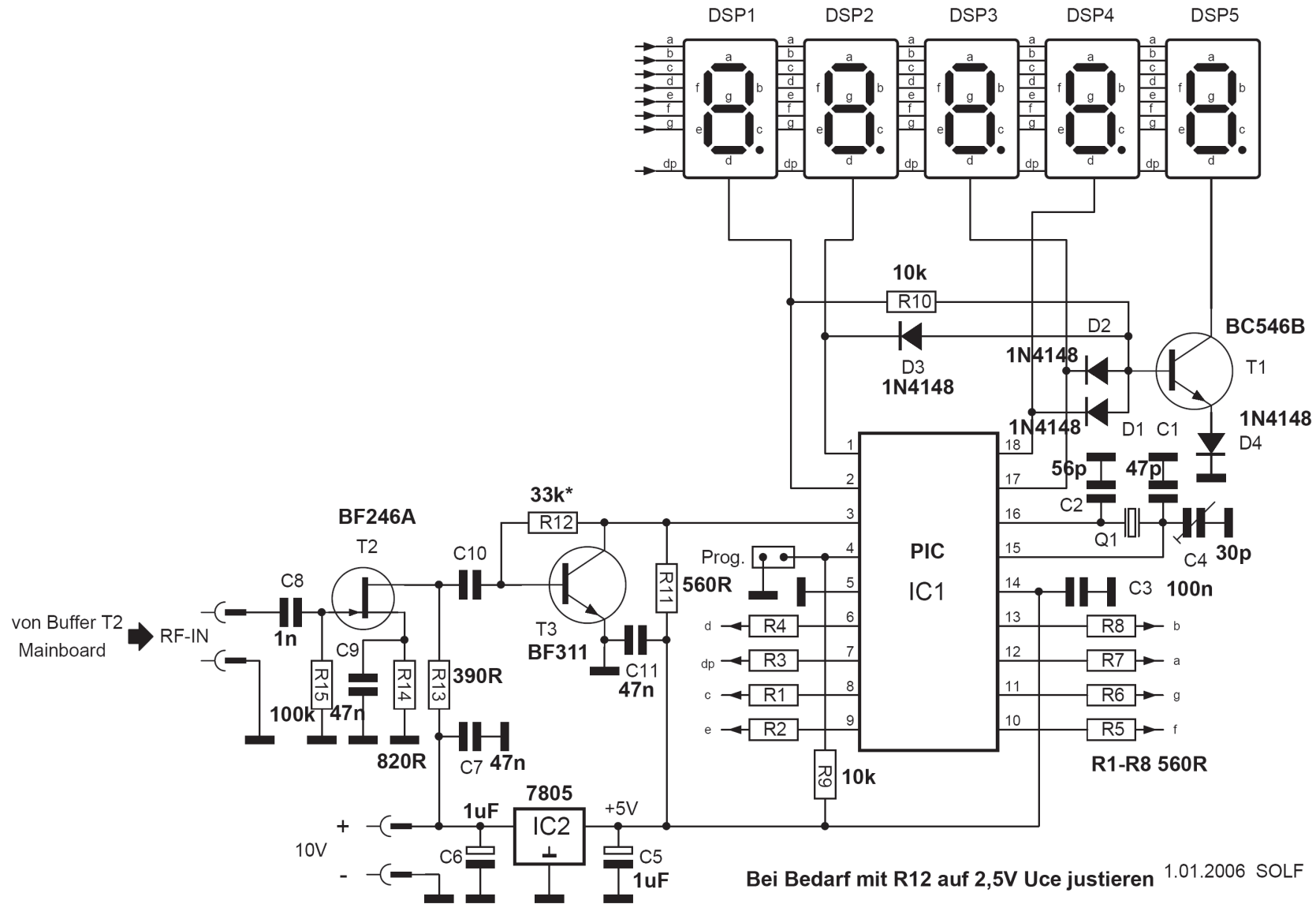
IC2 7805 im TO220 Gehäuse.

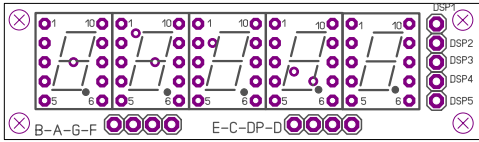
Socket 18 polig für IC1 (PIC)

7 Segment Anzeige (5)

Taster

DL4YHF-Counter





Bohr und Sägevorlage für Mini Display