

Programmierbares Frequenzdisplay

FA-Leserservice

Selbstbauprojekte, z. B. Empfänger, QRP-Geräte, Prüfsender, benötigen in der Regel eine Frequenzanzeige, die heute zeitgemäß digital zu funktionieren hat. Soll eine solche Baugruppe möglichst universell einzusetzen sein, sind geeignete Schaltungsdetails zur Einstellung eines ZF-Offsets oder Vorteilerfaktors notwendig.

Der vorgestellte Bausatz realisiert all diese Funktionen mit einem PIC, die Anzeige erfolgt durch ein LC-Display.

■ Eingangsschaltung

Der im Eingang verwendete 74HC4046 dient zur Impulsformung der hochfrequenten Eingangssignale. Bei 10 MHz und $Z_t = 50 \Omega$ genügen weniger als 100 mV, um den Zähler sicher anzusteuern. Darüber fällt die Empfindlichkeit ab, sodass bei 30 MHz schon 800 mV am Eingang liegen müssen. Die obere Messgrenze des Displays liegt bei etwa 42 MHz. Das CMOS-IC 74HC4046 ist eingangsseitig hochohmig; der Eingang wird deshalb mit einem Widerstand Z_t abgeschlossen: 50Ω sind bei der Speisung über Koaxialkabel günstig, erfordern aber relativ hohe Ansteuerleistung (siehe oben), sodass auch Werte darüber praktikabel erscheinen.

■ Stromversorgung

Die Baugruppe kann in der Originalschaltung mit 8 bis 20 V Gleichspannung betrieben werden. Lässt man den 78L05 weg (Brücke zwischen Ein- und Ausgang), so funktioniert sie bereits mit 5 V (stabilisiert). Spannungen über 20 V gefährden den Spannungsregler. Die Stromaufnahme beträgt etwa 20 mA, wobei bereits über die vier 10-k Ω -Einstellregler 2 mA abfließen.

■ Voreinstellungen

Die Anzeige der Frequenz und weiterer Informationen erfolgt über ein mitgeliefertes 16stelliges Punktmatrix-LC-Display (16x1), wobei die eigentliche Frequenz maximal sechsstellig mit einer Auflösung von 100 Hz angezeigt wird. Drei weitere Stellen des Displays dienen der Darstellung „kHz“, „MHz“ bzw. „GHz“, die letzten drei der Anzeige der Betriebsart „USB, LSB, AM, FM, FAX, FSK, CW“.

Mit dem Spindeltrimmer R4 (Vorteilerfaktor/BFO-Offset) lässt sich der Vorteilerfaktor/BFO-Offset programmieren (Pin 12 offen), wobei in Einerschritten zwischen 1:1 (direkte Messung) bis 256:1 gewählt werden kann. Praktisch ist man hier durch die Faktoren handelsüblicher ICs eingeschränkt. Da der PIC echt rechnet (Multiplikation), verändert sich die Auflösung entsprechend dem Teilerfaktor; bei 64:1 (z. B. einem TV-Tuner-IC als Vorteiler) kommt die Frequenz in 6,4-kHz-Sprüngen auf das Display.

Dafür kann man jedoch je nach eingesetztem Schaltkreis bis weit über 1 GHz messen. In der neuen Software-Variante kann mit R4 in den Betriebsarten USB sowie

LSB eine BFO-Ablage (BFO-Offset) von 0...25 kHz in Schritten zu 100 Hz programmiert werden. Dazu ist Pin 12 an Masse (Masse) zu legen. Der Vorteiler ist jetzt nicht mehr wirksam!

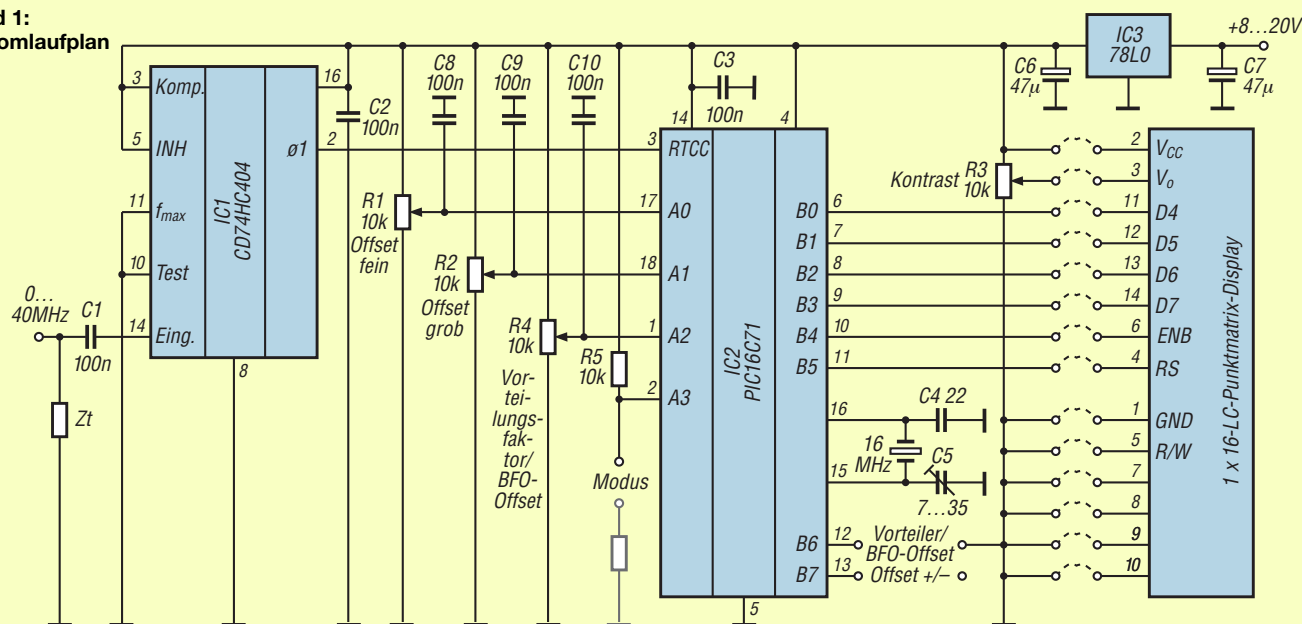
Für den ZF-Offset, den der Zähler in 1-kHz-Schritten zwischen 0 und 16 MHz einzustellen gestattet, gibt es wegen der 8-Bit-Verarbeitungsbreite des PICs zwei getrennte Spindeltrimmer für „Offset grob“ und „Offset fein“. Über den Eingang „Offset +/-“ (Pin 13, Anschlusspunkt „+/-“) wird festgelegt, ob der eingestellte ZF-Offset addiert oder subtrahiert werden soll.

Am Eingang „Modus“, der ebenfalls einen A/D-Wandler ansteuert, kann mit einem Widerstand nach Masse auf den letzten drei Stellen des Displays noch die Betriebsart zur Anzeige gebracht werden, sodass man im Display beispielsweise „28.2250 MHz USB“ darstellen kann. Die Widerstandswerte für die einzelnen Betriebsarten sind in der Bauanleitung angegeben.

Die neue Software bietet hinsichtlich Offset jetzt mehr Varianten. Beispiel: Eingangsfrequenz 10.000 MHz; ZF-Offset (mittels R1, R2) 200,00 kHz; + (+/- offen); CW; Pin 12 (Vorteiler/BFO-Offset) an Masse: Anzeige 10.2000 MHz CW. Bei „+/-“ an Masse werden 9.8000 MHz angezeigt. Wird die Spannung an Pin 2 (Modus) verändert, so kann nun der BFO-Offset (einstellbar mittels R4) bei USB und LSB wirksam werden. Dabei ist jedoch die Programmierung „+/- Offset“ weiterhin effektiv.

Beispiel: Grundeinstellung wie oben, aber BFO-Offset 2 kHz: 10.2000 CW, 10.2020 MHz LSB, 10.1980 MHz USB. Wird Pin 13 (+/-) an Masse gelegt, so ergeben sich folgende Werte: 9.800 MHz CW, 9.8020 MHz LSB, USB 9.7980 MHz USB.

Bild 1:
Stromlaufplan



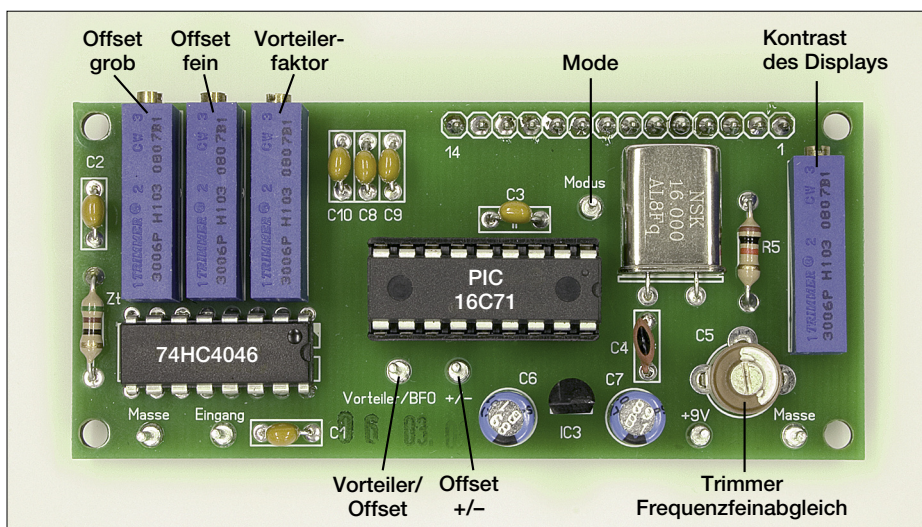
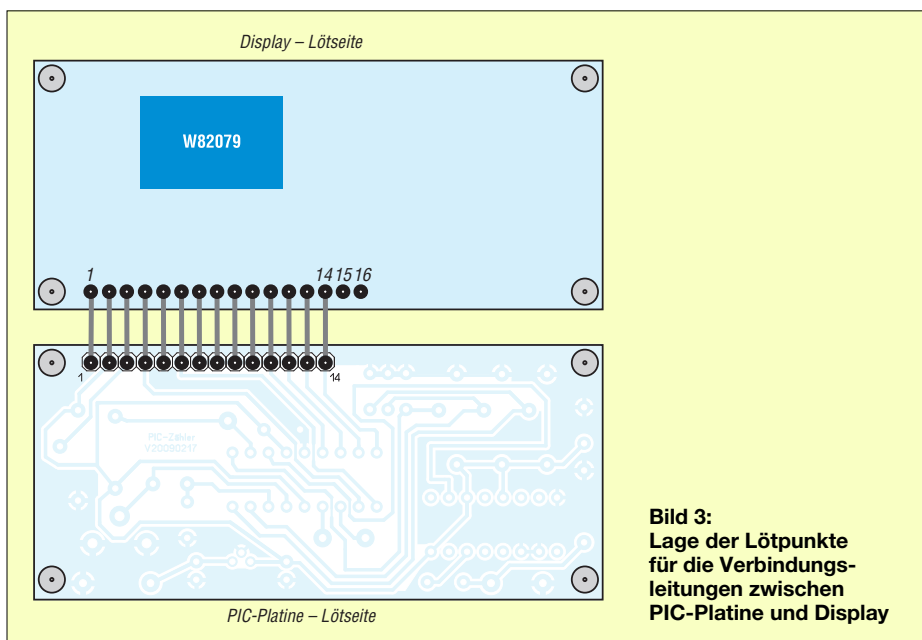


Bild 2: Ansicht der bestückten Platine; der Steckverbinder für das LC-Display befindet sich auf der Lötseite.



■ Zusammenbau

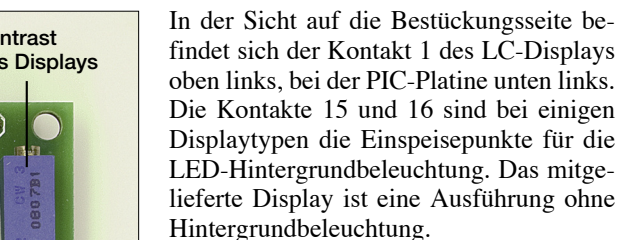
Die Baugruppe ist so ausgelegt, dass man hinsichtlich der endgültigen Montage flexibel ist. Entweder kann man die PIC-Platine Rücken-an-Rücken mit dem LC-Display verbinden, wozu man entsprechendes Distanzmaterial (Distanzhülsen für Schrauben M2,5 !) verwenden muss oder PIC-Platine und LC-Display werden getrennt im Gerät montiert. Für letztere Variante ist ein separates 14adriges Flachbandkabel erforderlich.

Bei der Variante mit dem Flachbandkabel können Sie Prüfungen oder Einstellungen auch ohne Adapter problemlos vornehmen, da beide Platinen nach dem Aufklappen ihre Bestückungsseite in einer Ebene haben. Diese Verbindungsart ist mechanisch günstiger, bedeutet jedoch einen höheren Aufwand beim Aufspreizen, Abisolieren und Verzinnen. Zudem muss das Flachband-

kabel zum Einlöten auf die doppelte Breite gespreizt werden.

Beachten Sie bitte bei der Zählweise der Kontakte, dass beide Platinen Rücken an Rücken zueinander angeordnet sind!

Die Verbindung beider Platinen mittels 14poliger Steckverbinder ist schneller zu realisieren, bringt aber eine starre Lage beider Platinen hervor. Die Steckverbinder werden jeweils auf der Bestückungsseite der Platinen verlötet.



Auf der PIC-Platine wird zuerst die Fassung für IC2 entsprechend dem Bestückungsdruck eingelötet, dann die vier Spindeltrimmer. Es folgen alle anderen Bauelemente bis auf den Schwingquarz. Die Bohrungen und Lötäugen für die Betriebsspannung, den HF-Eingang sowie die drei Steuereingänge sind für Lötstifte 1 mm ausgelegt, können allerdings auch durch Drähte mit analogen externen Baugruppen verbunden werden.

Als letztes erfolgt die Montage des Quarzes. Beim Typ HC-18/U werden mit einer kleinen Flachzange die Anschlussdrähte auf der Gehäusesseite gehalten (ca. 2 mm), die dann überstehenden Drähte sind vorsichtig um 90° abzuwinkeln. Der Typ HC-18/U70 (Low Profile) wird mit ca. 3 mm Abstand von der Leiterplatte direkt eingelötet. Der Widerstand Z_t ist je nach Gegebenheit und Notwendigkeit zu dimensionieren und einzulöten. Werte von ca. 500 Ω sind ein guter Kompromiss zwischen Empfindlichkeit und Eingangswiderstand.

■ Inbetriebnahme

Die beiden ICs sind noch nicht in die Fassung eingesetzt bzw. eingelötet. Die Zählerplatine wird mit ca. 9 V Gleichspannung an den Punkten +9 V und Masse versorgt. Es muss nun ein Strom von ca. 5 bis 8 mA fließen. Nach dem Trennen von der Betriebsspannung wird IC1 eingelötet und IC2 in die Fassung gesteckt (Lage beachten).

Danach sind ohne Spannung folgende Voreinstellungen auf der PIC-Platine auszuführen:

1. Die Kontakte Vorteiler/BFO-Offset sowie ZF-Offset $\pm$ bleiben unbeschaltet.
2. Kontakt Modus über ca. $15\text{ k}\Omega$ an Masse, das ergibt (später) die Anzeige CW.
3. R3 auf Linksanschlag einstellen, damit später höchster Kontrast.
4. R4 auf Rechtsanschlag einstellen, damit später Teilerfaktor 1:1 bzw. BFO-Offset = 0.

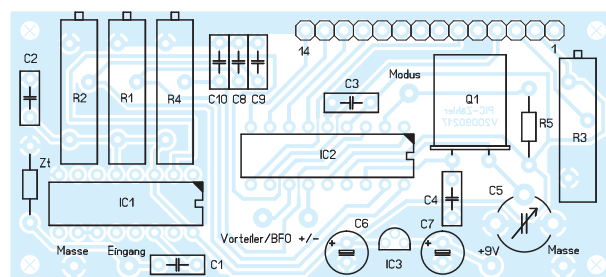


Bild 4:
Bestückungsplan

Programmierbare Funktionen und Modi

Funktionen

Bei der von uns gefertigten Platine lassen sich die 4 Spindelregler, bezogen auf die Displaydarstellung, von oben bedienen und einstellen. Sie haben jeweils folgende Funktion:

- R1 Offset fein $n \times 1$ kHz; max. 127 kHz
- R2 Offset grob $n \times 128$ kHz; max. 16,256 MHz
- R3 Kontrast der LC-Anzeige
- R4 Vorteilungsfaktor $n = 1 \dots 255$; Zählerauflösung $n \times 100$ Hz bzw. BFO-Offset $0 \dots 25$ kHz; Schrittweite 100 Hz

Modi

Folgende Spannungen gegen Masse bzw. entsprechende Widerstände am Kontakt Modus gegen Masse ergeben:

+0,0 – +0,7 V	0 Ω	Fax
+0,7 – +1,4 V	ca. 2,5 k Ω	FSK
+1,4 – +1,9 V	ca. 5,1 k Ω	LSB
+1,9 – +2,5 V	ca. 8,75 k Ω	USB
+2,5 – +3,1 V	ca. 15 k Ω	CW
+3,1 – +3,7 V	ca. 27,5 k Ω	FM
+3,7 – +3,9 V	ca. 65 k Ω	AM
>+3,9, <5,0 V	n.c.	ohne Modus-Anzeige („blank“)

Diese jeweiligen Spannungen können durch einen externen Widerstand obiger Größe gegen Masse (Spannungsteiler in Verbindung mit R5) erzeugt werden. So kann z. B. eine zusätzliche Ebene am Bandbreiten- oder Betriebsartenschalter in Verbindung mit jeweils definierten Festwiderständen Bandbreiten (CW, AM, FM usw.) oder Betriebsarten (USB, LSB, FSK usw.) im Display zur Anzeige bringen.

Vorteiler/BFO-Offset: Kontakt offen schaltet den Vorteiler ein

Kontakt an Masse schaltet den BFO-Offset bei USB und LSB ein

+/-: Kontakt an Masse ergibt die Anzeige $f = [f_{\text{ein}} - f_{\text{Offset}}]$

Kontakt an High ergibt die Anzeige $f = [f_{\text{ein}} + f_{\text{Offset}}]$

Ebenso wie bei den Modi kann eine zusätzliche Ebene am Bandwahlschalter die ZF addieren oder subtrahieren. Hier genügt die einfache Zuordnung Masse oder High (Kontakt offen).

Stückliste

LCD-Punktmatrix, 16x1	
IC1	74HC4046
IC2	PIC 16C71-20/P, programmiert
IC3	78L05
R1...R4	Spindeltrimmer 10 k Ω
R5	10 k Ω
C1...C3	Keramikkondensator, 100 nF
C8...C10	Keramikkondensator, 100 nF
C4	Keramikkondensator, 22 pF
C6, C7	Elko 47 μ / 25 V
C5	Trimmer 7...35 pF
XTAL	Quarz 16 MHz
1 Platine	PIC-Zähler
1 IC-Fassung	18polig für PIC 16C71-20/P
R Zt	51 Ω
7 Lötstifte	

angezeigte Wert ist jeweils ein Vielfaches der eingespeisten Frequenz.

Je nach Möglichkeit und Bedürfnis kann der Zähler durch Verändern des Trimmers C5 in Verbindung mit einer externen Frequenz kalibriert werden. Eine gemessene Schwingfrequenz des Quarzes von 16,000 MHz ergibt keine Aussage über die Messgenauigkeit des Zählers.

Nach dem Verändern des Trimmers ist durch Aus- und Wiedereinschalten der Betriebsspannung zu kontrollieren, ob der interne Generator noch anschwingt.

Erfolgt keinerlei Anzeige oder werden nur Felder im Display angezeigt, so schwingt der Oszillator nicht. Versuchsweise den Trimmerrotor um ca. 90° verdrehen und die Betriebsspannung aus- und wieder einschalten (Reset).

Falls keine Anzeige erfolgt, den Vorgang dann wiederholen. Damit ist der Abgleich beendet.

Zur Befestigung der Baugruppe im Gerät stehen insgesamt acht Bohrungen für M2,5-Schrauben zur Verfügung.

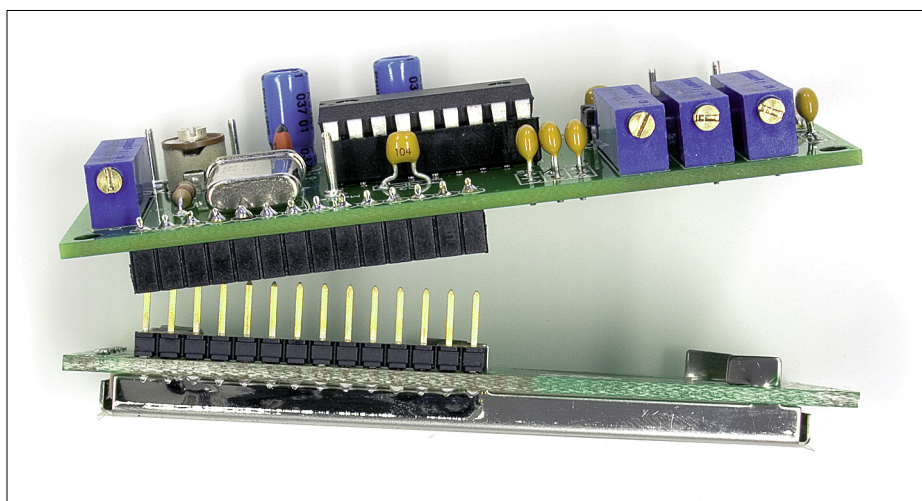


Bild 5: Stift- bzw. Buchsenleiste vor dem Zusammenstecken von PIC-Platine und Display. Die Buchsenleiste muß vor dem Einlöten auf 14 Pins gekürzt werden.

5. R1 und R2 auf Rechtsanschlag drehen, damit später ZF-Offset = 0.

Jetzt kann die Betriebsspannung anlegt werden, wonach der Strom 20 mA nicht übersteigen sollte. Ohne anliegende HF am Eingang muss der Wert „000“ sowie „CW“ im Display sichtbar sein.

Wenn Sie nun eine bekannte Frequenz einspeisen, sollte der Wert jetzt angezeigt werden. Gegebenenfalls können Sie dann mit R3 den Kontrast des Displays optimieren.

Beim Variieren von R4 (Vorteilerfaktor) können Sie sich mit der Funktion des einstellbaren Vorteilers vertraut machen: Der