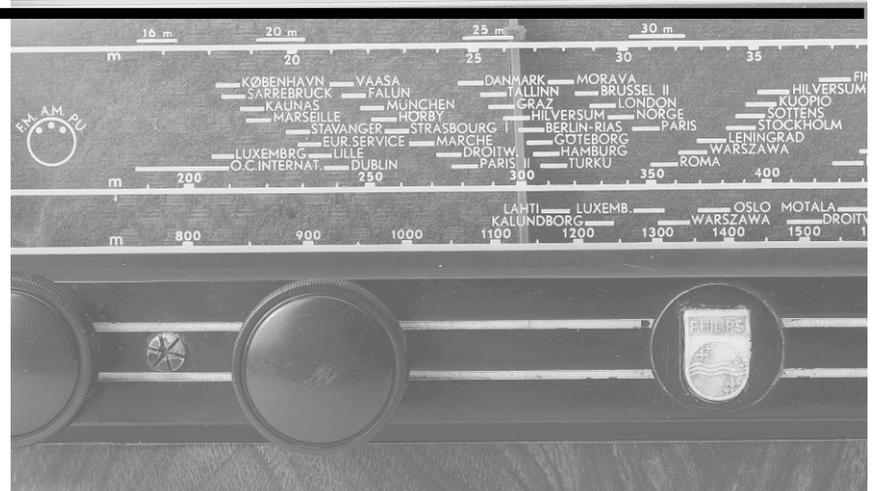


HF- Eichmarkengenerator

*Für den (Skalen-)Abgleich von
Empfängern und Signalgeneratoren*



Jeder, der schon einmal einen Empfänger oder einen Generator gebaut und/oder abgeglichen hat, weiß, daß man eine Referenz benötigt, um die Anzeige beziehungsweise die Skala überprüfen zu können. Schließlich ist der Gebrauchswert eines solchen Geräts recht eingeschränkt, wenn man sich auf die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Frequenzeinstellung nicht verlassen kann. Der hier beschriebene Eichmarkengeber verwendet einen Quarz als Basis für Eichmarken im Abstand zwischen 500 kHz und 8 MHz.

Der klassische Entwurf eines Eichmarkengebers verwendet zwei Quarze, einen mit 1 MHz und einen mit 100 kHz Schwingfrequenz, so daß die Oberwellen Eichmarken im Abstand dieser beiden Frequenzen bilden, die bis über 30 MHz genutzt werden können.

Heute kann man natürlich auch digitale Teiler einsetzen und kommt so einmal zu wesentlich differenzierteren Möglichkeiten und zum anderen mit nur einem Quarz aus, der als Frequenzreferenz die Genauigkeit und Stabilität der erzeugten Frequenzmarken bestimmt.

Beim Abgleich eines Kurzwellenempfängers hat man beim klassischen Eichmarkengeber oft Probleme, die Marken im 1-MHz-Abstand eindeutig zu identifizieren. Bei Verwendung eines 4-MHz-Quarzes sind die Harmonischen weiter auseinander und eindeutiger zu unterscheiden, bei höheren Frequenzen kann es aber ebenfalls problematisch werden.

Um einen Geber mit möglichst eindeutigen Marken zu realisieren, wurde hier

ein Entwurf mit einem 8-MHz-Quarz als Frequenzreferenz gewählt. Mit Harmonischen bei 16, 24 und 32 MHz werden wirklich eindeutige Marken im Kurzwellenbereich gesetzt, und es ist relativ einfach, Werte zwischen diesen Marken durch Teilen der Quarzfrequenz zu erzeugen.

Die meisten Eichmarkengeber bieten keine Möglichkeit, das Signal zu modulieren. Bei SSB-Empfängern mit BFO ist es kein Problem, auch unmodulierte Träger hörbar zu machen. Bei normalen "Weltempfängern" ohne BFO ist ein unmodulierter Träger praktisch nur am verminderten Rauschen zu erkennen, es sei denn, es treten durch Überlagerung mit einem im Bereich der Markerfrequenz liegenden Rundfunksender Interferenzgeräusche auf. Um den Eichmarkengeber auch für normale AM-Empfänger optimal verwenden zu können, wurde daher eine optionale Modulation der Markersignale vorgesehen.

DIE SCHALTUNG

Die vollständige Schaltung des Eichgenerators ist in Bild 1 zu sehen. Für die Teiler werden Standard-CMOS-Bausteine verwendet. Der preiswerte 8-MHz-Quarz bietet ausreichende Genauigkeit und Stabilität und wird in einer Standard-Schaltung eines Rechteckoszillators mit einem NOR-Gatter (IC5a) betrieben, das als Inverter geschaltet ist. Der Quarz schwingt in einem Resonanzkreis mit C1 und C2, wobei C2 als Trimmer ausgeführt ist, um die Frequenz mit Hilfe eines entsprechend genauen Frequenzmessers oder einer externen Referenz exakt auf 8 MHz abgleichen zu können. Ein zweiter Inverter mit IC5b dient als Puffer für das Ausgangssignal des Oszillators.

Auch die beiden verbleibenden Gatter des 4001 (IC5c und IC5d) sind als Inverter geschaltet und bilden mit C5 und R6 einen RC-Oszillator, der mit einem Signal von etwa 1 kHz das Modulations-signal zur Amplitudenmodulation des HF-Marker-Signals liefert. Das 8-MHz-Signal des Quarzoszillators taktet das Flipflop IC1a, das die Frequenz durch 2 teilt. Das zweite Flipflop des ICs (IC1b) erhält seinen Takt vom Ausgang des ersten, so daß es ein Signal von 2 MHz an das nächste Flipflop (IC2a) weitergibt. Am Ausgang des letzten Flipflops der Kette (IC2b) liegen daher bereits 500 kHz. Das 1-MHz-Signal von IC2a liegt auch am Takteingang von IC3a, einem Dezimalzähler, der es durch 10 auf 100 kHz herunterteilt. Der zweite Zähler aus IC3 teilt nochmals durch 10 auf 10 kHz. Zwei weitere Flipflops,

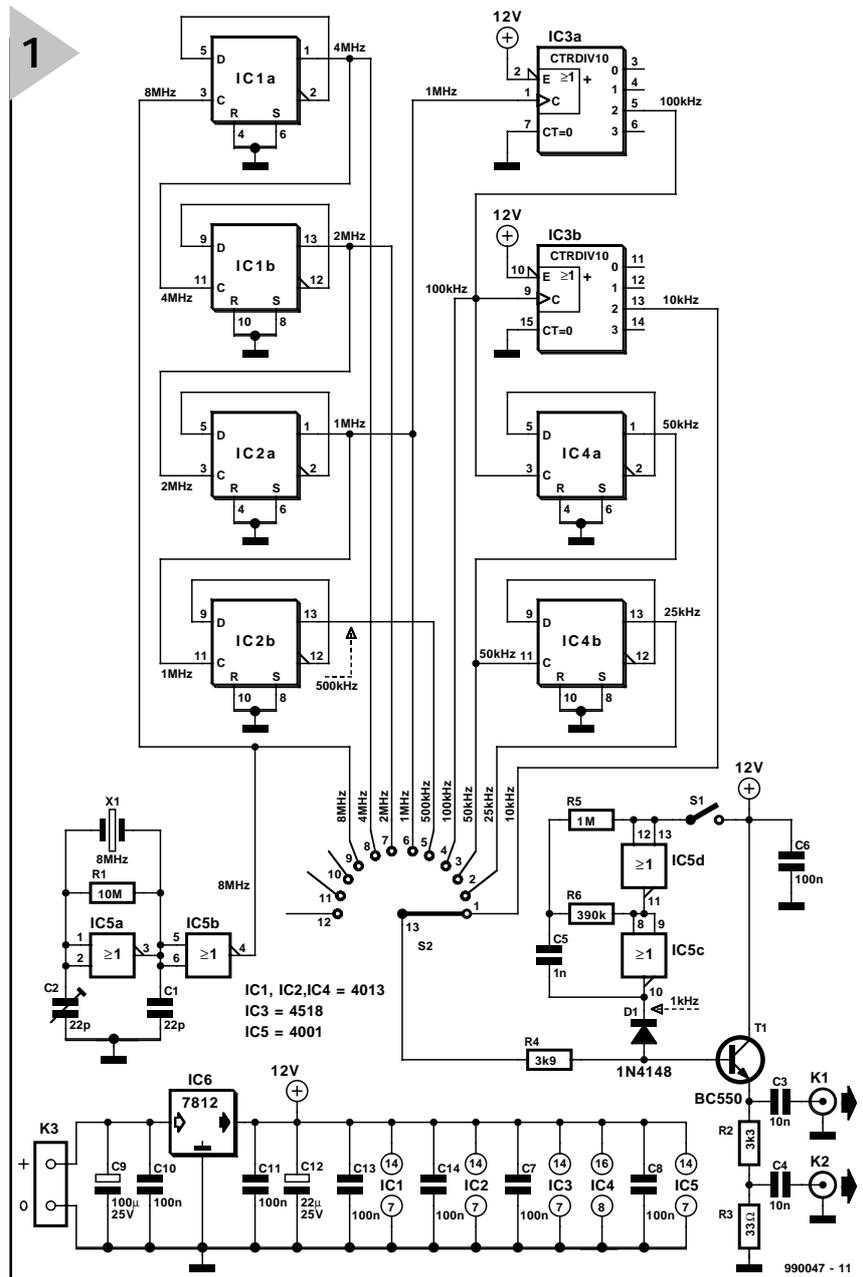


Bild 1. Schaltbild des Eichmarkengenerators, das aus einem 8-MHz-Quarzoszillator mit nachgeschalteten CMOS-Teilern besteht.

nämlich IC4a und IC4b teilen schließlich noch die 100 kHz von IC3a auf 50 kHz und auf 25 kHz. Insgesamt stehen daher an den Anschlüssen des Drehschalters S2 acht verschiedene Frequenzen zwischen 8 MHz und 10 kHz zur Verfügung. Transistor T1 dient nicht nur als niederohmige Ausgangsstufe des Markengebers, sondern gleichzeitig auch als Amplitudenmodulator, der bei geschlossenem Schalter S1 das 1-kHz-Signal des RC-Oszillators dem Markersignal von den Teilern aufmoduliert. Der Emitterwiderstand ist auf R2 und R3 aufgeteilt und bildet so einen Spannungsteiler, der an K2 ein Ausgangssignal mit relativ kleinem Pegel (20 – 50 mV) und niedriger Ausgangs-

impedanz liefert. Ebenfalls niederohmig, aber mit einem relativ hohen Pegel (ca. 10 V_{SS}) liegt das Ausgangssignal an K1.

Bei den verwendeten CMOS-Gattern und Teilern hängt die Durchlaufzeit und damit die Arbeitsgeschwindigkeit erheblich von der Höhe der Betriebs-spannung ab. Da die mit der höchsten Frequenz betriebenen ICs (IC1 und IC5) bei 8 MHz schon nahe an der maximalen Taktfrequenz liegen, muß die Betriebsspannung für eine sichere Funktion mindestens 12 V betragen. Da Betriebsspannungsschwankungen auch die Stabilität der Quarzfrequenz in einem bestimmten Maß beeinflussen können, wird die Spannung mit einem Regler (IC6) ausreichend konstant gehalten. Als Eingangsspannung erhält der Regler bei der Verwendung von zwei in Reihe geschalteten 9-V-Batterien nominal 18 V, es darf aber auch ein

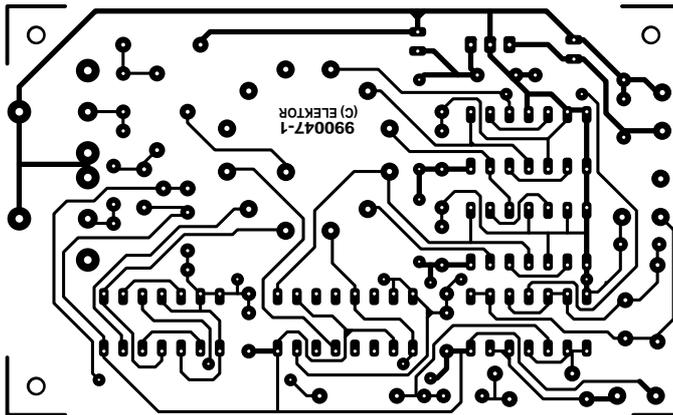
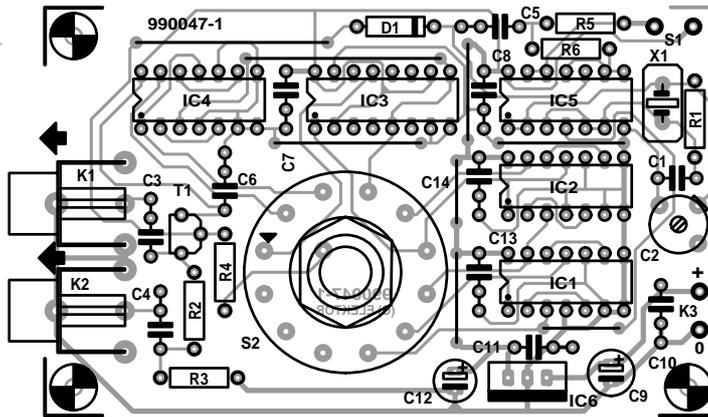
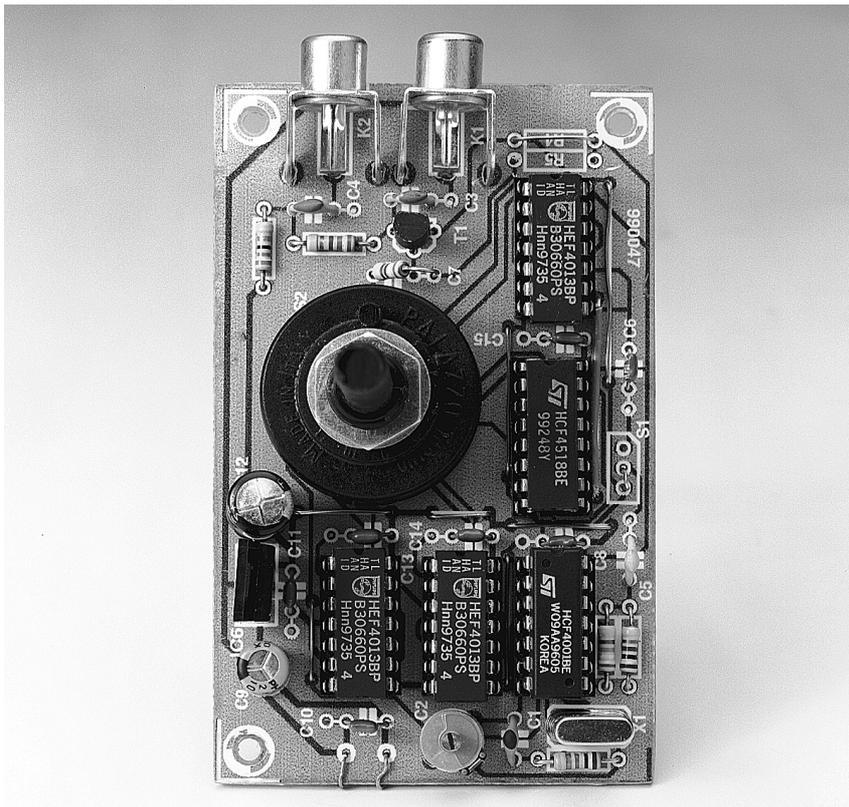


Bild 2. Layout der einseitigen Platine.

Bild 3. Die einbaufertig bestückte Musterplatine des Eichmarkengebers.



Stückliste

Widerstände:

R1 = 10 M
R2 = 3k3
R3 = 33 Ω
R4 = 3k9
R5 = 1 M
R6 = 390 k

Kondensatoren:

C1 = 22 p
C2 = Trimmkondensator 22 p
C3, C4 = 10 n
C5 = 1 n
C6, C7, C8, C10, C11, C13, C14 = 100 n
C9 = 100 μ/25V
C12 = 22 μ/25 V stehend

Halbleiter:

D1 = 1N4148
T1 = BC550
IC1, IC2, IC4 = 4013
IC3 = 4518 (siehe Text)
IC5 = 4001
IC6 = 7812

Außerdem:

X1 = 8 MHz Quarz
K1, K2 = Cinch-Buchse, gewinkelt für
Platinenmontage
S1 = Ein-/Aus-Schalter
S2 = 12-poliger Drehschalter, 1 Mutterkontakt, für Platinenmontage
K3 = 2 Lötstifte

Steckernetzteil mit einer (unstabileren) Leerlauf-Gleichspannung in dieser Größenordnung sein. Bei Verwendung eines unstabileren Steckernetzteils empfiehlt es sich, den Elko C9 etwas großzügiger zu bemessen (470 μF oder 1000 μF). Bei Nennspannung (18 V) beträgt die Stromaufnahme der Schaltung etwa 35 mA, bei entladenen Batterien (ca. 14 – 15 V) sind es nur noch etwa 25 mA.

PLATINE UND TEST

Alle Bauteile sind auf der Platine untergebracht (Bild 2), es handelt sich um eine einseitige Platine mit ein paar Drahtbrücken, die man nicht vergessen darf. Für die ICs sollte man Fasungen verwenden und beim Einsetzen die Beinchen nicht berühren. Die CMOS-ICs haben zwar durch Dioden geschützte Eingänge und gelten als relativ robust, aber sicher ist sicher, und eine kräftige statische Entladung kann auch einem geschützten Eingang den Garaus machen. Selbstverständlich darf man die ICs nicht einstecken oder herausnehmen, wenn an der Platine Betriebsspannung anliegt. Die fertig bestückte Platine ist zum Vergleich in Bild 3 zu sehen.

Vor dem Einbau in ein Gehäuse sollte man die Platine nochmals gründlich kontrollieren. Nach dem Anschluß der Betriebsspannung kontrolliert man die Stromaufnahme, die bei 18 V etwa 35 mA betragen sollte. Am Ausgang des

Spannungsreglers muß eine Spannung von 12 V zu messen sein.

So man einen Frequenzzähler oder ein Oszilloskop hat, kann man jetzt die einzelnen Frequenzen überprüfen. Ansonsten muß ein (Kurzwellen-)Empfänger für diesen Zweck verwendet werden, dazu gleich mehr.

ABGLEICH UND VERWENDUNG

Mit einem genauen Zähler gleicht man bei ausgeschalteter Modulation mit C2 die Frequenz von 8 MHz möglichst präzise ab. Wenn kein Zähler vorhanden ist, geht es auch mit dem Empfänger und einem Rundfunksender, der auf einer der erzeugten Markerfrequenzen sendet. Das ist zum Beispiel bei der "Deutschen Welle" der Fall, die mit 500 KW auf 6 MHz ein Programm abstrahlt. Wenn man den Empfänger auf diesen Sender abstimmt und gleichzeitig eine geeignete Markerfrequenz zuführt, kann man mit C2 die Differenzfrequenz (Pfeifton) auf Null

abgleichen. Bei der DW auf 6 MHz kann man als Markerfrequenz 1 MHz oder (besser) 2 MHz verwenden.

Für die Verbindung vom Eichmarkengeber zum Empfänger schließt man an K2 ein kurzes abgeschirmtes Kabel an. Alternativ kann man auch drahtlos einkoppeln, indem man an den Hochpegelausgang K1 ein Stück Draht als Antenne anschließt. Die strahlt dann zumindest genug Signal ab, um in die Antenne des direkt danebenstehenden Empfängers einzukoppeln. Um Übersteuerung des Empfängers zu vermeiden, sollte man den Markerpegel immer so niedrig wie möglich halten, sonst droht Nebenstellenempfang der Marker. In diesem Zusammenhang sei auch auf den möglichen Spiegelfrequenzempfang bei Superhets verwiesen.

Wenn der Empfänger einen BFO hat, verwendet man keine Modulation des Markers und stimmt mit dem BFO auf "zero beat" (Nulldurchgang des Differenztons) ab. Genauso werden auch Regenerativempfänger abgestimmt

(der Pendeloszillator muß dabei schwingen). Bei einem normalen AM-Empfänger ohne BFO muß man die Modulation einschalten, um die Frequenzmarkensignale hörbar empfangen zu können. Da die Harmonischen der Markersignale bis in den VHF-Bereich reichen, sollte man beim Abgleich eines Empfängers immer mit der höchsten verwendbaren Markerfrequenz beginnen. Für den Mittelwellenbereich zum Beispiel mit 1 MHz (der 2-MHz-Marker ist schon oberhalb des Bereichs), für Kurzwelle je nach Bereichsumfang mit 8 MHz, 4 MHz oder 2 MHz. Wenn man die Anzeige des Empfängers (Skala) mit den "großen" Marken gecheckt hat, arbeitet man sich langsam zu den niedrigen Markerabständen durch. Je nach Auflösung der Skala bis zu 100 kHz, 25 kHz oder (bei stark gespreizten Bändern) bis zu 10 kHz. Natürlich kann man den Marker bei Empfängern mit sehr grober Skala auch als (zuschaltbare) Abstimmhilfe verwenden.