

Angepaßt von  
Karl-F. Ruwisch

**Dekadische Referenzfrequenzen ohne DCF**

**Stückliste**

Empfänger und Dekadenteiler

- Widerstände:  
R1,R5 = 15 k  
R2,R6 = 33 k  
R3,R7,R10 = 1 k  
R4,R8 = 680 Ω  
R9,R17 = 220 Ω  
R11,R12,R14 = 4k7  
R13,R18 = 2k2  
R15 = 2k7  
R16 = 150 Ω  
P1 = 5k-

Trimpotentiometer

- Kondensatoren:  
C1 = 2n2, keramisch  
C2,C7 = 1 n/5% keramisch  
C3,C8 = 330 p/5%  
C4 = 22 µ/6V3  
C5,C9 = 2µ2/6V3  
C14 = 1 n  
C15 = 100 µ/6V3  
C16 = 68 µ/6V3  
C17 = 330 n  
C19 = 470p-Drehkondensator

Spulen:  
L1,L2 = 470 µH (Toko-)

Festinduktivität  
L3 = 200 Windungen CuL (∅ 0,2 mm) auf 200 mm langen Ferritstab mit 10 mm Durchmesser

- Halbleiter:  
T1 = BC 559C  
T2,T4,T5,T6 = BC 547B  
T3 = BC 557B  
D1 = LED rot  
IC1 = 567  
IC2...IC7 = 74LS90

Außerdem:  
Ohrhörer 30 Ω ...  
...3 kΩ

**Bild 1. Das Blockschaltbild zeigt die drei Funktionsgruppen der Zeitbasis.**

- Frequenznormal mit 198-kHz-Droitwich-Empfänger
- Frequenzabweichung maximal  $\pm 7 \cdot 10^{-11}$  Hz
- 6 Ausgangsfrequenzen: 100/10/1 kHz und 100/10/1 Hz
- nachbausicherer Geradeusempfänger
- einfache 5-V-Versorgung

# DROITWICH-ZEITBASIS

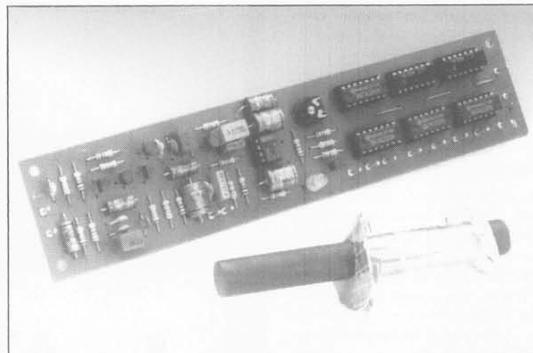
*Der Bedarf an hochgenauen Frequenzstandards ist in der Meßtechnik nach wie vor groß. Der DCF-77-Sender der PTB in Braunschweig, der üblicherweise als Referenz dient, hat den Nachteil, daß er mit beträchtlichem Schaltungsaufwand empfangen und aufbereitet werden muß. Unser Droitwich-Empfänger ist einfach, preiswert und ebenso stabil.*

Der in der Nähe von Birmingham gelegene Sender Droitwich strahlt mit 400 kW auf der Frequenz 198 kHz das Rundfunkprogramm BBC 4 und BBC World Service aus. Die Sendeleistung garantiert ungestörten Empfang im westlichen Teil Europas. Unsere Schaltung ist aber weniger auf den Programminhalt ausgerichtet als auf die Trägerfrequenz. Die ist, wie bei vielen Langwellensendern üblich, von einem Atomfrequenznormal abgeleitet. Damit sind Genauigkeit und Stabilität so hoch, daß sich eine gute Grundlage für die Erzeugung einer Referenzfrequenz zu Abgleichzwecken bietet. Das einzige Problem ist die Umsetzung der nicht gerade brauchbaren Trägerfrequenz auf praxisgerechtere Werte.

Eine passende Zeitbasis, die mit dem Droitwich-Signal arbeitet, haben wir bereits im Juni 1977 veröffentlicht. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Sendefrequenz allerdings noch (geregelt) 200 kHz. Die ursprüngliche Schaltung hat daraus mit einer Teilerkette sechs **dekadisch gestufte** Frequenzen im Bereich von 100 kHz...1 Hz erzeugt. Durch die vor einiger Zeit erfolgte Trägerfrequenzänderung von 200 kHz auf 198 kHz sind die Ausgangsfrequenzen jetzt natürlich alles andere als 10er-Potenzen... Da die Schaltung aus 1977 auch nach heutigem Stand der Technik ausreichend präzise und vor allen Dingen sehr einfach und preiswert nachzubauen ist, hat der Autor eine kleine Ergänzung entwickelt, die der Zeitbasis wieder zu den richtigen Ausgangsfrequenzen verhilft.

**Zeitbasis**

Aus dem Blockschaltbild in Bild 1 wird der relativ einfache Aufbau deutlich. Hinter einem abstimmba-



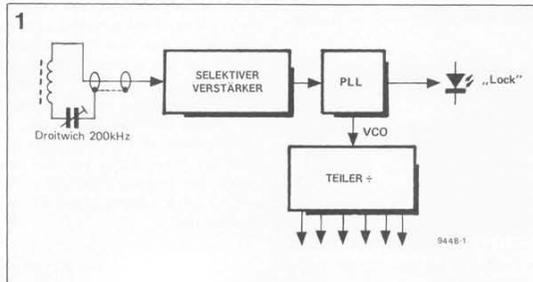
ren Schwingkreis, dessen Induktivität von der Ferritstabantenne gebildet wird, sorgt ein selektiver Verstärker für ausreichende Signalverstärkung und Unterdrückung unerwünschter Frequenzen. Die angeschlossene PLL-Schaltung rastet auf die Trägerfrequenz ein und wandelt sie in ein Rechtecksignal gleicher Frequenz um, das als Eingangssignal für eine dekadische Teilerkette dient.

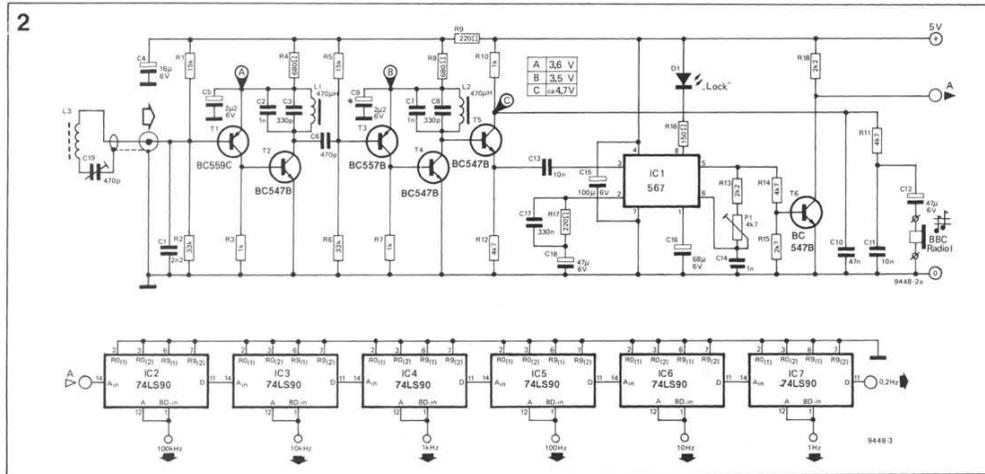
Die Schaltung des Empfängers in Bild 2 ist genauso übersichtlich. Die auf einen Ferritstab gewickelte Antennenspule L3, Trimmer C19 und der 2,2-nF-Kondensator C1 bilden den auf 198 kHz abgestimmten Empfangskreis. Die Transistoren T1...T5 verstärken das Eingangssignal etwa 250000fach.

Der freilaufende interne VCO im PLL-IC 567 ist mit der Kombination R13/P1/C14 auf etwa 200 kHz eingestellt. Das PLL-Ausgangssignal wird mit T6 gepuffert und an die Teilerkette IC2...IC7 gelegt. Alle Teiler-ICs sind auf Teilerfaktoren von 2 (Ausgang A) und 5 (Ausgang D) eingestellt. Die Ausgangsfrequenzen der einzelnen ICs unterscheiden sich also immer um den Faktor 10.

**Frequenzumsetzung**

Damit die Schaltung trotz der geänderten Sendefrequenz korrekte Ausgangssignale liefert, ist zwischen dem Ausgang der ersten PLL und dem Teilerketteneingang eine zweite PLL geschaltet. Aus der Blockschaltung in Bild 3 wird direkt

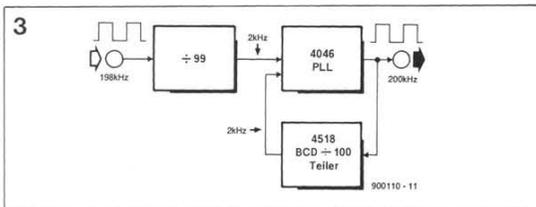




klar, warum es geht: Die 198 kHz am Ausgang der ersten PLL werden durch 99 auf 2 kHz geteilt und anschließend mit 100 multipliziert. In **Bild 4** ist die schaltungstechnische Realisierung zu sehen. Der Zähler IC1 ist mit den vier Dioden an den Q-Ausgängen als 99-Teiler geschaltet. Das 2-kHz-Signal von IC1 liegt am Eingang S<sub>IN</sub> von IC2. Das VCO-Ausgangssignal von IC2 (Pin 4) wird zweifach weiterverarbeitet: Es dient als Eingangssignal für die Teilerkette IC2...IC7 der Schaltung aus **Bild 2** und als Taktsignal für die beiden hintereinandergeschalteten 10er-Teiler von IC3a und IC3b. Der 4046 regelt die VCO-Frequenz so, daß die Frequenzen an den Eingängen S<sub>IN</sub> und C<sub>IN</sub> gleich sind. Da durch die Teiler IC3a/b die Frequenz an C<sub>IN</sub> 100 mal geringer ist als an S<sub>IN</sub>, wird sich am Ausgang Pin 4 nach einer kurzen Einschwingzeit eine Frequenz von exakt 200 kHz einstellen. Der Einschwingvorgang läßt sich an der LED D5 deutlich erkennen. Für korrekte Spannungsverhältnisse sorgt das Standard-Netzteil aus **Bild 6**.

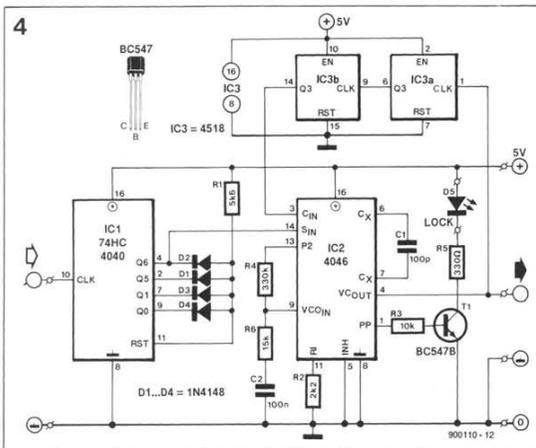
**Aufbau**

Die Bestückung der Platinen dürfte jedem halbwegs geübten Lötler keine Schwierigkeiten bereiten, eher schon die Anfertigung von L3 (**Bild 5a**). Etwa auf der Mitte eines 20 cm langen Ferritstabes müssen 200 Windungen aus etwa 0,2 mm dickem Kupferlackdraht gewickelt werden. Die einzelnen Lagen sollten mit Kleber fixiert werden, damit ausreichende mechanische Stabilität gewährleistet ist.



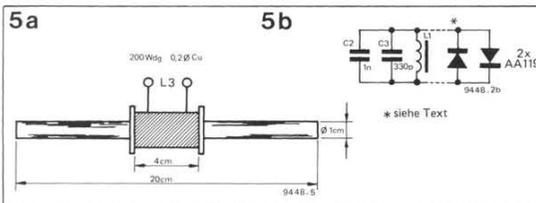
**Bild 2.** Die Schaltung ist nicht sehr aufwendig und auch ohne schwierige Abgleichaktionen nachzubauen.

**Bild 3.** Mit dem 198/200-kHz-Umsetzer liefert die ursprüngliche Zeitbasis wieder die gleichen Referenzfrequenzen wie vor der Sendefrequenzumstellung.

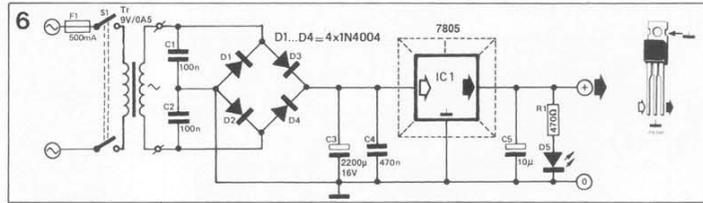


**Bild 4.** Das Schaltbild ist kaum mehr als das Blockschaltbild: Zwei Teiler und eine PLL.

**Bild 5.** Die Ferritstabantenne (5a) ist einfach herzustellen. Die beiden Dioden (5b) parallel zum Kollektorkreis von T2 verhindern Übersteuerungen durch zu hohe Empfangsfieldstärken.



- Stückliste**  
 Frequenzumsetzer  
 Widerstände:  
 R1 = 5k6  
 R2 = 2k2  
 R3 = 10 k  
 R4 = 330 k  
 R5 = 330 Ω  
 R6 = 15 k



**Bild 6.** Das Netzteil ist die typische Standardaplikation mit dreibeinigem Spannungsregler.

**Bild 7.** Auf der langen Empfängerplatine muß eine Leiterbahn aufgetrennt werden.

**Bild 8.** Der Kühlkörper ist bei Bestückung mit LS-TTL-ICs überflüssig.

**Bild 9.** Auf der Platine ist die zweite PLL-Schaltung untergebracht. Erforderlicher Abgleich: Keiner.

Kondensatoren:  
C1 = 100 p  
C2 = 100 n

Halbleiter:  
D1...D4 = 1N 4148  
D5 = LED rot  
T1 = BC 547B  
IC1 = 74HC4040  
IC2 = 4046  
IC3 = 4518

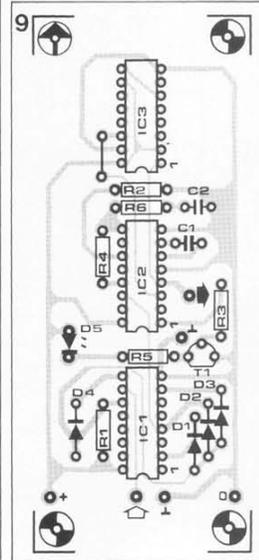
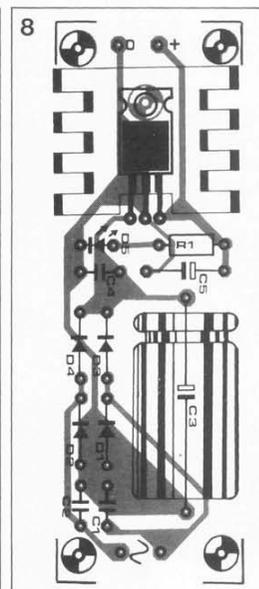
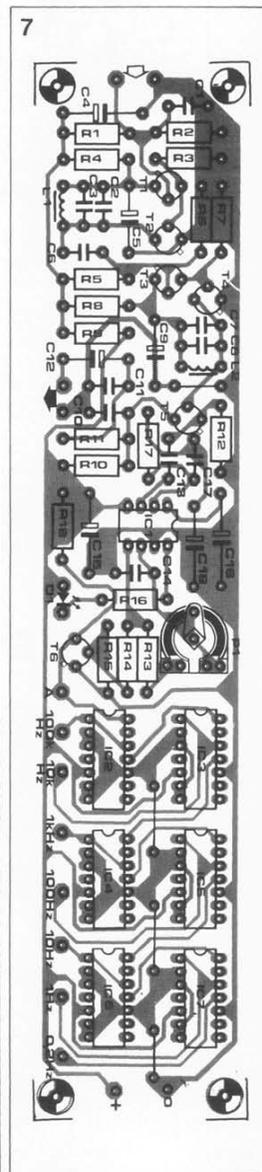
**Stückliste**  
Spannungsversorgung

Widerstand:  
R1 = 150 Ω

Kondensatoren:  
C1, C2 = 100 n  
C3 = 2200 µ/16 V  
C4 = 470 n  
C5 = 10 µ/6V3

Halbleiter:  
D1...D4 = 1N 4001  
D5 = LED rot  
IC1 = 7805

Außerdem:  
Tr1 = Trafo 9 V/0,5 A



Auf der langen Empfängerplatine (**Bild 7**) muß man die Leiterbahn zwischen Anschlußpunkt A und Pin 14 von IC2 unterbrechen. Hier liegt das Ausgangssignal der ersten PLL, das jetzt zum Eingang der Platine in **Bild 9** geschaltet werden muß. Das Ausgangssignal der zweiten PLL-Schaltung muß dann wieder an Pin 14 von IC2 der Teilerkette angeschlossen werden.

Der Bestückungsplan des Netzteils ist in **Bild 8** zu sehen. Der Kühlkörper für den Spannungsregler ist nur bei der ursprünglich vorgeschlagenen Bestückung der Teilerkette mit TTL-ICs nötig (wo gab's '77 schon was anderes?). Wenn man LS-TTL-ICs einsetzt, kann der Regler den erforderlichen Strom auch ohne Kühlung liefern.

### Der Abgleich

ist durch den Kopfhörerausgang wesentlich vereinfacht. Man braucht dazu keine Meßinstrumente, sondern lediglich einen simplen Kopfhörer, der zwischen den Minus-Pol von C12 und Masse des Empfängers angeschlossen wird. Wenn der Ferritstab korrekt gewickelt ist, sollte man eine Einstellung von C19 finden, bei der sich ein guter Empfang von BBC 4 einstellt. Gleichzeitig kann man den Ferritstab rechtwinklig zur Senderichtung drehen. Die optimale Stellung macht sich mit maximaler Lautstärke im Kopfhörer bemerkbar.

Anschließend wird P1 so lange verstellt, bis die Lock-LED D1 auf der Empfängerplatine ausgeht. Mit Oszilloskop oder Frequenzzähler sollten sich jetzt 198 kHz am Ausgang A des Empfängers messen lassen. Da die zweite PLL und die anschließende Teilerkette fest eingestellt sind, gibt es auch nichts abzugleichen.

Abhängig von der Empfangssignalarstärke muß der Empfänger unter Umständen unempfindlicher gemacht werden. Dazu reichen zwei antiparallel geschaltete Dioden parallel zum Parallelschwingkreis in der Kollektorleitung von T2 (**Bild 5b**), die für eine Signalbegrenzung auf etwa  $\pm 0,6$  V sorgen. Diese Maßnahme ist aber nur erforderlich, wenn der Empfänger durch zu hohe Feldstärken übersteuert wird.