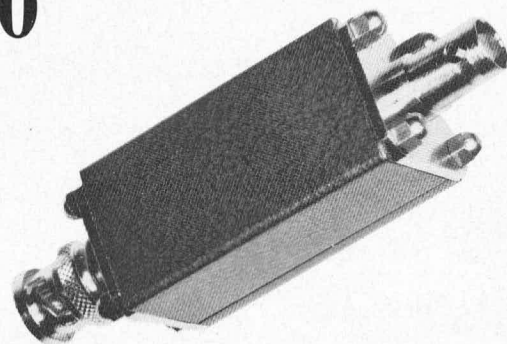


# 1 GHz-Frequenzverteiler mit Teilungsfaktor 1:100



mit freundlicher Unterstützung  
der Firma ok-elektronik

**Die nachfolgend beschriebene Schaltung zeigt, wie mit Hilfe eines preiswerten HF-Teiler-IC's ein Frequenzteiler aufgebaut werden kann, dessen Frequenzbereich bei hoher Empfindlichkeit weit über 1 GHz hinausreicht und der ohne problematische Abgleicharbeiten auskommt.**

## Zur Schaltung

Die üblicherweise in der Hochfrequenzmeßtechnik verwendeten Verteiler-IC's weisen den Nachteil auf, daß sie gewöhnlich recht teuer und außerdem schwer beschaffbar sind. Bei der vorliegenden Schaltung fiel die Wahl deshalb auf das IC U 664 B, das aufgrund seines häufigen Einsatzes in Fernsehgeräten vergleichsweise preiswert angeboten wird.

Der Frequenzbereich dieses IC's reicht laut Datenblatt von 30 MHz bis 1 GHz, typisch werden jedoch 20 MHz bis über 1,2 GHz verarbeitet, wobei erst im oberen und unteren Grenzbereich die Empfindlichkeit langsam nachläßt. Messungen im 24 cm-Band sind regelmäßig möglich.

Besonders vorteilhaft erweist sich der empfindliche Eingang des U 664 B, der einen zusätzlichen Vorverstärker erübrigt. Die typische Eingangsempfindlichkeit liegt im Bereich 80 MHz bis 1 GHz bei 5 bis 15 mV<sub>eff</sub>. Wie das Schaltbild zeigt, gelangt die Meßfrequenz — deren Spannung maximal 5 V<sub>eff</sub> betragen darf — über Kondensator C 1 direkt auf den Eingang von IC 1 (Pin 2). Der Teilungsfaktor von IC 1 beträgt 1:64. Die durch 64 geteilte Eingangsfrequenz steht an den Differentialausgängen Pin 6 + 7 von IC 1 zur Verfügung. In der vorliegenden Schaltung wird nur ein Ausgang (Pin 6) benötigt.

Der Pegel dieses Signals liegt knapp unterhalb der positiven Versorgungsspannung und hat eine Amplitude von ca. 750 mV (ECL-Pegel). Da dieser Pegel zu gering ist, um TTL-Schaltkreise anzusteuern, ist eine Pegelwandlerstufe erforderlich, die mit T 1 aufgebaut ist. Hierfür ist unbedingt ein schneller Schalttransistor — wie z. B. der Typ 2 N 3906 — erforderlich, da am Ausgang von IC 1 immerhin noch Frequenzen von gut 20 MHz auftreten.

Der von IC 1 gelieferte Teilungsfaktor von 1:64 ist ungünstig, weil auf einem nachfolgend angeschlossenen Frequenzzähler das Meßergebnis nicht ohne umständliches

Umrechnen abgelesen werden könnte. Das Signal muß deshalb noch weiter verarbeitet werden, um auf den gewünschten dezimalen Teilungsfaktor von 1:100 zu kommen. Diese Aufgabe übernehmen IC 2 und IC 3, sogenannte „rate multipliers“ (74167). Mit Hilfe dieser IC's lassen sich aus jeweils 10 Eingangsimpulsen (Pin 9) 0 bis 9 Impulse ausblenden, je nach Beschaltung der Steuereingänge (Pins 2, 3, 14, 15). Werden wie hier Anschluß 3 auf Plus und Anschlüsse 2, 14, 15 auf Masse gelegt, erscheinen von jeweils 10 Eingangsimpulsen nur 8 Impulse am Ausgang Pin 6, d. h., der Teilungsfaktor beträgt 8:10 gleich 4:5 pro IC.

Für die gesamte Teilerkette bestehend aus IC 1, 2 und 3 ergibt sich damit folgender Gesamtteilungsfaktor:

$$\frac{1}{64} \times \frac{4}{5} \times \frac{4}{5} = \frac{1}{100}$$

Die Arbeitsweise von IC 2 und IC 3 läßt sich am besten anhand eines Impulsdigrammes (Bild 1) verdeutlichen. Frequenz A stellt hierbei die Ausgangsfrequenz von IC 1 dar, also die bereits durch 64 geteilte Meßfrequenz. IC 2 unterdrückt von dieser Frequenz jeden 5. Impuls, so daß sich bis hier ein Teilungsfaktor von 1:80 ergibt. Von dieser Frequenz (B) wird von IC 3 wiederum jeder 5. Impuls unterdrückt. Wie das Diagramm zeigt, besteht ein vollständiger Zyklus aus 25 Impulsen von IC 1, die zu 16 Impulsen am Ausgang der Schaltung führen

(Pin 6, IC 3), d. h. 100 Impulse von IC 1 ergeben entsprechend 64 Ausgangsimpulse. Der gesamte Teilungsfaktor wird dadurch 1:100, da IC 1 die Meßfrequenz bereits durch 64 geteilt hat.

Die Versorgungsspannung der Schaltung wird extern über eine 3,5 mm Klinkenbuchse zugeführt und kann ungestabilisiert 7 bis 12 V betragen (220 mA). Geeignet sind zum Beispiel handelsübliche Steckernetzteile. Die Stabilisierung erfolgt mit dem bekannten Festspannungsregler des Typs 7805 (IC 4).

## Zum Nachbau

Da Bestückung und Montage einige Besonderheiten aufweisen, sollten die folgenden Hinweise beachtet werden. Bei der Bestückung der Platine müssen alle Bauteile so flach wie möglich montiert werden. Die Verwendung von IC-Fassungen ist auf keinen Fall möglich. Erfahrungsgemäß macht der Tantal C 4 die meisten Schwierigkeiten, er muß notfalls umgebogen werden, damit die Platine ins Gehäuse paßt.

Vor dem Einsetzen der IC's muß zunächst Pin 1 von IC 1 abgeschnitten werden. Pin 2 wird vorsichtig hochgebogen, dieser Anschluß wird später in freier Verdrahtung über C 1 mit der Eingangsbuchse verbunden (siehe Bild 2). Diese etwas eigenwillige Konstruktion ist wegen der hier auftretenden hohen Frequenzen erforderlich.

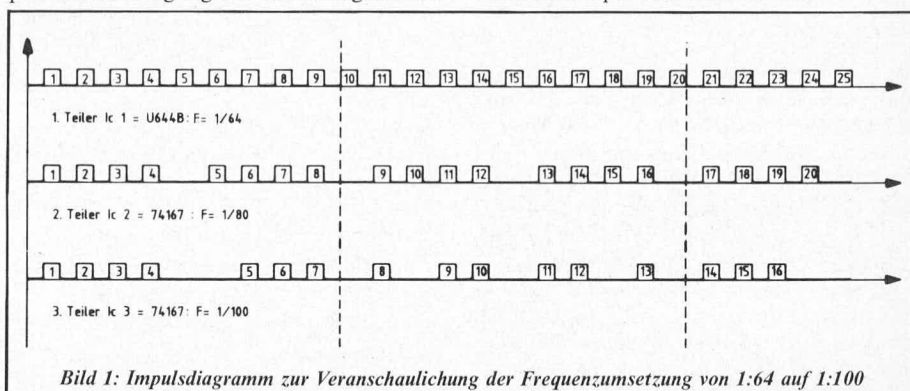
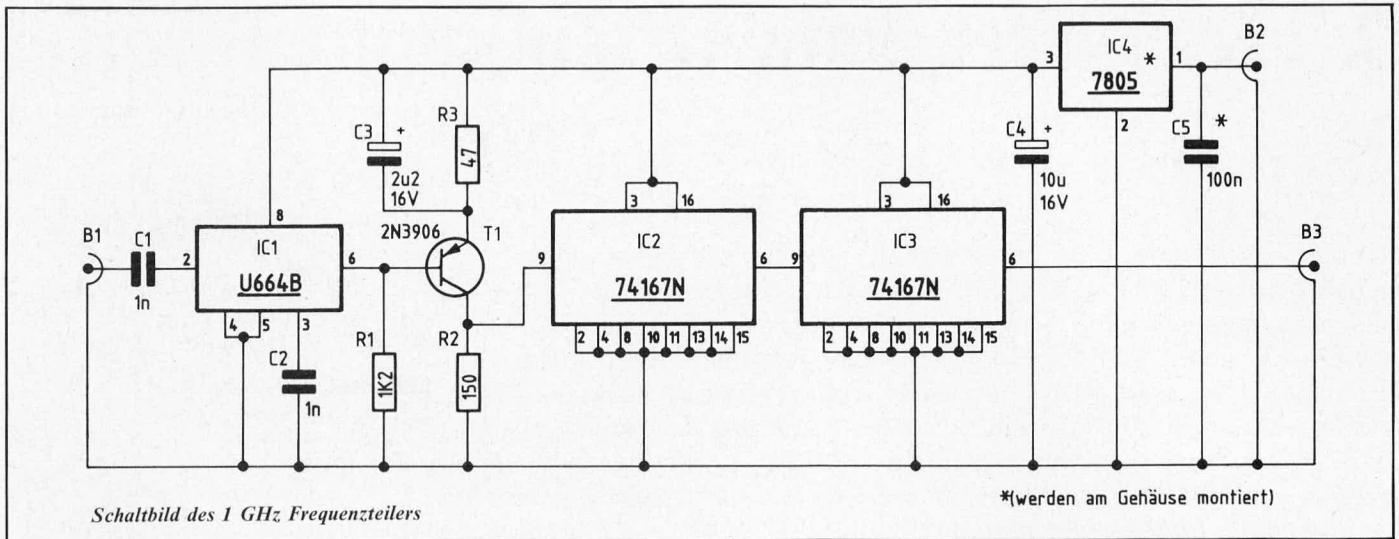


Bild 1: Impulsdigramm zur Veranschaulichung der Frequenzumsetzung von 1:64 auf 1:100



Ebenso wird Pin 6 von IC 3 hochgebogen und später mit einem kurzen Drahtstück an Buchse B 3 angeschlossen. Zum Schluß der Bestückung werden an den beiden Außenseiten der Platine zwei 1 mm Lötnägel eingesetzt.

Als nächstes werden im Gehäuse des Vorteilers die beiden BNC-Anschlüsse auf ca. 1,5 mm gekürzt, so daß die Platine senkrecht stehend dazwischen paßt. Die Buchse B 2, der Spannungsregler IC 4 und der Kondensator C 5 werden so an der Rückwand des Gehäuses montiert, wie in Bild 2 dargestellt. Dazu werden die Anschlüsse 1 und 2 des 7805 so gekürzt, daß sie direkt mit den Buchsenanschlüssen verlötet werden können. C 5 wird an dieselben Anschlüsse angelötet und kann flach auf dem 7805 aufliegen. Pin 3 des 7805 wird nicht gekürzt, sondern direkt am Gehäuse vorsichtig nach vorn gebogen.

Jetzt kann die Platine senkrecht stehend ins Gehäuse eingesetzt werden. Die Lötseite liegt dabei flach auf der Klinkenbuchse auf. Anschluß 3 des 7805 wird von der Lötseite der Platine durch die Bohrung neben IC 1 gesteckt, umgebogen und direkt mit Pin 8 von IC 1 verlötet. Dies stellt die Plusversorgung der Platine dar.

Die beiden Massefahnen an den Stirnseiten des Gehäuses werden mit den beiden Lötnägeln der Platine verbunden. Danach werden die Anschlüsse zu den Buchsen B 1 und B 3 hergestellt. Pin 6 von IC 3 wird unmittelbar mit Buchse B 3 verbunden. Zwischen Buchse B 1 und Pin 2 von IC 1 wird Kondensator C 1 eingelötet. Diese Verbindung soll so kurz wie möglich sein.

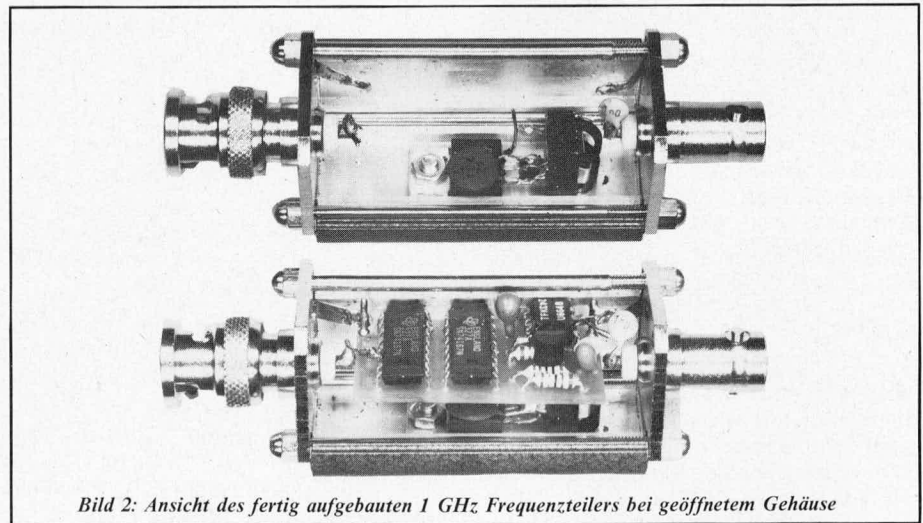
**Inbetriebnahme**

Nach Anschluß einer geeigneten Versorgungsspannung (7-12 V, 220 mA) an die Klinkenbuchse kann der Vorteiler in Betrieb genommen werden. Grundsätzlich kann der Vorteiler an jeden Frequenzzähler angeschlossen werden, der imstande ist, 1/64 der zu messenden Frequenz zu verarbeiten. Dies liegt daran, daß die Folgefrequenz der Ausgangsimpulse des Vorteilers 1/64 der Meßfrequenz beträgt, obwohl nur 1/100 der Impulse durchgelassen werden (siehe auch Impulsdigramm). So können mit einem 10 MHz-Zähler — wie z. B. dem FZ 10 M

Taschenfrequenzzähler — Frequenzen bis 640 MHz gemessen werden:  
640 MHz / 64 = 10 MHz

In der Praxis werden jedoch Werte über 800 MHz erreicht (in Verbindung mit dem FZ 10 M). Um den vollen Frequenzbereich des Vorteilers auszuschöpfen, sollte der angeschlossene Frequenzzähler bis mindestens 20 MHz messen können.

Nach Möglichkeit sollte der 1 GHz-Vorteiler immer direkt auf die Eingangsbuchse des Frequenzzählers aufgesteckt werden. Verbindungskabel stören hier nur, weil unter Umständen durch Leitungsreflexionen eine Verdoppelung des Meßergebnisses auftreten kann. Ist ein Direktanschluß nicht möglich, sollte der verwendete Zähler über einen Eingangsabschwächer verfügen, um diesen Effekt zu unterbinden.



**Stückliste: 1 GHz-Vorteiler**

**Halbleiter:**

IC 1	.....	U664B
IC 2	.....	SN74167N
IC 3	.....	SN74167N
IC 4	.....	7805
T 1	.....	2N3906

**Kondensatoren:**

C 1	.....	1 nF keramisch
C 2	.....	1 nF keramisch
C 3	.....	2,2 µF/16 V Tantal
C 4	.....	10 µF/16 V Tantal
C 5	.....	100 nF keramisch

**Metallfilmwiderstände 1 %**

R 1	.....	1,2 k
R 2	.....	150 Ω
R 3	.....	47 Ω

**Sonstiges:**

- 1 HF-Gehäuse mit integrierten BNC-Anschlüssen
- 1 3,5 mm Klinkenbuchse
- 1 Schraube 3 x 6 mm
- 1 Mutter M 3
- 2 Lötnägel 1 mm

