

# Universal-Frequenzvervielfacher

*Zur Erhöhung der Auflösung im Bereich von ca. 10 Hz bis 1 kHz bei Frequenzzählern, dient dieser universell einsetzbare Frequenzvervielfacher. Die Ausgangsfrequenz beträgt wahlweise das 10- oder 100fache der Eingangsfrequenz.*

## Allgemeines

Das Funktionsprinzip der am meisten gebräuchlichen Frequenzzähler beruht darauf, daß die einzelnen Impulse der zu messenden Eingangsfrequenz für eine ganz bestimmte Zeitdauer gezählt und zur Anzeige gebracht werden.

Bei einer Meßfrequenz von z. B. 100 kHz und einer Torzeit (Meßzeitraum) von 1,0 Sekunden, ergibt sich auf der Digital-Anzeige ein Wert von 100 000. Dies bedeutet eine Auflösung von 1 Hz. Läßt man die Genauigkeit der Quarzeitbasis unberücksichtigt, ergibt sich allein aufgrund des Digitalfehlers von  $\pm 1$  Digit eine maximal mögliche Genauigkeit von  $10^{-5}$  entsprechend 0,001 %. In der Praxis ist zu diesem Fehler selbstverständlich noch die Toleranz der Quarzeitbasis hinzuzurechnen, die im allgemeinen in ungefähr gleicher Größenordnung liegt.

Bei einer Meßfrequenz von z. B. 50 Hz sehen die Genauigkeitsbetrachtungen deutlich ungünstiger aus. Auf der Anzeige erscheint bei gleicher Torzeit (1,0 s) ein Wert von „50“. Der grundsätzlich bei digitalen Meßgeräten zu berücksichtigende Meßfehler von  $\pm 1$  Digit, erlaubt dadurch eine maximale Genauigkeit von  $\pm 2$  % zuzüglich der Toleranz der Quarzeitbasis, die hierbei allerdings praktisch nicht mehr ins Gewicht fällt.

Durch eine Erhöhung der Auflösung läßt sich nun der Digital-Fehler reduzieren. Dies kann z. B. durch eine Vergrößerung der Torzeit von 1,0 auf 10,0 Sekunden (0,1 Hz Auflösung) bzw. 100,0 Sekunden

(0,01 Hz Auflösung) erreicht werden. In vielen Fällen erweist sich dann aber die große Meßzeitdauer als störend, da für die Anzeige des Meßwertes jeweils mehr als 10 s bzw. 100 s benötigt werden.

Durch den Einsatz eines digital arbeitenden Frequenzvervielfachers, wie er in dem hier vorliegenden Artikel ausführlich beschrieben wird, kann die Auflösung eines entsprechenden Frequenzzählers um das 10- bzw. 100fache erhöht werden, unter Beibehaltung der kurzen Torzeit.

Ohne Änderungen an einem bereits bestehenden Frequenzzähler vornehmen zu müssen, kann durch die Vervielfachung der Eingangs-Meßfrequenz von z. B. 50 Hz, auf der Anzeige des Frequenzzählers „50.00“ abgelesen werden, wobei der Punkt links neben der zweiten Dezimalstelle allerdings separat über einen Umschalter anzusteuern ist (kann auch entfallen, wenn der Anwender des Frequenzvervielfachers weiß, daß die Eingangs-Meßfrequenz mit 100 multipliziert wurde).

## Zur Schaltung

Der eigentliche Frequenzvervielfacher besteht aus den beiden ICs 1 und 2. Die Meßfrequenz wird auf den Steuereingang (Pin 14) des IC 1 gegeben. Dieses IC stellt in Verbindung mit dem IC 2 sowie Zusatzbeschaltung (R 1 bis R 3, C 1, C 2) einen programmierbaren, d. h. umschaltbaren Frequenzvervielfacher dar. Die Funktionsweise ist wie folgt:

Das IC 1 vergleicht zwei Frequenzen miteinander, die an den beiden Eingängen Pin

### Technische Daten (typ):

$f_{\text{ein, min}}$	..... 6 Hz
$f_{\text{out, max}}$	7,5 kHz ( $U_B = 5$ V), 10 kHz ( $U_B = 10$ V), 20 kHz ( $U_B = 15$ V)
$f_{(1:1)}$	..... DC bis 5 MHz (Schalterstellung: „x 1“)
$U_B$	..... 5 V bis 15 V

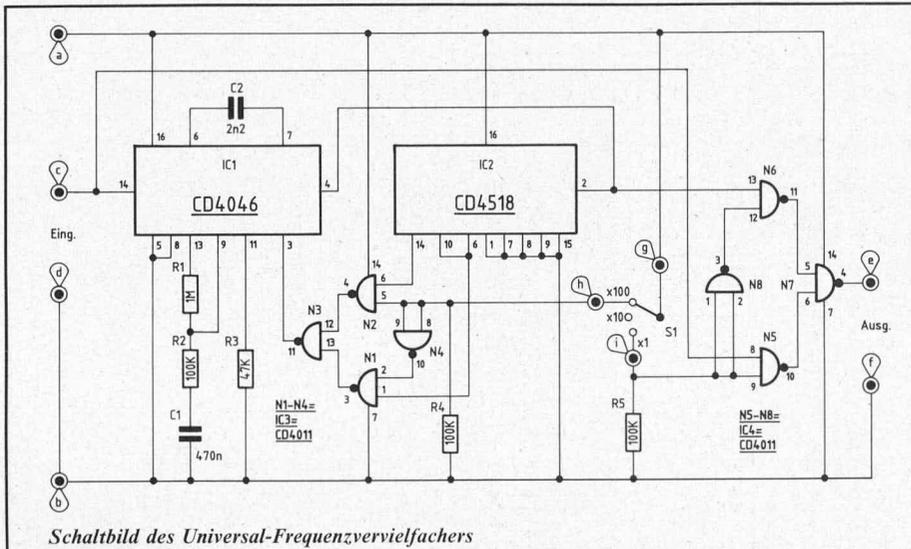
3 und Pin 14 anliegen. Die hieraus gewonnenen Informationen dienen zur Steuerung der Ausgangsfrequenz, die an Pin 4 des IC 1 ansteht. Ist die Frequenz an Pin 3 kleiner als diejenige an Pin 14, so erhöht sich die Ausgangsfrequenz an Pin 4, während bei größerer Frequenz an Pin 3 als an Pin 14 die Ausgangsfrequenz an Pin 4 absinkt. Eine Frequenzkonstanz wird in dem Moment an Pin 4 erreicht, wenn sowohl Frequenz als auch Phasenlage der beiden an Pin 3 und Pin 14 anliegenden Eingangsfrequenzen genau gleich sind.

Würde man jetzt z. B. Pin 4 mit Pin 3 verbinden, ergäbe sich eine Frequenzgleichheit zwischen der Frequenz am Ausgang (Pin 4) und am Eingang (Pin 14). Dies beruht, wie bereits erwähnt, auf der Tatsache, daß sich die Ausgangsfrequenz des IC 1 (Pin 4) immer so einstellt, daß die am Eingang Pin 3 anstehende Frequenz exakt gleich ist mit der Steuerfrequenz an Pin 14.

In der vorliegenden Schaltung ist jetzt aber der Ausgang (Pin 4) des IC 1 nicht direkt mit dem Rückführungseingang (Pin 3) verbunden, sondern über eine programmierbare, digitale Frequenzteilerschaltung.

Die Gatter N 1 bis N 4 sorgen je nach Schalterstellung von S 1 für eine digitale Verbindung zwischen den Ausgängen Pin 10 oder Pin 14 des IC 2 mit dem entsprechenden Eingang Pin 3 des IC 1.

In der eingezeichneten Schalterstellung von S 1 wird das an Pin 14 des IC 2 anstehende Rechtecksignal über die Gatter N 2 und N 3 auf den Eingang Pin 3 des IC 1 durchgeschaltet.



Im IC 2 sind zwei Dekadenzähler enthalten, die eine an Pin 2 des IC 2 anliegende Eingangsfrequenz jeweils durch 10 teilen, d. h. an Pin 10 des IC 2 steht die Eingangsfrequenz durch 10 und an Pin 14 durch 100 dividiert an.

Damit nun die Frequenz an Pin 3 des IC 1 mit der an Pin 14 anliegenden Steuerfrequenz übereinstimmt, muß die Ausgangsfrequenz des IC 1 (Pin 4) genau 100mal größer sein, als die Eingangsfrequenz. Als einfaches Zahlenbeispiel wollen wir eine Eingangsfrequenz von 100 Hz annehmen und uns die übrigen Frequenzverhältnisse dieser Vervielfacherschaltung ansehen.

Damit an Pin 3 des IC 1 ebenfalls 100 Hz anstehen, muß die Ausgangsfrequenz an Pin 4  $100 \text{ Hz} \times 100 = 10000 \text{ Hz}$  betragen. Eine Teilung mit IC 2 durch 100, macht aus den  $10000 \text{ Hz}$  (Pin 2 des IC 2) wieder  $100 \text{ Hz}$  (Pin 14 des IC 2). Nur wenn die Ausgangsfrequenz des IC 1 (Pin 4) exakt 100mal so groß ist wie die Eingangsfrequenz an Pin 14, liegt eine Frequenzgleich-

heit der an Pin 3 und Pin 14 anstehenden Frequenzen vor. Durch die phasenstarre Kopplung von Eingangs- und Ausgangsfrequenz, kann mit Hilfe dieser Schaltung eine exakt arbeitende Frequenzvervielfachung vorgenommen werden.

Wird S 1 in die Mittelstellung gebracht, so gelangt die an Pin 10 des IC 2 anstehende und durch 10 dividierte Frequenz über die Gatter N 1 und N 3 auf den entsprechenden Eingang Pin 3 des IC 1, so daß die an Pin 4 des IC 1 anstehende Frequenz 10mal so groß ist wie die Eingangsfrequenz der Schaltung, die an Pin 14 des IC 1 anliegt.

Befindet sich S 1 in Stellung „x 1“, so gelangt das Eingangssignal (Platinenanschlußpunkt „c“) direkt über die Gatter N 5 und N 7 auf den Schaltungsausgang (Platinenanschlußpunkt „e“), während in den beiden anderen Schalterstellungen die mit 10 bzw. 100 multiplizierte und an Pin 4 des IC 1 anliegende Eingangsfrequenz über N 6 und N 7 zum Schaltungsausgang geführt wird.

Die Ansteuerung der Umschaltung kann entweder über einen manuell zu betätigenden Kipp- bzw. Schiebeschalter erfolgen oder auch elektronisch ausgeführt werden. In letztgenanntem Fall müssen die Signalpegel zur Ansteuerung der Gatter N 1, N 2, N 5, N 8, dem Versorgungsspannungspegel des Frequenzvervielfachers entsprechen (gleiche Größe).

### Zum Nachbau

Die Schaltung wird auf einer einzigen kleinen Leiterplatte untergebracht, die zum Einbau in die entsprechenden Gehäuse der beiden Einbauzähler EZ 1 (ELV 39) bzw. EZ 2 (ELV 41) geeignet ist.

Die Bestückung wird anhand des Bestückungsplanes in gewohnter Weise vorgenommen, wobei zunächst die passiven und anschließend die aktiven Bauteile (ICs) einzulöten sind.

Vor der Inbetriebnahme sollte die Bestückung nochmals sorgfältig überprüft werden. Dem Einsatz steht nun nichts mehr im Wege.

### Stückliste Frequenzvervielfacher

#### Halbleiter

IC 1 .....	CD 4046
IC 2 .....	CD 4518
IC 3, IC 4 .....	CD 4011

#### Kondensatoren

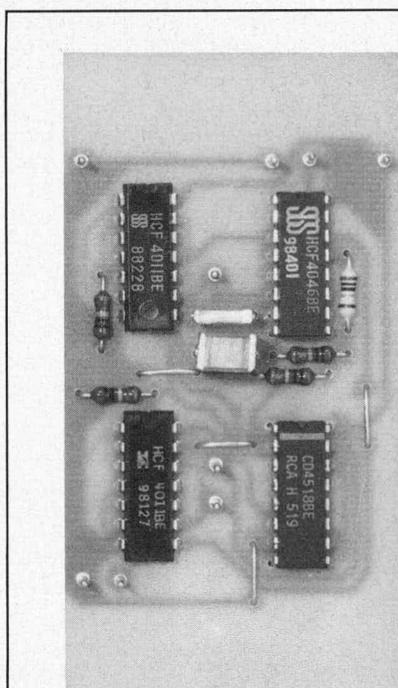
C 1 .....	470 nF
C 2 .....	2,2 nF

#### Widerstände

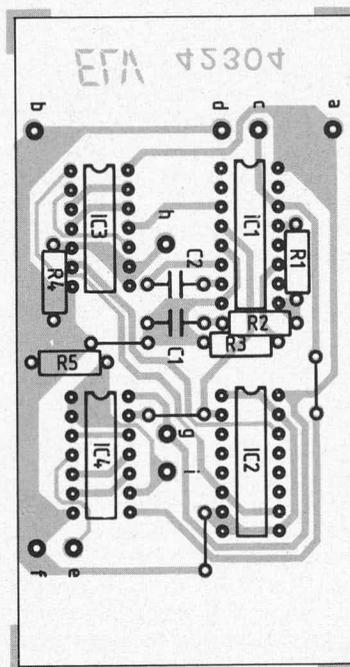
R 1 .....	1 M $\Omega$
R 2, R 4, R 5 .....	100 k $\Omega$
R 3 .....	47 k $\Omega$

#### Sonstiges

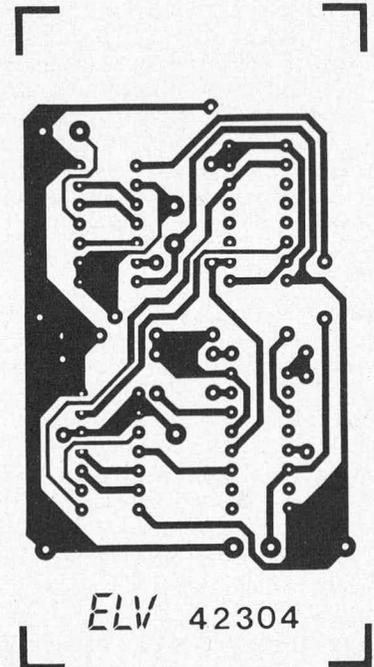
9 Lötstifte



Ansicht der fertig bestückten Platine des Universal-Frequenzvervielfachers



Bestückungsseite der Platine des Universal-Frequenzvervielfachers



ELV 42304

Leiterbahnseite der Platine des Universal-Frequenzvervielfachers