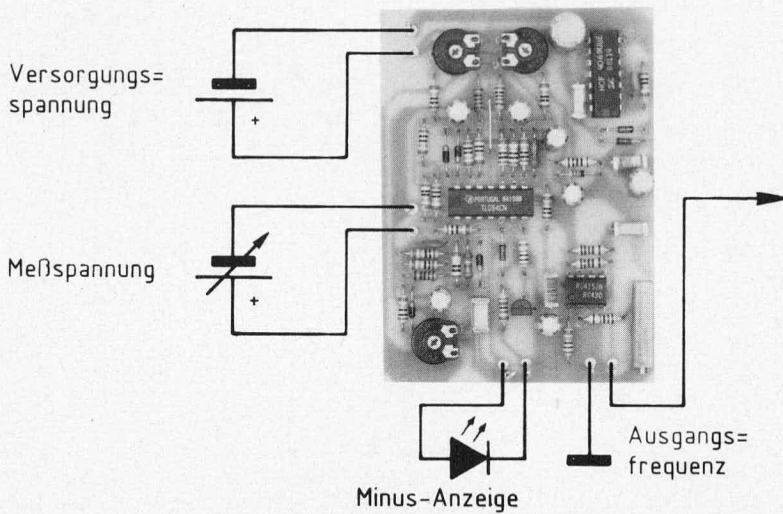


# Frequenzzähler-Zusatz: Spannungsmeßvorsatz



*Durch die Umsetzung einer analogen Eingangsspannung in eine proportionale Ausgangsfrequenz, kann ein Frequenzzähler zu einem Voltmeter aufgerüstet werden.*

*Mit der hier vorgestellten Zusatzschaltung können Gleichspannungen  $\pm 1000\text{ mV}$  sowie Wechsellspannungen von  $1000\text{ mV}_{\text{eff}}$  im Frequenzbereich von  $10\text{ Hz}$  bis  $5\text{ kHz}$  bei einer Genauigkeit von typ  $0,5\%$  gemessen werden. Die Ausgangsfrequenz beträgt  $1000\text{ Hz}$  bei einer Eingangsspannung von  $1000\text{ mV}$ , so daß sich bei einer Frequenzzähler-Torzeit von  $1\text{ Sekunde}$  eine Anzeige von „1000“ ergibt.*

## Allgemeines

Vielfach besteht der Wunsch, mit einem einzigen Meßgerät möglichst viele unterschiedliche Meßmöglichkeiten abzudecken. Sei es, daß zu Servicezwecken außer Haus nicht unnötig viele Geräte mitgenommen werden sollen, oder die optimale Raumnutzung im Elektronik-Hobbylabor. Mit einem Spannungs-Frequenz-Umsetzer, wie er in diesem Artikel vorgestellt wird, schafft man die Möglichkeit, mit Hilfe eines einfachen Frequenzzählers auch Spannungen messen zu können. Besitzt man bereits ein Multimeter, schafft man sich sogar die Möglichkeit, eine zweite Spannung gleichzeitig und vollkommen unabhängig zu messen.

Durch den extrem hochohmigen Eingang der hier vorgestellten Zusatzschaltung (ca.  $10^{12}\ \Omega$ ) ist außerdem das Vorschalten eines hochohmigen Spannungsteilers zur Erweiterung der Meßbereiche möglich, ohne daß dieser Spannungsteiler durch die Schaltung belastet wird (z. B. Präzisions-Widerstandsvorteiler aus ELV 21).

## Zur Schaltung

Mittelpunkt der hier vorgestellten Zusatzschaltung ist das IC 2 des Typs RC 4152. Mit seiner Zusatzbeschaltung R 24 bis R 29 sowie C 7 bis C 9 ist damit ein Spannungs-Frequenz-Umsetzer aufgebaut. Die Ausgangsfrequenz kann je nach Eingangsspannung im Bereich zwischen  $10\text{ Hz}$  und  $1\text{ kHz}$  liegen.

Für Vollaussteuerung (Ausgangsfrequenz =  $1\text{ kHz}$ ) ist eine Eingangsspannung an Pin 7 des IC 2 von ca.  $7\text{ V}$  erforderlich. Die Verstärkung der vorgeschalteten Operationsverstärker OP 1 bis OP 3 liegt daher bei ungefähr 7fach, damit sich bei einer Eingangsspannung von  $1,000\text{ V}$  eben genau die Ausgangsfrequenz von  $1,000\text{ kHz}$  an Pin 3 des IC 2 einstellt. Die genaue Kalibrierung auf diesen Wert erfolgt später mit dem Spindeltrimmer R 27.

Doch kommen wir nun zur genauen Beschreibung des Vorverstärker- und Meßgleichrichterteiles, bestehend aus OP 1 bis OP 3 mit Zusatzbeschaltung.

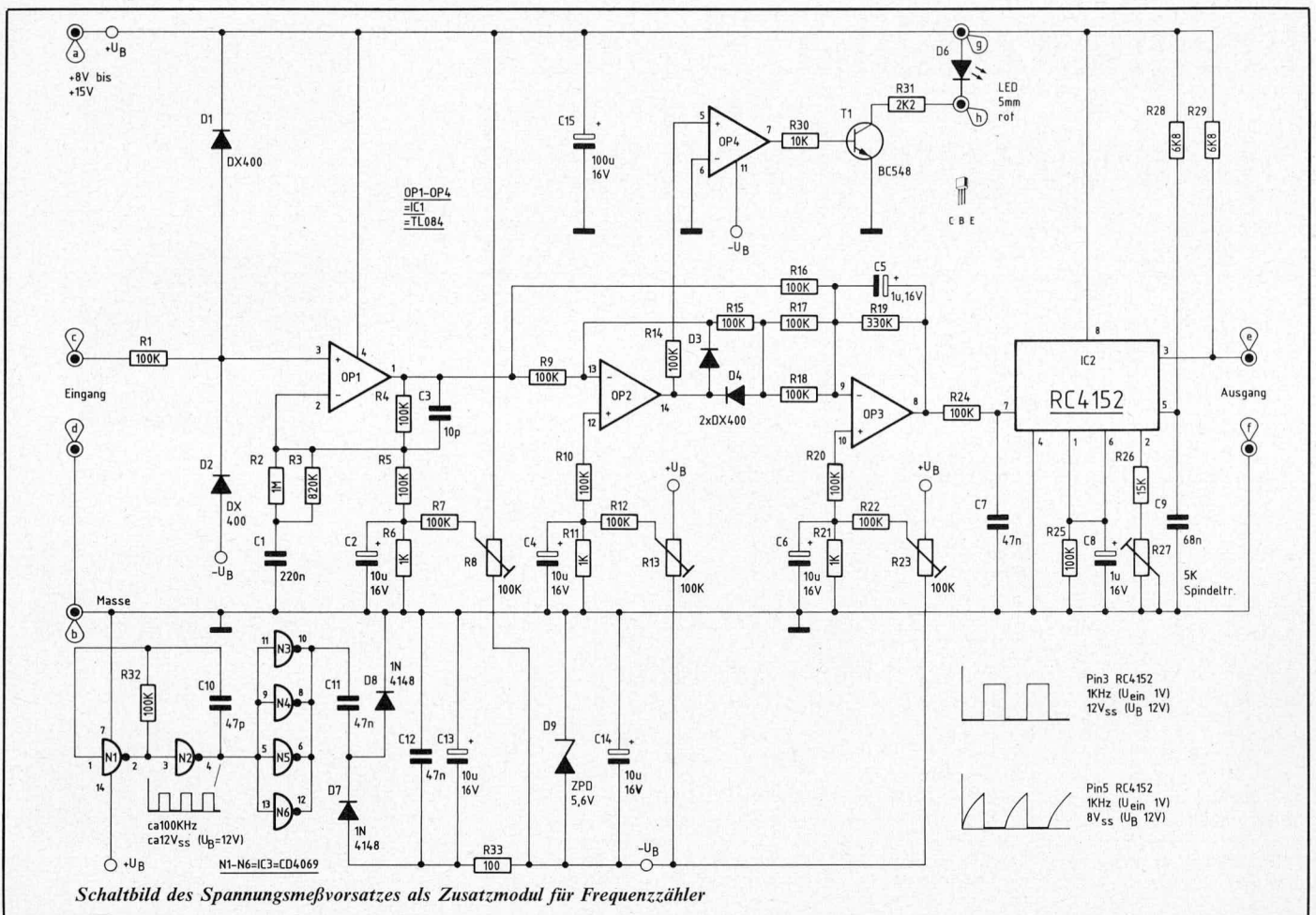


Für Gleichspannungen stellt OP 1 mit seiner Zusatzbeschaltung einen nicht invertierenden Verstärker mit dem Verstärkungsfaktor

$$\frac{R 4 + R 5 + R 6}{R 5 + R 6} = \text{ca. } 2$$

dar. Die zu R 5 und R 6 parallel geschalteten Widerstände R 2 und R 3 bleiben bei Gleichspannungen wirkungslos, da C 1 für Gleichspannungen eine Unterbrechung darstellt.

Sobald die über den OP 1 verstärkte Frequenz  $10\text{ Hz}$  und mehr beträgt, stellt C 1 praktisch einen Kurzschluß für diese Frequenzen bei der vorliegenden Dimensionierung dar. Hierdurch erhöht sich die Verstärkung dieser ersten Stufe soweit, daß die Differenz zwischen arithmetischem Mittelwert und echtem Effektivwert exakt ausgeglichen wird. Am Ausgang des OP 1 (Pin 1) steht nun ein Signal zur Verfügung, das direkt vom darauffolgenden Meßgleichrichter verarbeitet werden kann, und



zwar so, daß an dessen Ausgang (Pin 8 des OP 3) eine dem Effektivwert entsprechende Gleichspannung abgenommen werden kann.

Dieser aus den OP 2 und OP 3 mit Zusatzbeschaltung (R 9 bis R 23, C 4 bis C 6 sowie D 3 und D 4) bestehende Meßgleichrichter nimmt eine Spannungsverstärkung von ca. 3,3fach vor, bei gleichzeitiger Integration des Meßsignals über den Kondensator C 5.

Auf diese Weise wird erreicht, daß, wie bereits weiter vorstehend ausgeführt, eine Eingangsspannung von 1,000 V eine Ausgangsfrequenz von 1,000 kHz bewirkt.

Die Schaltung besitzt eine gute Linearität, die im Bereich zwischen 10 mV und 1000 mV bei typ 0,5% liegt.

Die Trimmer R 8, R 13 sowie R 23 dienen der Offsetkorrektur (Nullpunkt-Einstellung), während der Spindeltrimmer R 27 zur Feineinstellung des Skalenfaktors dient.

Mit dem OP 4 wird über den Puffertransistor T 1 die Leuchtdiode D 6 angesteuert, wodurch negative Eingangsspannungen signalisiert werden. Beim Anliegen einer Wechselspannung leuchtet diese Diode gleichfalls, jedoch mit etwas verminderter Intensität.

Die Schaltung kommt mit einer einzigen Versorgungsspannung aus, die im Bereich zwischen +8 V und +15 V liegen kann. Es sollte sich hierbei jedoch um eine stabilisierte Gleichspannung handeln, um Nullpunkt-Verschiebungen zu vermeiden.

Da die OP 1 bis 3 auch zur Verarbeitung einer Wechselspannung herangezogen werden, ist es erforderlich, aus der positiven Versorgungsspannung eine zusätzliche negative Spannung zu erzeugen. Dies wird innerhalb der Schaltung mit den Gattern N 1 bis N 6 mit Zusatzbeschaltung bewirkt. Die Stabilisierung erfolgt mit Hilfe der Z-Diode D 9. Durch diese Hilfsmaßnahme kommt die Gesamtschaltung mit einer einzigen Versorgungsspannung aus. Die Stromaufnahme liegt im Bereich zwischen 25 bis 50 mA.

### Zum Nachbau

Zwar sieht die Schaltung auf den ersten Blick etwas kompliziert aus, jedoch gestaltet sich der Nachbau recht einfach. Sämtliche Bauelemente finden auf einer einzigen kleinen Platine Platz.

Zunächst werden die passiven und anschließend die aktiven Bauelemente auf die Leiterplatte gesetzt und verlötet. Bei den Halbleitern sowie den Elkos ist auf die korrekte Einbaulage zu achten.

Ist man mit einer etwas geringeren Genauigkeit zufrieden, kann anstelle des RC 4152 auch der Typ RC 4151 eingesetzt werden, wobei dann zur Einstellung des Skalenfaktors der Widerstand R 26 gegebenenfalls auf 12 kΩ verkleinert werden muß.

Außerdem können die Dioden D 1 und D 2 des Typs DX 400 gegen die Standardtypen 1N 4148 ausgetauscht werden, sofern man keine allzu großen Anforderungen an Überlastsicherheit und Genauigkeit stellt. Aufgrund des dann etwas größer werden-

den Leckstromes sollte R 1 beim Einsatz von 1N 4148 auf 20 kΩ verkleinert werden, um unnötige Meßfehler zu vermeiden. Die Überlastsicherheit ist dann allerdings auf ca. 50 V begrenzt, während bei der im Schaltbild angegebenen Dimensionierung und Einsatz der hochwertigen Dioden des Typs DX 400 (für D 1 und D 2) 150 V Dauerüberlast und 250 V kurzzeitig der Schaltung keinen Schaden zufügen können.

Nachdem die Bestückung der Leiterplatte nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die erste Inbetriebnahme und anschließende Kalibrierung vorgenommen werden.

### Kalibrierung

Zunächst sind mit den Trimmern R 8, R 13 sowie R 23 die Nullpunkt-Einstellungen der OP's 1 bis 3 vorzunehmen. Hierzu wird der Eingang der Schaltung (Platinenanschlußpunkte „c“ und „d“) kurzgeschlossen und als erstes die Spannung zwischen Schaltungsmasse und Pin 1 des OP 1 gemessen. Mit R 8 wird dann der Ausgang des OP 1 (Pin 1) auf 0 V eingestellt (maximal 1 mV). Anschließend wird die Diode D 3 mit einem kurzen Stück Silberschalteltraht überbrückt und der Ausgang des OP 2 (Pin 14) mit dem Trimmer R 13 ebenfalls auf 0 V gebracht (maximal 1 mV). Die zuletzt durchzuführende Nullpunkteinstellung mit dem Trimmer R 23 unterscheidet sich etwas von den beiden vorstehend beschriebenen Einstellungen. Zur Einstellung des Trimmers R 23 wird hier nicht die Aus-

gangsspannung von OP 3 (Pin 8), sondern die Eingangsspannung des IC 2 (Pin 7) gemessen und mit R 23 auf 0 V (maximal 1 mV) eingestellt. Durch diese Maßnahme wird gleichzeitig der Eingangs-Offsetstrom des IC 2 weitgehend kompensiert.

Danach kann der Kurzschluß über D 3 sowie über den Eingangsbuchsen wieder entfernt werden. Als nächstes wird eine bekannte Eingangsspannung im Bereich von 0,5 V bis 1,0 V an die Schaltung gelegt und die Ausgangsfrequenz mit R 27 auf exakt diesen Wert eingestellt. Bei einer Torzeit von 1 Sekunde und einer Eingangsspannung von z. B. 527 mV, muß der Frequenzzähler 527 Hz anzeigen. Beim Umpolen der Eingangsspannung darf die Abweichung maximal 10 Digit betragen. Ein Ausgleich kann durch nochmalige Überprüfung der Nullpunkt-Einstellung erfolgen, wobei gegebenenfalls der Trimmer R 13 etwas vom idealen Nullpunkt abweichend zu verstellen ist, bis bei Umpolung der Eingangsspannung die Ausgangsfrequenz sowohl bei positiver als auch bei negativer Eingangsspannung den gleichen Wert anzeigt. In jedem Fall sollte die Differenz zwischen den beiden angezeigten Werten unter 10 Hz liegen.

Dem Einsatz dieser interessanten Zusatzschaltung steht nun nichts mehr im Wege.

## Stückliste: Spannungsmeßvorsatz

### Halbleiter

IC 1 .....	TL 084
IC 2 .....	RC 4152
IC 3 .....	CD 4069
T 1 .....	BC 548
D 1-D 4 .....	DX 400
D 7, D 8 .....	1 N 4148
D 6 .....	LED 5 mm rot
D 9 .....	ZPD 5,6 V

### Kondensatoren

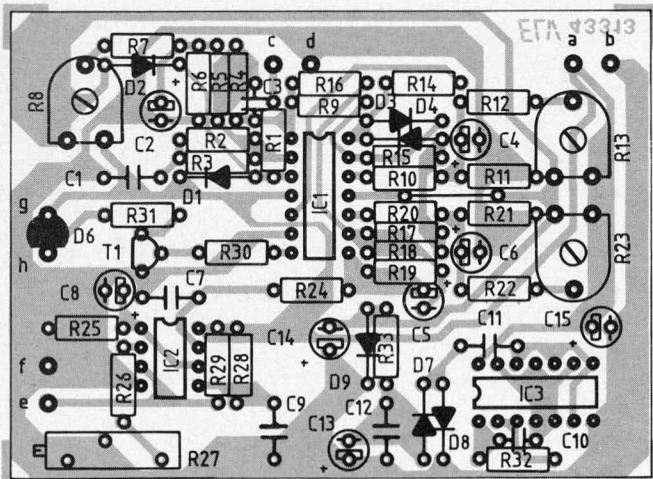
C 1 .....	220 nF
C 2, C 4, C 6 .....	10 µF/16 V
C 3 .....	10 pF
C 5, C 8 .....	1 µF/16 V
C 7, C 11, C 12 .....	47 nF
C 9 .....	68 nF
C 10 .....	47 pF
C 13, C 14 .....	10 µF/16 V
C 15 .....	100 µF/16 V

### Widerstände

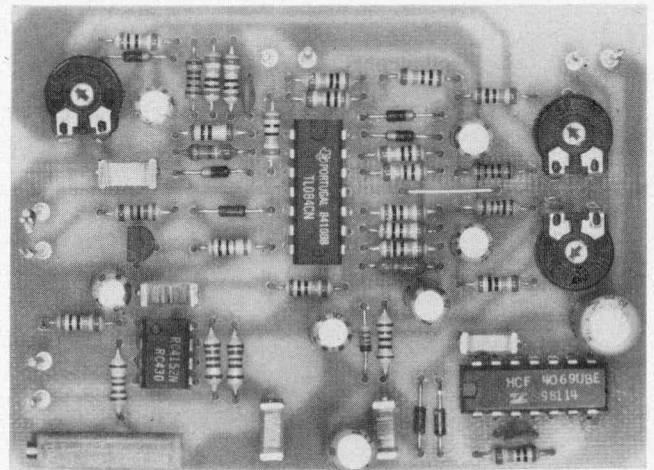
R 1, R 4, R 5 .....	100 kΩ
R 2 .....	1 MΩ
R 3 .....	820 kΩ
R 6, R 11, R 21 .....	1 kΩ
R 7, R 9, R 10 .....	100 kΩ
R 8, R 13	
R 23 ....	100 kΩ Trimmer liegend
R 12, R 14-R 18 .....	100 kΩ
R 19 .....	330 kΩ
R 20, R 22, R 24 .....	100 kΩ
R 25, R 32 .....	100 kΩ
R 26 .....	15 kΩ
R 27 .....	5 kΩ, Spindeltrimmer
R 28, R 29 .....	6,8 kΩ
R 30 .....	10 kΩ
R 31 .....	2,2 kΩ
R 33 .....	100 Ω

### Sonstiges

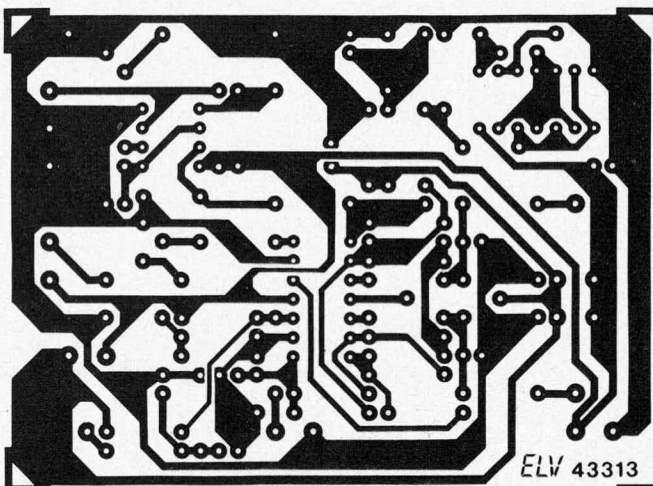
8 Lötstifte  
5 cm Silberdraht



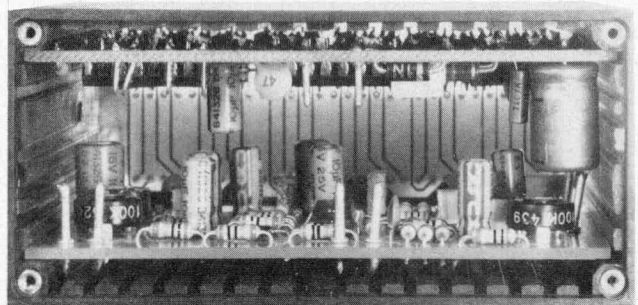
Bestückungsseite der Platine des Spannungsmeßvorsatzes



Ansicht der fertig bestückten Platine des Spannungsmeßvorsatzes



Leiterbahnseite der Platine des Spannungsmeßvorsatzes



Ansicht des betriebsfertigen Spannungsmeßvorsatzes, eingebaut in ein Gehäuse mit Frequenzzähler des Typs EZ 1. Aus Platzgründen müssen die Elkos des Spannungsmeßvorsatzes beim Einbau in das Gehäuse mit dem Frequenzzähler EZ 2 liegend auf die Platine gesetzt werden.