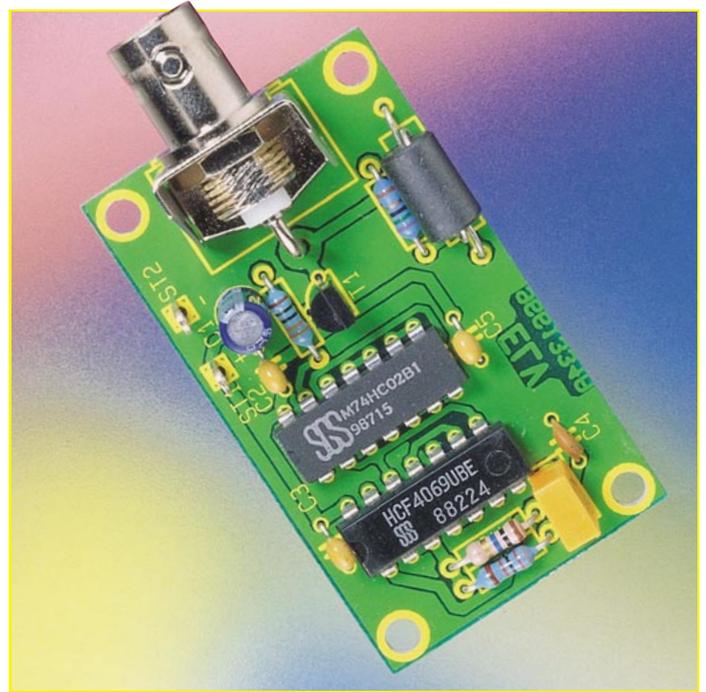


# Spike-Generator

**Zur einfachen und schnellen Überprüfung bereits verlegter Koaxkabel oder verdrehter Leitungen in Verbindung mit einem Oszilloskop dient diese kleine Schaltung.**



## Allgemeines

Unterbrechungen oder Kurzschlüsse von Leitungen sind mit einem handelsüblichen Multimeter problemlos feststellbar. Im Bereich der Hochfrequenz-Technik spielt jedoch die Homogenität der Leitungen eine wesentliche Rolle. Quetschungen der Kabel sowie fehlende oder falsche Abschlußwiderstände können zu erheblicher Beeinträchtigung der Signal-Übertragung führen.

Um hier eine kostengünstige Lösung bereitzustellen, hat ELV diesen kleinen Spike-Generator entwickelt, mit dem unter Zuhilfenahme eines Oszilloskops eine einfache, schnelle und relativ genaue Messung und Beurteilung entsprechender Leitungen möglich ist.

Zum besseren Verständnis der Funktion wenden wir uns zunächst einigen theoretischen Vorbetrachtungen zu.

## Grundlagen

Koaxkabel sowie verdrehte Leitungen besitzen einen definierten Wellenwiderstand, der abhängig von der Geometrie, vom Durchmesser der Leiter, dem Abstand der Leiter sowie vom Dielektrikum ist und vielfach Standardwerte von 50, 75

oder 100  $\Omega$  aufweist. Jede Änderung dieses Wellenwiderstandes innerhalb einer Leitung führt zu mehr oder weniger starken Reflexionen des transportierten Signals und damit zur Minderung der Übertragungsqualität.

Ursachen für die Änderung des Wellenwiderstandes können Quetschungen oder Dehnungen des Kabels sein, was z. B. in der Praxis oft vorkommt, wenn Koaxkabel scharf um Ecken geknickt werden. In diesen Fällen verändert sich die Geometrie sowie der Abstand der Leiter zueinander und dadurch auch der Wellenwiderstand.

Eine andere Ursache für Reflexionen ist z. B. das Zusammenschalten von Leitungen oder Komponenten mit unterschiedlichen Wellenwiderständen - so z. B. beim Einsatz verschiedener Kabeltypen oder Koax- und BNC-Steckverbindungen mit abweichendem Wellenwiderstand.

Besonders nachteilige Auswirkungen auf die Signalübertragung hat das Zusammenschalten von zwei oder drei Koaxkabeln über Lüsterklemmen. Solche Verbindungen führen zu massiven Reflexionen,

und das am Leitungseingang hineingesandte Signal steht nicht, wie gewünscht, am anderen Ende zur Verfügung, sondern wird zu einem großen Teil an der Verbindungsstelle reflektiert und zurück zum Eingang geschickt.

Auch kann es zu nennenswerten Verlusten kommen, wenn das angesetzte Kabel einen anderen Wellenwiderstand besitzt als die zu verbindenden Geräte. Wird z. B. ein Funkgerät mit 50 $\Omega$ -Ausgang über ein gebräuchliches 75 $\Omega$ -Koaxkabel mit einer Sendarantenne verbunden, die über einen 50 $\Omega$ -Anschluß verfügt, reduziert sich durch die doppelte Fehlanpassung die mögliche abgestrahlte Sendeleistung ganz erheblich gegenüber der Verbindung mit einem optimal angepaßten 50 $\Omega$ -Kabel.

Im Bereich der Computer-Technik, und hier insbesondere bei Netzwerken, spielt des weiteren der Leitungsabschluß eine wichtige Rolle. Gar nicht oder falsche ab-

**Bild 1: Für den Test einer Leitung werden der Spike-Generator, das Oszilloskop sowie das zu messende Kabel in der skizzierten Form verbunden.**

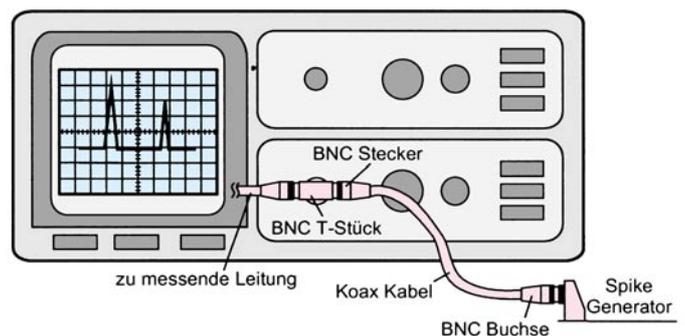
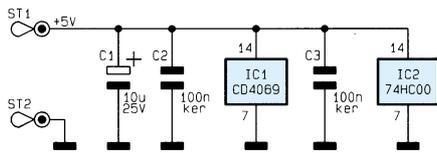


Tabelle 1

$Z_1 = Z_0$	→	angepaßte,	$r = 0$ ,	keine Reflexion
$Z_1 = \infty$	→	Leerlauf,	$r = 1$ ,	Totalreflexion
$Z_1 = 0$	→	Kurzschluß,	$r = -1$ ,	inverse Totalreflexion
$Z_1 = 75\Omega$				
$Z_0 = 50\Omega$	→		$r = 0,2$ ,	20% Reflexion



**Bild 2: Schaltbild des Spike-Generators**

Dabei gibt  $s$  die Entfernung in Metern an und für  $\Delta t$  wird der Abstand der Impulse in ns eingesetzt. Auf diese Weise kann eine eventuelle Störung, die Art der Störung und sogar die ungefähre Entfernung dieser Störstelle bestimmt werden.

### Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung des Spike-Generators besteht aus drei wesentlichen Bereichen:

Zum einen ist hier der aus IC 1 aufgebaute 455kHz-Rechteckgenerator mit nachgeschalteter Pufferstufe (Gatter C, D, E, F) zu nennen.

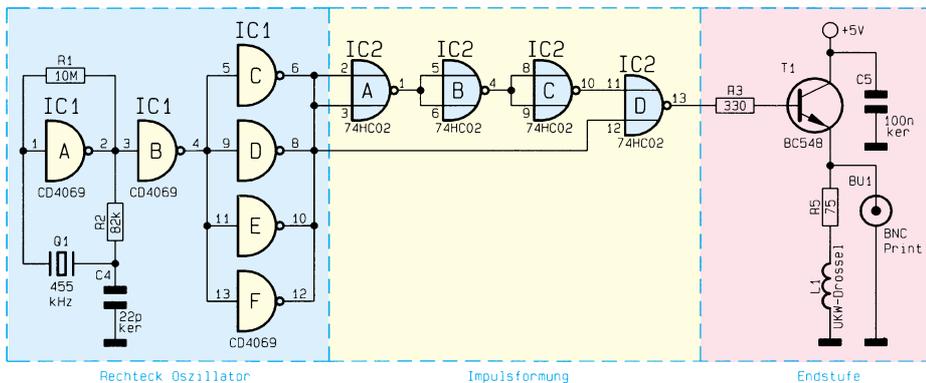
Zum anderen besteht die Schaltung aus der mit IC 2 gebildeten Impulsformung, die aus jeder High-Low Flanke des Rechteck-Signals durch Ausnutzung der Gatterlaufzeit einen ca. 25ns breiten Impuls erzeugt.

Dieser Impuls wird über die Endstufe, die den dritten wichtigen Schaltungsteil darstellt auf die angeschlossene Leitung gegeben.

### Nachbau

Da die Schaltung aus nur wenigen Komponenten besteht, gestaltet sich der Nachbau recht einfach. In bewährter Weise werden zuerst die Widerstände, gefolgt von den Kondensatoren anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes eingesetzt und verlötet, gefolgt vom Einbau der restlichen Bauteile.

Nachdem alle Bauelemente eingesetzt, verlötet und die überstehenden Drahtenden abgeschnitten sind, kann die 5V-Be-



geschlossene Netzwerkleitungen können erhebliche Störquellen darstellen.

Der Reflexionsfaktor (von -1 bis +1) gibt dabei an, wieviel vom Signal reflektiert wird und berechnet sich nach folgender Formel:

$$r = \frac{(Z_1 - Z_0)}{(Z_1 + Z_0)}$$

Daraus ergeben sich z. B. die Werte gemäß Tabelle 1.

### Testablauf

Für den Test einer Leitung werden der Spike-Generator, das Oszilloskop sowie das zu messende Kabel wie in Bild 1 skizziert verbunden und das Oszilloskop auf eine vertikale Teilung von 1V/cm und eine horizontale Teilung von 200ns/cm oder 250ns/cm eingestellt.

skop sind nun der ausgesendete Impuls sowie eventuelle Reflexionen sichtbar. Aus Höhe und dem zeitlichen Abstand dieser Impulse ist nun die Art der Störung abschätzbar.

Im Normalfall, d. h. bei einwandfreier Leitung, dürfen neben dem ausgesendeten Impuls keine weiteren Impulse sichtbar sein. Jeder zusätzliche Impuls deutet auf eine Störung der Homogenität der Leitung hin. Die Polarität des reflektierten Impulses gibt Aufschluß über die Art der Störung.

Ein negativer Impuls deutet auf einen Kurzschluß der Leitung hin. Über den zeitlichen Abstand zum ausgesendeten Impuls kann außerdem die Entfernung der Störstelle zum Oszilloskop nach folgender Formel berechnet werden:

$$s \approx 0,935 \frac{m}{ns} \cdot \Delta t$$



**Ansicht der fertig bestückten Platine**

Der Spike-Generator sendet ca. alle 2,2  $\mu$ s einen 25 ns breiten Impuls mit einer Amplitude von 4 V aus. Auf dem Oszillo-

### Stückliste: Spike-Generator

#### Widerstände:

75 $\Omega$ .....	R5
330 $\Omega$ .....	R3
82k $\Omega$ .....	R2
10M $\Omega$ .....	R1

#### Kondensatoren:

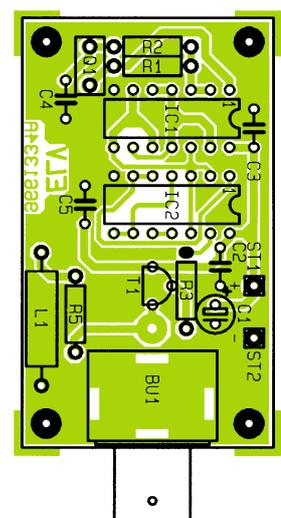
22pF/ker .....	C4
100nF/ker .....	C2, C3, C5
10 $\mu$ F/25V .....	C1

#### Halbleiter:

CD4069 .....	IC1
74HC02 .....	IC2
BC548 .....	T1

#### Sonstiges:

Keramikschwinger, 455kHz .....	Q1
UKW-Breitbanddrossel, 1,5 Windungen .....	L1
BNC-Einbaubuchse, print .....	BU1
2 Lötstifte mit Lötöse	



**Bestückungsplan des Spike-Generators**

triebsspannung angelegt und der Spike-Generator in Betrieb genommen werden.