

TEXAS INSTRUMENTS
Deutschland GmbH
Applikationsbericht

Oszillatoren
mit TTL-Schaltkreisen 

Oszillatoren mit TTL-Schaltkreisen

Dieser Bericht beschreibt eine Reihe erprobter RC-Oszillatoren mit TTL-Schaltkreisen der Serie SN54/74 und SN75.

Inhalt

1.0 Einleitung

2.0 Freilaufende Oszillatoren

2.1 Oszillatoren mit dem Schmitt-Trigger SN7413N

2.2 Oszillatoren mit dem retriggerbaren Monovibrator SN74122/123N

2.3 Oszillatoren mit dem Schaltkreis SN75450N

3.0 Start-Stop-Oszillatoren

4.0 Zusammenfassung

5.0 Literatur



TEXAS INSTRUMENTS
Deutschland GmbH

Oszillatoren mit TTL-Schaltkreisen

1.0 EINLEITUNG

Zu praktisch allen digitalen Geräten werden Oszillatoren bzw. Taktgeneratoren zur Steuerung der Funktionsabläufe benötigt. Je nach Anwendungsfall werden unterschiedliche Anforderungen an die Frequenzkonstanz der Schaltungen gestellt. Während z.B. für ein Zeitnormal in Frequenzmessern nur hochstabile Quarzoszillatoren [1] in Frage kommen, ist in vielen anderen Fällen die Genauigkeit und Stabilität der Frequenz weniger kritisch. Abweichungen bis 10 % können oft zugelassen werden, ohne daß die Funktionsfähigkeit der Anlage beeinträchtigt wird. In allen diesen Fällen soll dieser Bericht helfen, eine dem Verwendungszweck optimal angepaßte Schaltung zu finden.

2.0 FREILAUFENDE OSZILLATOREN

2.1 Oszillatoren mit dem Schmitt-Trigger SN7413

Der einfachste Oszillator läßt sich mit dem Schmitt-Trigger SN7413 aufbauen. Wenn auch die Frequenzkonstanz nicht sehr groß ist – Abweichungen von $\pm 20\%$ vom Sollwert können durch Bauelemente- und Schaltkreisstreuungen auftreten –, ist diese Schaltung doch auf Grund ihrer Preiswürdigkeit und Einfachheit zu empfehlen, wenn an die Genauigkeit der Ausgangsfrequenz keine hohen Anforderungen gestellt werden müssen. Hervorzuheben ist der große Frequenzbereich (0,1 Hz bis 10 MHz). Von Nachteil ist unter Umständen, daß das Tastverhältnis des Ausgangssignals nicht verändert werden kann.

Bild 1 zeigt die ausgeführte Schaltung. Das Ausgangssignal wird über einen 330- Ω -Widerstand zurückgekoppelt. Liegt am Ausgang eine log. '1', wird der Kondensator C aufgeladen, bis dessen Spannung die obere Schwelle des Schmitt-Triggers erreicht. In diesem Moment wird der Ausgang log. '0' und der Kondensator wird über den Widerstand bis zur unteren Schwellenspannung entladen, wo dann der Schaltkreis wieder umkippt. Dieser Vorgang wiederholt sich periodisch.

Da am Punkt A das Signal durch die große Belastung des RC-Gliedes stark verschliffen ist, ist es ratsam, den zweiten im Schaltkreis enthaltenen Schmitt-Trigger als Impulsformer nachzuschalten, um ein einwandfreies TTL-Signal zu erhalten.

Aus dem Diagramm in Bild 2 kann für alle gebräuchlichen Frequenzen die Größe des Zeitkondensators entnommen werden.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß der Rückkopplungswiderstand nicht verändert werden darf.

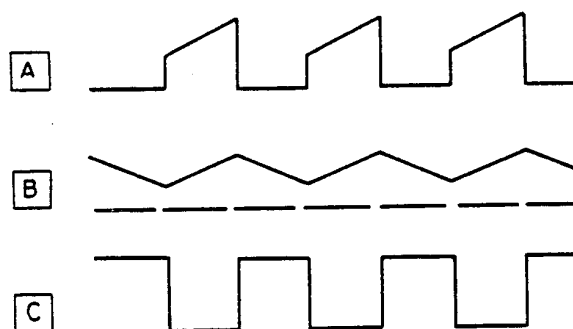
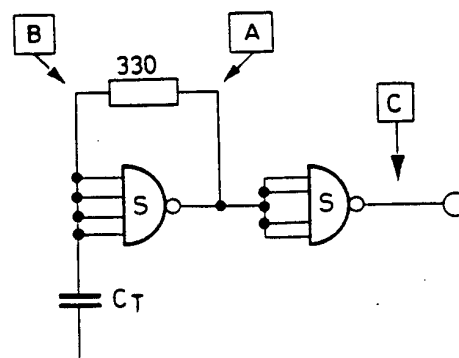


Bild 1 Oszillator mit dem Schmitt-Trigger

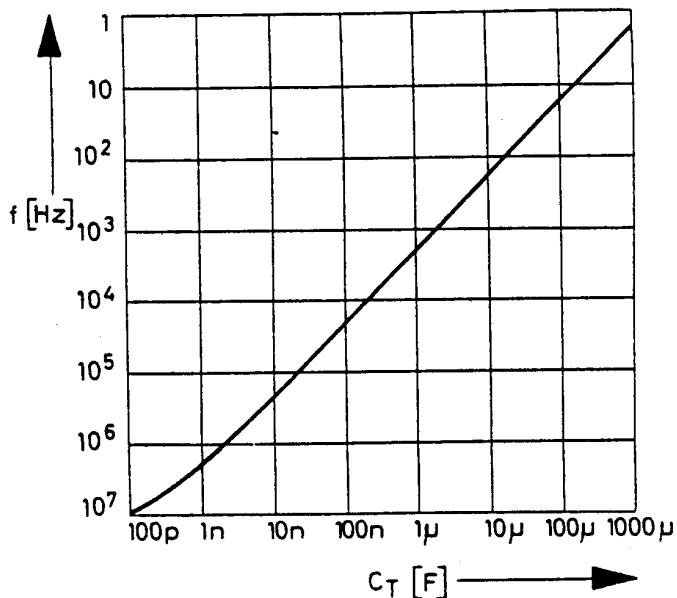


Bild 2 Diagramm zur Bestimmung des Zeitgliedes für den Oszillator in Bild 1

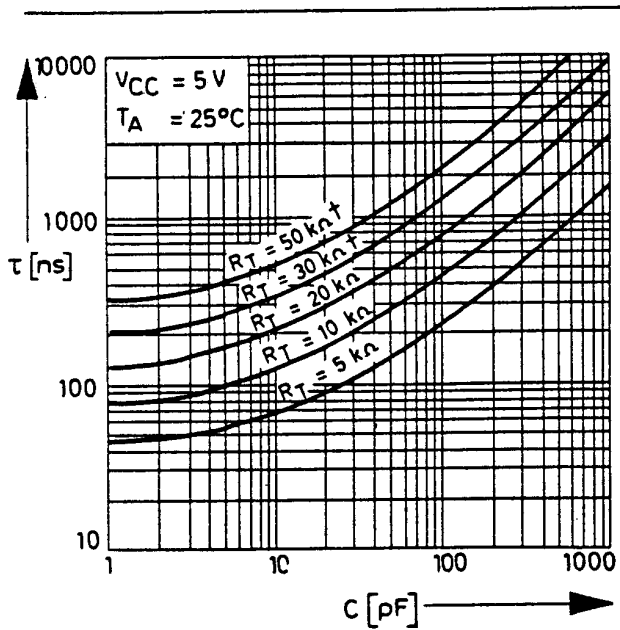


Bild 5 Diagramm zur Ermittlung der Zeitkonstanten in Bild 3 und 4

2.3 Oszillatoren mit dem Schaltkreis SN75450N

Da dieser Schaltkreis zwei getrennt herausgeführte Transistoren enthält, lassen sich hiermit normale Multivibratoren aufbauen (Bild 6). Weil die Ausgangsfrequenz dieser Schaltung weitgehend unabhängig von der Betriebsspannung ist und weiterhin Temperatureinflüsse von der Schaltung selbst kompensiert werden, erhält man sehr genaue Oszillatoren. Die Frequenzkonstanz ist über einen Temperaturbereich von 0 bis 70 °C besser als 1 %, wenn

Kondensatoren und Widerstände mit niedrigen Temperaturkoeffizienten verwendet werden. Messungen ergaben, daß letztere in erster Linie für Frequenzabweichungen verantwortlich sind.

Da der Anwender bei dieser Schaltung einen weiten Spielraum in der Dimensionierung der Bauelemente hat, soll kurz auf die Berechnung der einzelnen Elemente eingegangen werden. Der Widerstand R4 bestimmt die Anstiegszeit der positiven Flanke des Ausgangssignales. Bei einer Lastkapazität von 20 pF und einer geforderten Flankensteilheit < 50 ns ergibt sich:

$t_r = R \cdot C$
 (berücksichtigt werden muß nur der Spannungshub von 0 bis 3 V!), oder

$$R_{13} = R_{23} = \frac{50 \text{ ns}}{20 \text{ pF}} \approx 2,2 \text{ k}$$

R12 und R21 wählt man etwa genauso groß wie R13. Bei einer TTL-Lasteinheit beträgt der Kollektorstrom bei leitendem Transistor:

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_{13}} + \frac{V_{CC} - U_D}{R_{12}} + 1,6 \text{ mA}$$

$$= \frac{5 \text{ V}}{2,2 \text{ k}} + \frac{5 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{2,2 \text{ k}} + 1,6 \text{ mA} = 5,8 \text{ mA}$$

Die minimale Stromverstärkung beträgt bei den im Schaltkreis enthaltenen Transistoren etwa 15 ($I_C = 1 \text{ bis } 10 \text{ mA}$).

Damit gilt:

$$R_{11 \text{ max}} = \frac{(V_{CC} - U_{BE}) \cdot h_{FE \text{ min}}}{I_C}$$

$$= \frac{(5 \text{ V} - 0,7 \text{ V}) \cdot 15}{5,8 \text{ mA}} \approx 10 \text{ k}$$

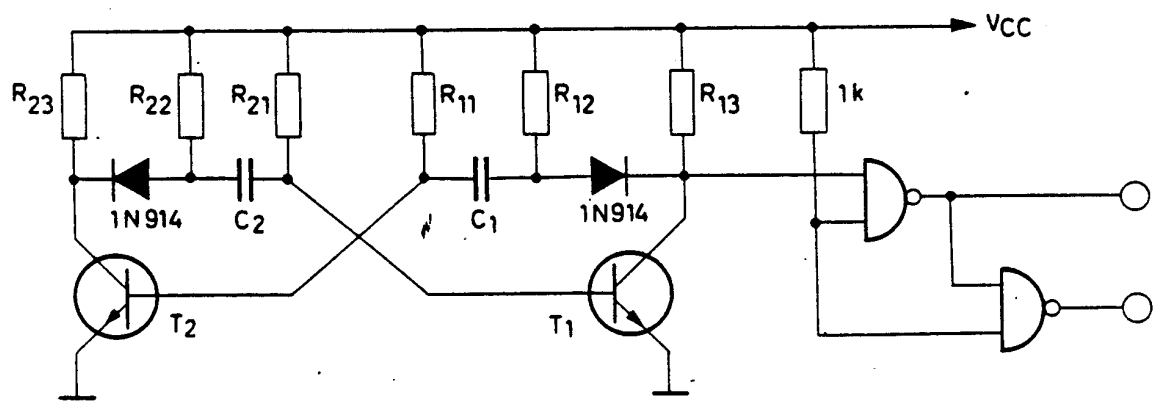


Bild 6 Multivibrator mit dem Schaltkreis SN75450N

Die Dioden D sollen während der positiven Flanke des Ausgangsimpulses den zeitbestimmenden Kondensator C vom Ausgang abschalten. Im anderen Falle würde die Anstiegszeit dieser Flanke durch die Zeitkonstante $R13 \cdot C1$ bestimmt. Zugleich kompensieren sie bei Temperaturänderungen den Einfluß der Basis-Emitter-Strecke auf die Ausgangsfrequenz. Bei Frequenzen oberhalb 100 kHz können sie zusammen mit den Widerständen R12 und R22 entfallen.

Die Ausgangsfrequenz läßt sich auf folgende Weise berechnen: Ist T1 leitend, so liegt an dessen Basiswiderstand die Spannung $UR21 = VCC - U_{BE}$. Schaltet nun T2 durch, entsteht an R22 ein Spannungssprung $UR22 = VCC - U_D - U_{CEsat}$. Dieser wird über den Kondensator C2 an die Basis von T1 übertragen. Damit liegt dann am Widerstand R11 die Spannung:

$$UR210 = UR21 + UR22 \\ = VCC - U_{BE} + VCC - U_D - U_{CEsat}$$

Über den Widerstand R21 wird der Kondensator C2 bis auf den Wert $UR21$ entladen (T1 wird wieder leitend). Damit gilt:

$$UR21 = UR210 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

$$VCC - U_{BE} = (VCC - U_{BE} + VCC - U_D - U_{CEsat}) \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

Mit $U_D \approx U_{BE}$ und $VCC \gg U_{CEsat}$ erhält man:

$$0,5 = \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

$$\text{oder } 0,7 = \frac{t}{\tau} \text{ mit } \tau = R21 \cdot C2.$$

Wie man sieht, ist die Periodendauer der Schaltung in erster Näherung unabhängig von den Transistordaten und damit weitgehend unempfindlich gegen Temperatureinflüsse. Für die Frequenz gilt dann:

$$f = \frac{1}{0,7 (R21 \cdot C2 + R11 \cdot C1)}$$

3.0 START-STOP-OSZILLATOREN

In manchen Fällen werden Oszillatoren benötigt, die von einem fremden Signal gesteuert werden und nur solange laufen, wie das Steuersignal anliegt. Hierzu lassen sich die Schaltungen in Bild 1, 3 und 4 verwenden. Die preiswerteste Schaltung erhält man bei Verwendung des Schmitt-Triggers SN7413 (Bild 7).

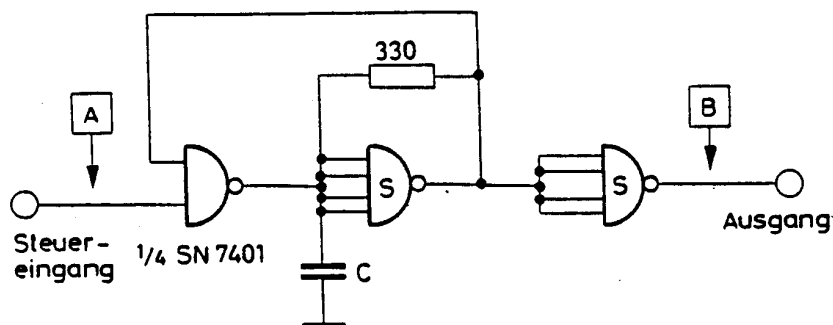


Bild 7 Start-Stop-Oszillator mit dem SN7413N

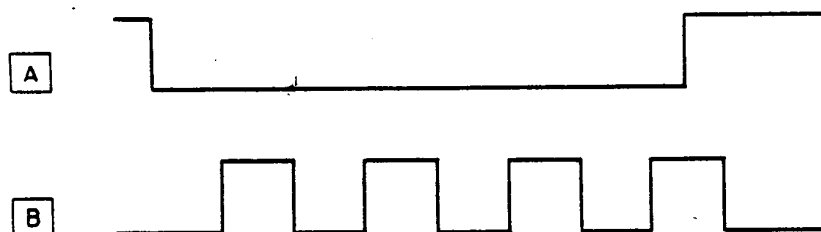


Bild 8 Impulsdiagramm des Oszillators nach Bild 7

Ein log. '0'-Pegel am Eingang des Schaltkreises SN7401 sperrt den Ausgangstransistor dieses Gatters und gibt damit den Oszillator frei. Wird der Eingang wieder log. '1', beendet der Oszillator einen gerade begonnenen Impuls und stoppt dann. Bild 8 zeigt das zugehörige Impulsdiagramm.

Ohne zusätzlichen Aufwand läßt sich der in Bild 3 und 4 gezeigte Oszillator für den Start-Stop-Betrieb einsetzen. Die beiden invertierenden Triggereingänge werden zusammengeschaltet und bilden dann den Steuereingang (Bild 9).

Für Anwendungen dieser Art kann ebenfalls der monostabile Schaltkreis SN74121 eingesetzt werden. Da durch die im Schaltkreis enthaltene Schaltung Betriebsspannungs- und Temperaturänderungen praktisch keinen Einfluß auf die Impulsbreite haben, ist die Frequenz des Generators sehr stabil ($\pm 1\%$). Diese Eigenschaften rechtfertigen auch in vielen Fällen den etwas höheren Aufwand.

Die Frequenz dieses Oszillators errechnet sich nach der Formel:

$$f = \frac{1}{0,7 (R1C1 + R2C2)}$$

4.0 Zusammenfassung

4.0 ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Bericht sollte dem Entwickler eine Reihe erprobter Oszillatorschaltungen zeigen, die ohne Schwierigkeiten jederzeit eingesetzt werden können. Die Ausgangssignale dieser Taktgeneratoren werden von allen Schaltkreisen der Serien SN74, SN74L, SN74H und SN74S sicher verarbeitet.

5.0 LITERATUR

- [1] Texas Instruments: EB49 – Quarzoszillatoren mit TTL-Schaltkreisen

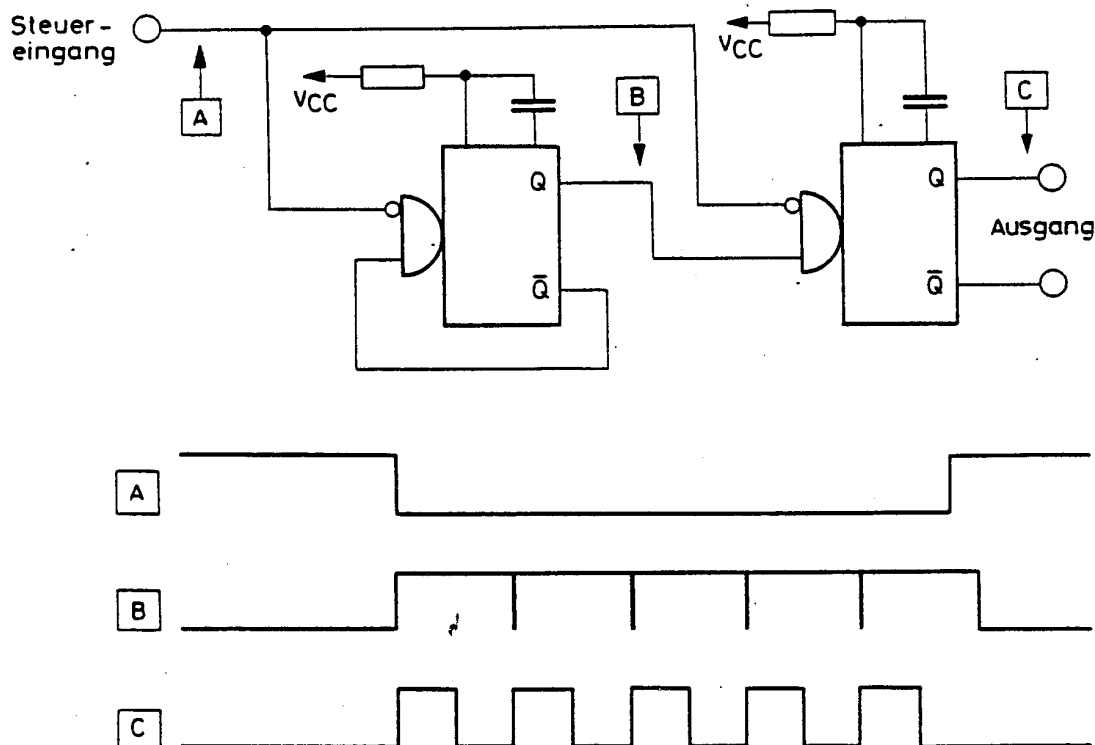


Bild 9 Start-Stop-Oszillator mit dem SN74123N

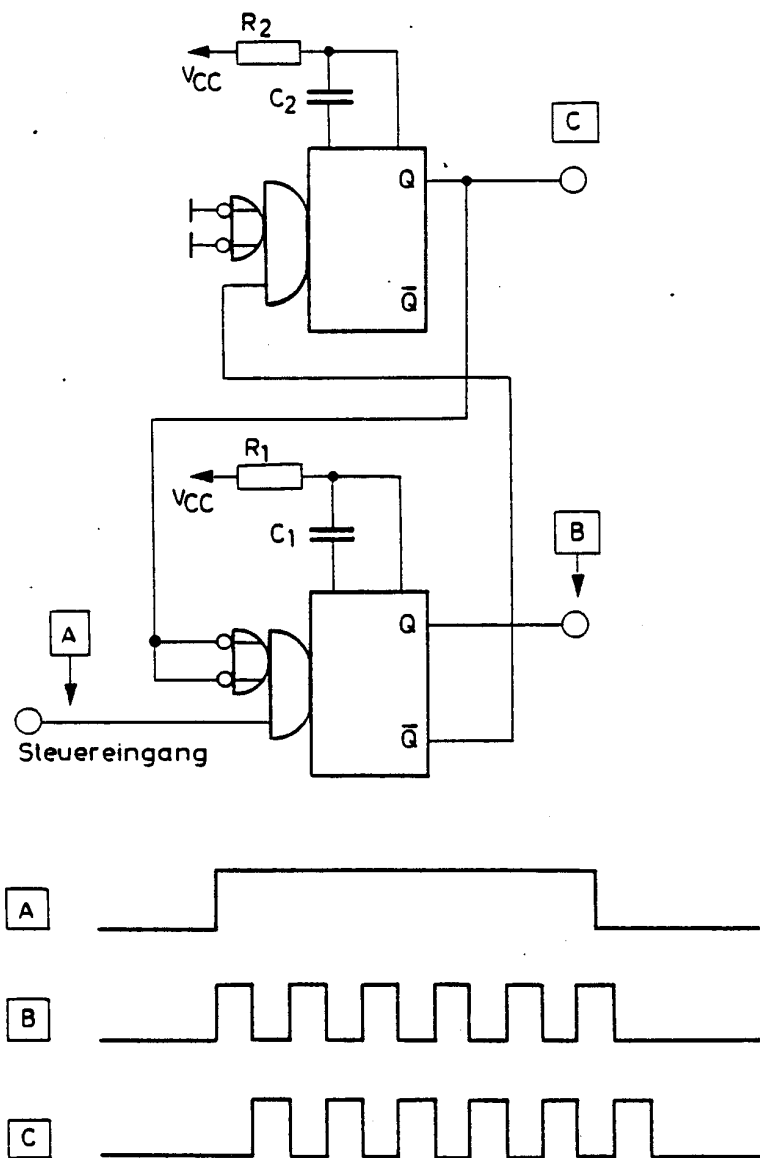


Bild 10 Start-Stop-Oszillator mit dem Schaltkreis SN74121N

Die vorgeschlagenen Schaltungen, Baugruppen oder Verfahren wurden von Texas Instruments Deutschland (TID) erprobt; darin liegt jedoch keine Gewähr für deren Funktionsfähigkeit.

TID kann auch keine Gewähr dafür übernehmen, daß diese Schaltungen usw. frei von Schutzrechten Dritter sind.

Alle Rechte an diesem Werk sind TID vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung von TID ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren zu vervielfältigen oder zu verbreiten. Dasselbe gilt für das Recht der öffentlichen Wiedergabe.

Herausgeber:
Texas Instruments Deutschland GmbH
805 Freising · Printed in Germany · TM 904b



TEXAS INSTRUMENTS Deutschland GmbH

Halbleiterwerke

8050 Freising · Haggertystraße 1
Telefon 08161/80-1 od. Nbst.
Telex 0526529 texin d
8070 Ingolstadt · Peringerstr. 10
Telefon 0841/58051

Verkaufsbüros

TID u. Zweigniederlassung TISCO
8000 München 81 · Arabellastr. 4
(Sternhaus)

Telefon 0811/911061
Telex 0524026 texin d

7000 Stuttgart 1 · Im Kaisemer 5
Telefon 0711/225092-94
Telex 0722613 texin d

6000 Frankfurt a. M. · Westendstr. 52
Telefon 0611/726441-43, 727250
Telex 0411195 texin d

4300 Essen · Lazarettstraße 19
Telefon 02141/20916
Telex 0857513 texin d

3000 Hannover · Steimbker Hof 8A
Telefon 0511/556041
Telex 0923403

1000 Berlin 49 · Krügerstraße 24
Telefon 0311/7444041
Telex 0183302 texin d

Generalvertretungen

Schweiz

FABRIMEX AG
8032 Zürich · Kirchenweg 5
Telefon 01/470670
Telex 004552563 forix ch

Osterreich

TRANSISTOR Vertriebsges. mbH
A-1130 Wien 13 · Auhofstraße 41A
Telefon 0222/823350, 829451/52
Telex 01/3738 tvgnw a

Jugoslawien

IRET-Split, Filijala Beograd
Cara Dusana 67/1 · Beograd
Telefon 011/23120 oder 28044
Telex 11705 iretex

Distributors

CELDIS GmbH
8000 München 80 · Orleansplatz 5
Telefon 0811/454306
Telex 0522556

CELDIS GmbH
8500 Nürnberg · Winklerstr. 33
Telefon 0911/209010
Telex 0522556

ELKOSE
7141 Schwieberdingen · Daimler-
straße 1
Telefon 07150/6725, 6690
Telex 0723892 elko d

WALTER KLUXEN
2000 Hamburg 1 · Nordkanalstr. 52
Telefon 0411/24891
Telex 02162074

H. M. MÜLLER
5600 Wuppertal 1, Vereinstraße 17
Telefon 02121/426016
Telex 8591543

RETRON GmbH
3400 Göttingen · Rodeweg 20
Telefon 0551/64007
Telex 096733

SCHIFFERS ELEKTRONIK
5100 Aachen · Mefferdatisstraße 16-18
Telefon 0241/30553
Telex 0832525 eschi d

SPOERLE ELECTRONIC
6079 Sprendlingen · Frankfurt a. M.
Otto-Hahn-Straße 1
Telefon 06103/62031-38
Telex 0417972