

Digitalschaltungen in der Praxis

1. Teil

1 Einleitung

Integrierte Schaltungen (IS) nehmen in unserer heutigen Technik einen so großen Raum ein, daß Elektroniker aller Fachrichtungen sich mit ihnen befassen müssen. Wir weisen in diesem Zusammenhang auch auf die „Grundlagen“ in Heft 12 und 13.

Die Zahl der IS mit unterschiedlichen Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten ist recht umfangreich. Daher besteht der berechtigte Wunsch nach einem Experimentiergerät, mit dem man sich das Verständnis für die Wirkungsweise der einzelnen im Handel befindlichen integrierten Schaltungen erarbeiten kann. Außerdem ist für eine sinnvolle Fehlersuche in einer mit IS aufgebauten elektronischen Schaltung ein Tester zur Überprüfung der einzelnen Bausteine dringend erforderlich. Beide Möglichkeiten sind in diesem Gerät nach Bild 1 enthalten.

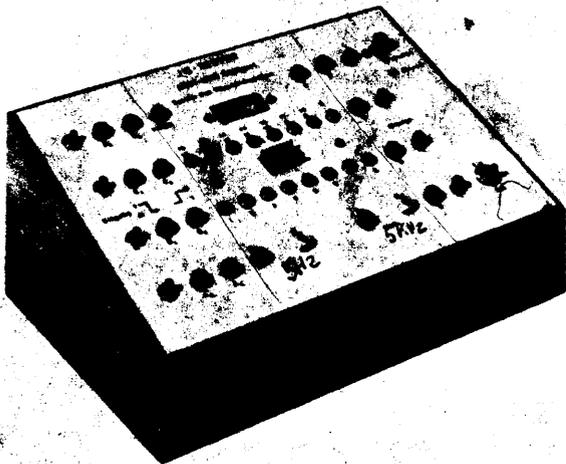
Dieser Beitrag soll nun im Experiment anhand von einfachen mit diesem Gerät durchführbaren Grundschaltungen zeigen, wie man mit diesen Bauelementen umgeht. Der Aufbau der betreffenden Experimentierschaltung wird mit normalen, handelsüblichen Steckverbindungen durchgeführt. Der Vorteil dieses Experimentiersystems liegt darin, daß auf diese Weise die Experimentier- und Prüfschaltungen schnell und übersichtlich zusammengeschaltet werden können.

Das Experimentiergerät läßt sich mit einem recht geringen Kostenaufwand und ohne umfangreiche Vorkenntnisse zusammenbauen. Alle für den Zusammenbau dieses Experimentiergerätes erforderlichen Teile sind im Handel erhältlich. Die wichtigsten integrierten Schaltungen der SN-74er-Serie lassen sich mit diesem Experimentiersystem erproben.

2 Die Prüfmethode

Das Experimentiergerät ist für IS im Dual-in-Line-Gehäuse mit 14 bzw. 16 Kontakten gebaut.

Die Anschlüsse einer IS werden über eine Printplatte an Buchsen geführt, damit der Baustein über normale Steckverbindungen angeschlossen werden kann. Die Buchsen sind entsprechend den Anschlußfahnen der IS mit Zahlen von 1 bis 16 versehen. Die zu prüfende IS kann somit völlig frei gemäß ihrem Schaltungsaufbau angeschlossen werden.



2.1 Einzelprüfung

An die Eingänge der zu untersuchenden IS werden entweder über die Taster von Hand oder über die Multivibratoren im fortlaufenden Wechsel 0- bzw. 1-Signale angelegt (Bild 2).

2.2 Anzeige

Die durch diese Signale hervorgerufenen Reaktionen können über Signallampen an den Ausgängen der Test-IS beobachtet werden. Diese Art der Signalanzeige ist möglich, da es ja in der digitalen Elektronik nur 0- bzw. 1-Signale gibt.

2.3 Serienprüfung

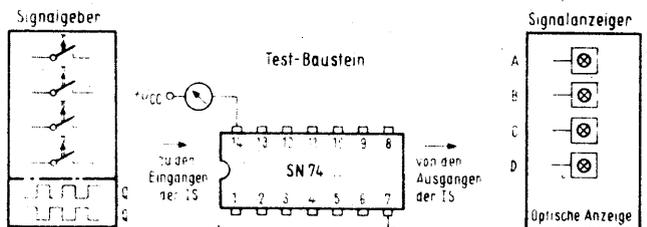
Bei der Prüfung von mehreren IS der gleichen Bauart werden in der hierfür geeigneten Testschaltung die Eingänge und Ausgänge der einzelnen in den IS enthaltenen Gatter hintereinandergeschaltet. Damit kann man gewissermaßen auf einen Blick das fehlerfreie Arbeiten einer IS in allen Stufen erkennen.

2.4 Oszillografische Messung

Mit dem eingebauten 5-kHz-Rechteckgenerator läßt sich die zu prüfende IS mit einem Oszillografen untersuchen. Diese Methode ist vor allem deshalb interessant, da auf diese Weise bei Zählerbausteinen mit Hilfe von elektronischen Schaltern die vier Ausgänge A, B, C und D gleichzeitig erfaßt werden können. Aus diesen Oszillogrammen lassen sich dann, wie später gezeigt wird, die Funktionstabellen der betreffenden Zähler unmittelbar ablesen.

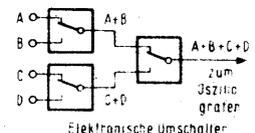
2.5 Strommessung

Über einen eingebauten Strommesser mit einem Meßbereich von 0...50 mA wird über den Anschluß + U_{cc} die Stromaufnahme der zu untersuchenden IS erfaßt. Mit Hilfe dieses Strommessers kann sofort entschieden werden, ob der Baustein einen inneren Kurzschluß hat oder eine Unterbrechung aufweist. In diesem Falle erübrigen sich weitere Experimente. Die normale Stromaufnahme von IS ist vom Umfang der in der betreffenden Schaltung integrierten Bauelemente abhängig und liegt bei den hier besprochenen Bausteinen zwischen 10 mA und 48 mA.



▲ Bild 2. Nach diesem Prüfprinzip werden die integrierten Schaltungen der SN-74er-Serie getestet

◀ Bild 1. Experimentiergerät zum Einarbeiten in die Technik der Digitalelektronik (Vertrieb: Arlt oHG)



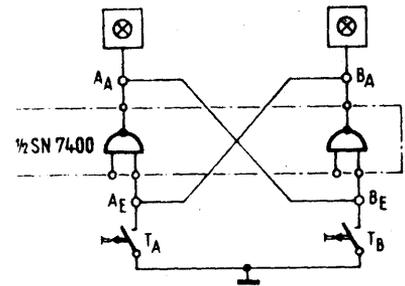
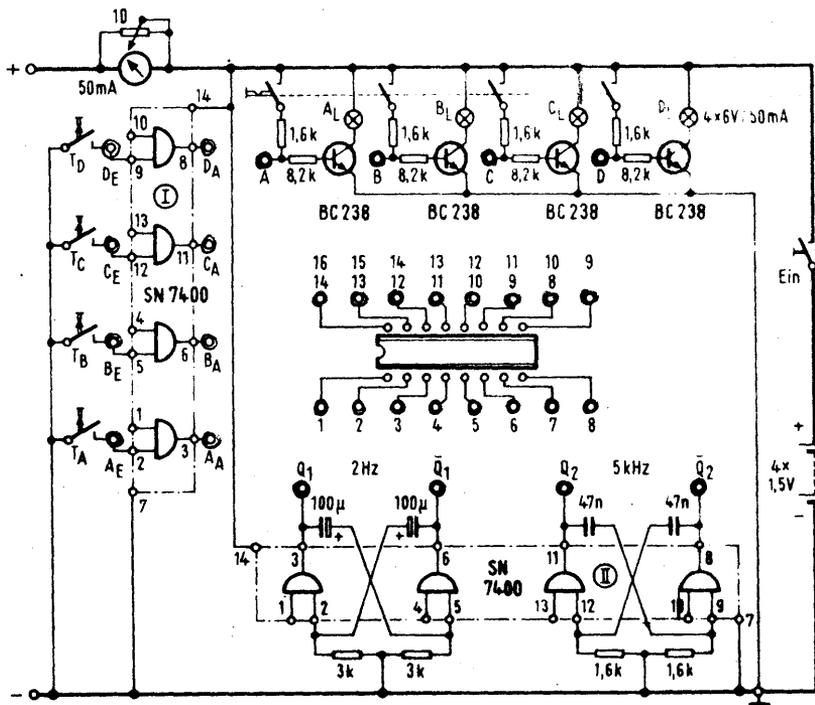


Bild 4. Mit je zwei Verbindungskabeln kann man sich mit diesem Gerät zwei prellfreie Schalter aufbauen

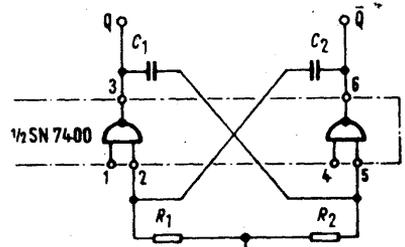


Bild 5. Mit zwei Nand-Gattern aufgebaute astabiler Multivibrator

◀ Bild 3. Schaltung des IS-Experimentiergerätes

3 Schaltungsaufbau des Experimentiergerätes

Zur Signaleingabe von Hand dienen vier Druckknopftaster, mit denen man beim Betätigen ein Nullsignal an die Anschlüsse A_E bis D_E abgeben kann (Bild 3).

Da die Buchsen A_E bis D_E mit den Eingängen der vier Nand-Gatter des Bausteines SN 7400 verbunden sind, befinden sich im Ruhezustand der Taster an diesen Buchsen positive Signale.

An den Ausgängen dieser vier Nand-Gatter A_A bis D_A sind zwangsläufig vier zu den Eingängen invertierte Signale. Auf diese einfache Weise erhält man beim Betätigen der Taster entweder an A_E bis D_E die Signale 1-0 oder an A_A bis D_A die Signale 0-1.

Mit diesen vier Tastern ist man somit auch in der Lage, jede Zahl zwischen 0 und 9 im BCD-Code von Hand auf den Eingang eines BCD-Dezimal-Decodierers (SN 7441) einzugeben.

Der Dezimal-Decodierer wird an die Anschlüsse der Ausgänge A_A bis D_A der vier Nand-Gatter angeschlossen, da hier im Ruhezustand der Taster das Signal (0000) anliegt. Eine optische Kontrolle der eingegebenen Zahl erhält man, wenn gleichzeitig noch die Signalanzeigelampen mit diesen Buchsen A_A bis D_A verbunden werden.

3.1 Prellfreier Schalter

Zum Weiterschalten von Binärzählern benötigt man einen prellfreien, elektronischen Schalter. Wie in Bild 4 gezeigt wird, kann man sich mit den an die vier Taster angeschlossenen Nand-Gattern leicht zwei prellfreie von Hand betätigte Schalter zusammenstecken. Hierzu werden lediglich vier Verbindungskabel benötigt.

Die Arbeitsweise dieses prellfreien Schalters kann mit den vier Signallampenanzeigern sichtbar gemacht werden.

3.2 Prüfmultivibratoren

Mit zwei Nand-Gattern des Bausteines SN 7400 läßt sich mit wenigen Bauelementen ein recht brauchbarer Multivibrator mit annähernd rechteckförmiger Ausgangsspannung herstellen.

Die beiden Ausgänge der Gatter werden über je einen Kondensator C_1 und C_2 mit den Eingängen des anderen Gatters verbunden (Bild 5).

Über die Widerstände R_1 und R_2 liegen die Eingänge der Nand-Gatter an Massepotential. Die Frequenz des Multivibrators ist durch die Werte von C_1 und R_1 bzw. C_2 und R_2 bestimmt. Bei den Werten von $C_1 = C_2 = 100 \mu\text{F}$ und $R_1 = R_2 = 3 \text{k}\Omega$ ergibt sich eine Frequenz von etwa 2 Hz. Diese Umschaltfrequenz ist gerade richtig für den Betrieb von Flipflops und von Zählerbausteinen, da so die Schaltzustände an deren Ausgänge über die optischen Anzeige noch gut mit dem Auge verfolgt werden können.

Die Rechtecke des hier beschriebenen Multivibrators besitzen eine ausreichend große Flankensteilheit. Die Spannungen an den Ausgängen Q und \bar{Q} werden zwischen 0 und nahezu +5 V umgeschaltet.

In das Experimentiergerät ist noch ein zweiter Multivibrator eingebaut. Die RC-Glieder dieses Multivibrators sind so dimensioniert, daß sich hieraus eine Rechteckschwingung von etwa 5 kHz ergibt (Bild 6). Werden mit dieser Frequenz Flipflops, Zählerbausteine oder Schieberegister angesteuert, so können die Spannungen an deren Ausgänge mit einem Oszillografen untersucht und geprüft werden. Es lassen sich hierbei Fehler sichtbar machen, die bei der niederfrequenten optischen Prüfung nicht zu erkennen sind, wie z. B. eine nicht ausreichende Umschaltgeschwindigkeit.

Darüber hinaus läßt sich mit einem mehrkanaligen Oszillografen die Wirkungsweise von zahlreichen IS noch anschaulicher darstellen. (Fortsetzung folgt)

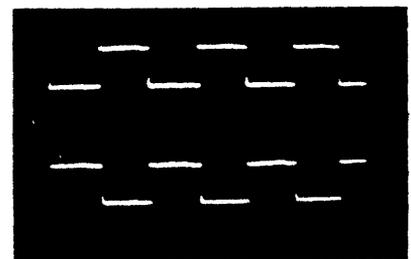


Bild 6. Oszillogramm der an den beiden Ausgängen Q und \bar{Q} des 5-kHz-Multivibrators anliegenden Rechteckspannungen