
Bodo Blume – Günter Schneider

Elektronik für den Unterhaltungsautomaten- Techniker

Einführung in die Digital-Elektronik



MÜNZAUTOMAT · MAINZ

Elektronik für den Unterhaltungsautomaten-Techniker

Bodo Blume – Günter Schneider

Elektronik für den Unterhaltungsautomaten- Techniker

Einführung in die Digital-Elektronik

MÜNZAUTOMAT · MAINZ

© Bally Wulff Vertriebs-GmbH, Hannover
Verlag Dr. Hanns Krach, Inhaber Hermann Schmidt, Mainz
Alle Rechte vorbehalten
1. Auflage 1983 – ISBN 3-87439-088-8
Nachdruck, fotografische Vervielfältigung, auch auszugsweise,
oder Fotokopieren nur mit Genehmigung des Verlages
Herstellung: Universitätsdruckerei und Verlag Dr. Hanns Krach,
Inhaber Hermann Schmidt, Mainz

Inhaltsverzeichnis

Grundlagen der Digitaltechnik	9	Synchronimpulse:	78
UND-Glied	10	Bildinformation (Bildpunkte)	
ODER-Glied	13	Zeile	
NICHT-Glied	14	Halbbild	
NAND-Glied	14	Fernsehbild	
NOR-Glied	15	Zeilenrücklaufimpuls	
FLIP-Flop	16	Horizontale Zählerstufe	
R-S-Flip-Flop	19	Vertikale Zählerstufe	
D-Flip-Flop	20	Synchronimpulse (Zeilenrücklauf- und Bildkippimpuls)	
SN 7474, D-Flip-Flop mit statischen Eingängen ..	22	Synchronisationsfehler	
J-K-Flip-Flop	23	Fehlersuche mit der Videoprobe	
J-K-MASTER-SLAVE-Flip-Flop	26	Bildinhalt:	86
SN 74107, J-K-Master-Slave-Flip mit statischen Eingängen	26	Funktion eines RAM's	
Zähler	28	Daten speichern	
Binäres Zahlensystem	30	Daten auslesen	
SN 7493, 4 Bit Binärzähler	34	RAM-Fehler	
SN 7490, Dezimalzähler	35		
SN 74161, Synchroner Dezimalzähler	36	Aufbau und Funktion des BALLY-Flippers	
SN 74166, 8 Bit Schieberegister	39	Kennlinien	97
SN 74153, 4 Bit Datenselektor/Multiplexer	40	Diode:	98
SN 74154, 4 Bit Demultiplexer/Binärdecoder .. .	41	Durchlaßbereich	
SN 7442, BCD zu Dezimaldecoder	42	Sperrbereich	
SN 7486, Exklusiv ODER	43	Überprüfung	
SN 7413, Schmitt-Trigger	44	Anwendung der Diode:	100
ILD 74, Optokoppler	46	als Entkopplungselement	
Lichtschranken	47	als Gleichrichter	
SN 555 TIMER in monostabilem Betrieb	48	in der Mittelpunktschaltung (MIDWAY-TV-Geräte)	
SN 555 TIMER in astabilem Betrieb	49	im Funkenlöschkreis (Freilaufdiode)	
9602, monostabiler Multivibrator	50	im Brückengleichrichter	
Quarz	51	Z-Diode	102
LM 741, LM 3900, Operationsverstärker mit verschiedenen Anwendungsbeispielen	53	Thyristor	103
		Funktion des Lamp-Driver-Modul A5	104
Erklärung eines MIDWAY-TV-Gerätes		Transistor	108
Allgemeiner Aufbau	55	190 V Spannungsstabilisierung	110
Aufbau und Funktion des Netzteiles (Power-Supply)	56	Funktion des Solenoid-Driver-Modul A3:	112
Erklärung des MOTOROLA-Monitor der Serie M-7000-155	61	Momentary-Spulen-Ansteuerung	
Aufbau der Synchronisatorschaltkreise eines Logic-Boards	70	Continous-Spulen-Ansteuerung	
Elektronenstrahlröhre	74	Fehlersuche	
		Stromkreis der Flipper-Spulen	116
Aufbau und Funktion des 8080 Standard-Boards		Funktion des Display-Driver-Modul A1:	117
Allgemeiner Aufbau	77	Panel	
		Digit-Ansteuerung	
		Display-Digit-Enable-Leitung	

In den letzten 20 Jahren hat sich die Welt des Menschen durch die Elektronik derart schnell und entscheidend verändert wie zu keiner Zeit in der Geschichte. Eine Fülle elektronischer Bauteile wurde entwickelt, insbesondere die Halbleiterbauelemente: Dioden, Transistoren, Thyristoren, Triac's usw. sind Begriffe, die heute fast jeder Laie schon einmal gehört hat.

Zu einer geradezu stürmischen Entwicklung hat die Digitaltechnik geführt. Es ist z. B. noch nicht lange her, daß der Rechenschieber (ein analoges Gerät) der ständige Begleiter der Ingenieure und Techniker war. Heute ist er weitgehend von den digitalen Taschenrechnern verdrängt worden. Es ist unerlässlich, sich immer wieder mit der Elektronik zu beschäftigen, um mit der rasanten Entwicklung Schritt zu halten.

Um dem Unterhaltungsautomaten-Techniker zu helfen, das Prinzip der elektronischen Steuerung von TV-Geräten und Flippern zu verstehen, schrieben Herr Günter Schneider und ich insgesamt 27 Folgen, die vom September 1978 an bis zum Februar 1981 als Fortsetzungen in der Zeitschrift MÜNZAUTOMAT erschienen sind. In diesem Buch werden noch einmal alle Folgen zusammen veröffentlicht. Der Einfachheit wegen haben wir die Numerierung der Abbildungen belassen.

Zuerst hat Herr Günter Schneider die Aufgabe übernommen, Sie in den ersten Kapiteln „Grundlagen der Digitaltechnik“ mit den wichtigsten Digitalbausteinen, die in diesen Automaten Verwendung finden, systematisch vertraut zu machen. Auf diese Bausteine werde ich bei meinen späteren Ausführungen über die Funktion des 8080 Logic-Boards und des Flippers immer wieder zurückverweisen. Um dieses weitrei-

chende Gebiet zusammenfassend darzustellen, ist jedoch eine äußerste Straffung und Begrenzung auf das Wesentlichste notwendig.

Um das Verständnis für digitale Schaltungen zu fördern, wird zunächst in vielen Fällen eine klassische Schaltung mit Relais und Schaltern untersucht und dann gezeigt, wie das gleiche Problem kontaktlos gelöst werden kann. Es werden nur wichtige grundlegende Probleme und Schaltungen untersucht und erläutert. Auf die Innenschaltung der verwendeten Bauelemente wird nur kurz eingegangen.

Am Ende jedes Abschnittes werden eine Reihe von Wiederholungsfragen gestellt, die der Selbstkontrolle des erarbeiteten Stoffes dienen. Mit Hilfe dieser Übungsaufgaben können Sie feststellen, ob Sie alles richtig verstanden oder irgendwo einen Denkfehler gemacht haben und es sich empfiehlt, das Kapitel noch einmal durchzuarbeiten.

Das zweite Kapitel widmet Herr Schneider dem Aufbau eines TV-Gerätes der Firma *Midway*, einer Tochtergesellschaft der amerikanischen Firma *Bally*. Hier wird das Netzteil (Power-Supply) und der damals am häufigsten verwendete Schwarzweißmonitor der Serie M-7000-155 der Firma *Motorola* bis ins kleinste Detail erklärt. Bei dem Text handelt es sich um eine Übersetzung der *Motorola*-Publikation 68P25253A47, aus der auch die Abbildungen entnommen sind.

Allerdings werden beim Leser zum Verständnis Grundlagen der Elektrizitätslehre und der Halbleitertechnik vorausgesetzt. Danach wird am Beispiel des Logic-Boards aus dem *Midway*-TV-Spiel „Wheels II“ die Erzeugung der Synchronimpulse erläutert.

Es handelt sich hier um eine der ersten TV-Platinen, die noch mit normaler TTL-Logik aufgebaut waren.

Im nächsten Kapitel behandle ich den Aufbau einer Schwarzweißbildröhre, da der Leser für das Verständnis der Bildaustattung amerikanischer Norm zuerst wissen muß, wie der Elektronenstrahl erzeugt und abgelenkt wird.

In meinen Ausführungen versuche ich nachfolgend und auf das aus den vorangegangenen Kapiteln erlernte Fachwissen aufbauend das Prinzip eines TV-Logic-Boards mit Microprozessor am Beispiel des 8080 Standard-Boards der Firma *Midway* zu erklären und versuche, soweit es geht, ins Detail zu gehen.

Der „*Gun Fight*“ aus dem Jahre 1976 der Firma *Midway* war mit diesem Board der erste microprozessorgesteuerte Unterhaltungsautomat, der in Großserie produziert wurde. Dieses 8080 Standard-Board wurde über Jahre hinweg bis hin zum legendären „*Space Invaders*“ aus dem Jahre 1979 verwendet.

Zuerst wird das Erzeugen und die Funktion der sogenannten Synchronimpulse erläutert, danach der Aufbau des Bildinhaltes. Bei der Erklärung eines RAM's habe ich mich auf die wesentlichen Punkte beschränkt und sie immer als Stichpunkte extra noch einmal gesondert wiederholt. Fachleute unter Ihnen möchten mir die sehr einfache Darstellung des allgemeinen Schreib- und Lesevorganges verzeihen, doch ich glaube, daß diese für das Verständnis ausreichen. Außerdem werden bei der Funktionsbeschreibung dieser Vorgänge beim 8080 Standard-Board auch Fachleute auf ihre Kosten kommen.

Dieses Logic-Board ist zur Erklärung und zum Einstieg in die TV-Technik ideal,

wenngleich es dem heutigen Stand der Technik nicht mehr entspricht. Denn was auf diesem Board einzeln aufgebaut ist, wird heute kompakt in Chips integriert, das Prinzip der Schaltung ist jedoch geblieben. Auch werden jetzt Colour-Monitore verwendet, und ein Bildpunkt besteht aus den drei Farbinformationen Rot, Grün und Blau, doch weiterhin werden die Synchronimpulse mit Zählerketten erzeugt und der Bildinhalt nach dem Prinzip des 8080 Standard-Boards in RAM's zusammengesetzt.

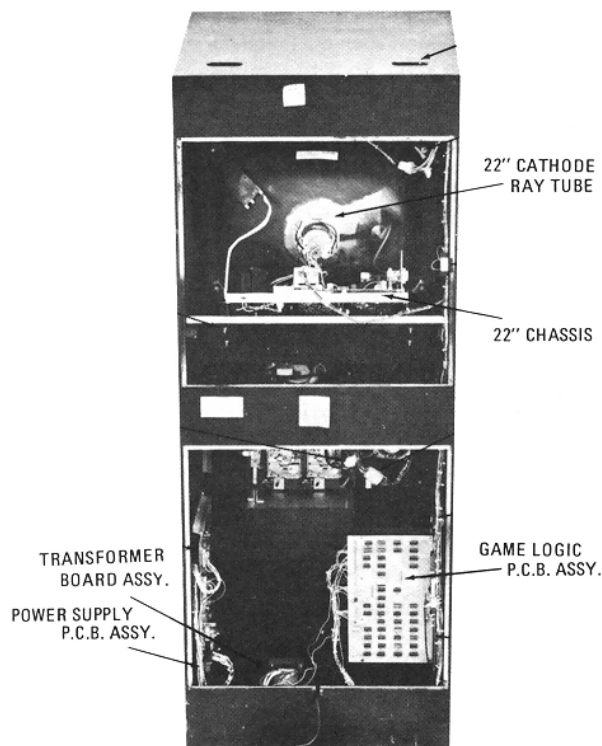
Bevor ich im letzten Kapitel auf den *Flipper* der Firma *Bally* eingehe, wollte ich zuerst die wichtigsten Halbleiterbauelemente ansprechen. Auch hier muß ich die Grundlagen der Elektrizitätslehre voraussetzen und verzichte weitgehend auf wissenschaftlich-physikalische Ausführungen und auf umfangreiche mathematische Ableitungen. Sie werden zukünftig ständig mit neuen Schaltungen und elektronischen Geräten zu tun haben, ohne deswegen gleich selbst Entwicklungen und Berechnungen durchführen zu müssen.

Alle angesprochenen Halbleiterbauelemente werden dann anschließend in ihrer Funktion auf den einzelnen Driver-Modulen erklärt, die noch heute in allen *Bally-Flippern* Verwendung finden.

Beim Display-Driver-Modul A1 beende ich meine Ausführungen. Damit sind die wichtigsten Driver-Module besprochen. Ich habe bewußt das Microprozessor-Modul A4 ausgelassen, denn dieses Thema setzt zu viele Grundkenntnisse voraus und würde außerdem ein separates Buch füllen.

Es sei jedoch betont, daß dieses Buch allein noch keinen Elektroniker macht, sondern daß man sich ständig bemühen muß, seine Kenntnisse zu erweitern und Neues aufzunehmen.

Bodo Blume



Ein „TV-Gerät“ besteht aus 4 Einheiten: Dem Netzteil, dem Logic Board, dem Fernsehchassis und der Tonstufe.

Das Netzteil, im allgemeinen „Power Supply“ genannt, liefert die Betriebsspannungen für das Logic Board, die Tonstufe

Das Logic Board besteht aus einer Epoxydharzplatte, die mit Leiterbahnen versehen und mit integrierten Schaltkreisen, im allgemeinen IC's genannt, bestückt ist.

Die IC's, die auf dem Logic Board verwendet werden, können nur binär-digitale Signale verarbeiten gegenüber Transistoren und Röhren, die analoge und binär-digitale Signale verarbeiten. Man kann sämtliche Signalformen in analoge und digitale Signale unterteilen. Das Wort „analog“ bedeutet: nachgebildet. Ein Beispiel für ein analoges Signal ist das Lautsprechersignal einer Musikbox. Es ist dem Signal des Tonkopfes nachgebildet und verstärkt worden.

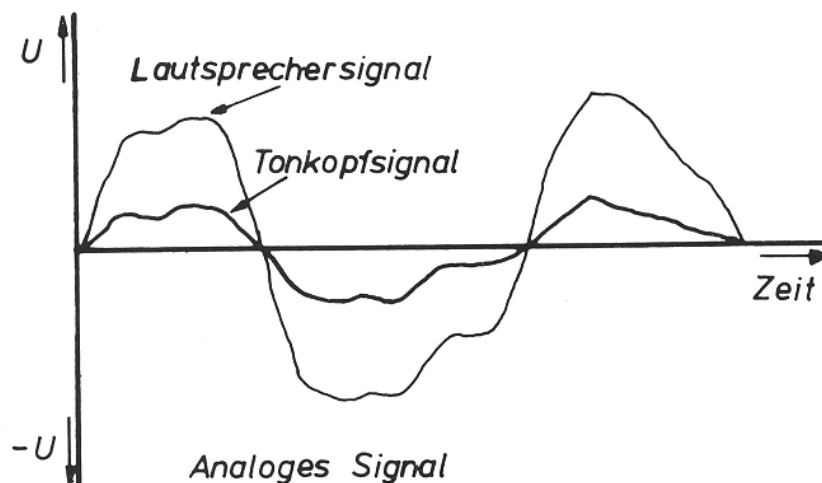
Ein Beispiel für die Anzeige eines analogen Signals ist der Tachometer im Auto. Hier ist die angezeigte Geschwindigkeit analog der gefahrenen Geschwindigkeit.

Ein Beispiel für eine digitale Anzeige finden wir ebenfalls im Tachometer. Als erstes soll die Bedeutung des Wortes „digital“ erläutert werden: Es stammt vom griechischen Wort „digitus“ ab und bedeutet frei übersetzt „Ziffer“. Im Tachometer wird die Anzahl der gefahrenen Kilometer in Ziffern, d. h., digital dargestellt.

Soll nun eine Schaltung gebaut werden, die alle 10 Abstufungen im Zehnerseystem erkennen und verarbeiten kann, so ist dies sehr schwierig und nur mit großem Aufwand zu ermöglichen.

Es ist einfacher, eine Schaltung aufzubauen, die nur zwischen zwei Werten unterscheiden kann: Spannung vorhanden – Spannung nicht vorhanden. Weil diese Signale nur zwei Zustände kennen, spricht man von einem binär-digitalen Signal oder binären Signal. Das Wort „binär“ bedeutet etwa: Aus zwei Stufen bestehend.

Diese binären Eigenschaften sind bei Steuerungen keineswegs neu. In jedem Flipper und in jedem Geldspielgerät sind Re-



und mit Einschränkungen auch für das Fernsehchassis. In älteren „TV-Games“ wird die 5 V-Betriebsspannung auf dem Logic Board selbst oder im Fernsehchassis erzeugt.

Das Logic Board hat die Aufgabe, das Spiel zu erzeugen und liefert somit die Eingangssignale für das Fernsehchassis und die Tonstufe.

Vom Fernsehchassis werden die aus dem Logic Board gelieferten Signale auf dem Bildschirm sichtbar gemacht.

Die Tonstufe verstärkt die Signale, die vom Logic Board geliefert werden. Sie ist in manchen Fällen auch in das Logic Board oder in das Fernsehchassis einbezogen.

lais und Kontakte vorhanden, die nur zwischen zwei Signalwerten unterscheiden können: Entweder ist ein Kontakt geöffnet oder geschlossen, oder das Relais angezogen oder abgefallen. Sollte ein Kontakt oder ein Relais für längere Zeit eine Zwischenstellung einnehmen, führt das zu Funktionsstörungen und der Kontakt oder das Relais muß nachjustiert oder ausgewechselt werden.

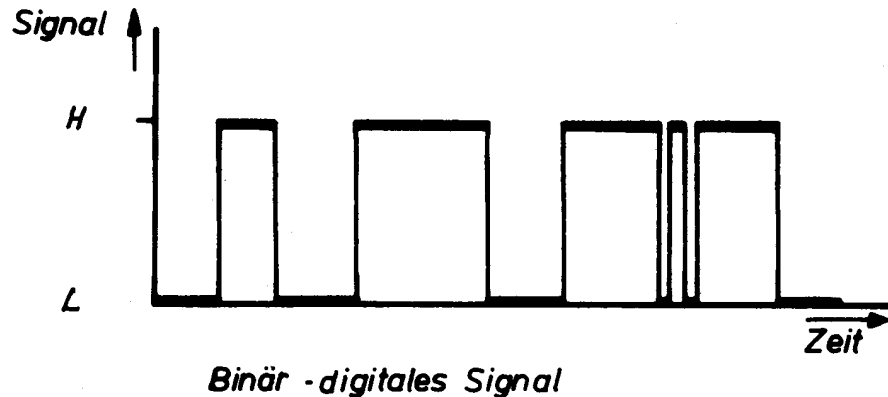
Um die verschiedenen Signalwerte zu bezeichnen, hat man sich auf Zeichen geeinigt, die angeben, welcher Signalwert am Eingang oder Ausgang anliegt.

H (high) für anliegende Spannung

L (low) für keine Spannung.

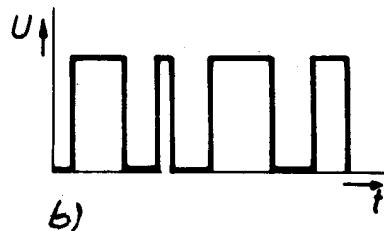
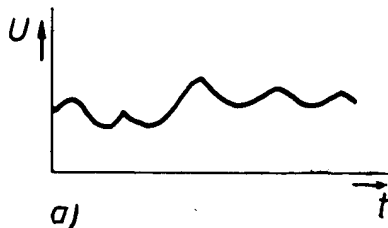
Die Zeichen kann man in der Relais-technik mit den Kontaktstellungen geschlossen oder geöffnet vergleichen. Um Störungen in der Schaltung zu vermeiden, sind die IC's so ausgelegt worden, daß das Umschalten vom H in den L-Zustand oder vom L in den H-Zustand sehr schnell vor sich geht. Nachstehend sehen Sie ein binäres Signal, das von IC's verarbeitet werden kann.

Mit der Schnelligkeit des Umschaltens von einem in den anderen Zustand nimmt auch die Frequenz zu, die maximal verarbeitet werden kann. So wird zum Beispiel die höchste Arbeitsfrequenz von den auf dem Logic Board verwendeten IC's mit mehr als 10 MHz (10.000 kHz) angegeben. In Relais-schaltungen sind Schaltfrequenzen von 100 Hz durch die mechanische Bewegung der Kontakte fast nicht mehr erreichbar.



TEST 1

- 1) Welches der beiden abgebildeten Signale ist ein digitales Signal?



- 2) Weshalb sind mit Relais-schaltungen keine hohen Schaltgeschwindigkeiten zu erreichen?
- Die Kontakte sind zu lang
 - Weil sie zu hohe Spannungen schalten müssen
 - Durch die mechanische Bewegung
- 3) Bei welchem der aufgeführten Beispiele kann man von einer digitalen Arbeitsweise sprechen?
- Relaiskontakt
 - Fieberthermometer
 - Lenkrad im Auto
- 4) Den Schaltzuständen einer Relais-schaltung sollen die entsprechenden Signalzustände L oder H zugeordnet werden.

Kontakt geschlossen
Kontakt geöffnet
Relais angezogen
Relais abgefallen

entsprechender Signalzustand

Kontakt geschlossen
Kontakt geöffnet
Relais angezogen
Relais abgefallen

entsprechender Signalzustand

H
L
H
L

Während in Relais-schaltungen Kontakte parallel und in Reihe geschaltet werden, um die gewünschte Funktion einer Schaltung zu erreichen, müssen IC's mit unterschiedlichen Funktionen so verdrahtet werden, daß sie den gleichen Effekt erzielen

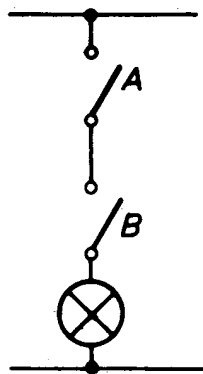
Die Grundfunktionen, mit denen eine Schaltung aufgebaut werden kann, sind UND-, ODER-, und NICHT-Glieder, wobei man für den Ausdruck „Glieder“ auch die in Büchern oder Schaltungsbeschreibungen verwendeten Ausdrücke „Funktion“, „Verknüpfung“ oder „Gatter“ finden kann.

UND-Glied

Die Funktion eines UND-Gliedes mit zwei Eingängen läßt sich sehr anschaulich mit der Reihenschaltung von zwei Kontakten und einer Lampe erklären.

Lösungen zu Test 1

- 1) Signal b) ist ein digitales Signal. Bei Signal a) handelt es sich um ein analoges Signal.
- 2) Antwort c) ist richtig. Hohe Schaltgeschwindigkeiten sind durch die mechanische Bewegung der Relais und Kontakte nicht zu erreichen.

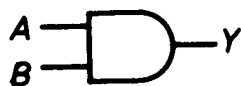


Sind beide Kontakte A und B geöffnet, brennt die Lampe nicht. Ist einer der beiden Kontakte geschlossen, der andere Kontakt geöffnet, kann die Lampe ebenfalls nicht brennen. Erst wenn die Kontakte A UND B geschlossen sind, brennt die Lampe. Die Schaltsymbole für elektrische Bausteine sind nach DIN 40700 genormt.



Für ein UND-Glied mit zwei Eingängen ist das nebenstehende Symbol vorgeschrieben. Die Buchstaben A und B bezeichnen hierbei die Eingänge, der Buchstabe Y den Ausgang.

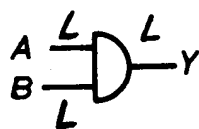
Weil die Logic Board-Zeichnungen meist mit amerikanischen Schaltsymbolen gezeichnet werden, soll auch das amerikanische Schaltzeichen für ein UND-Glied erwähnt werden.



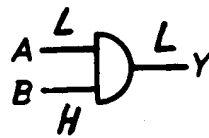
Dieses Symbol stellt nach amerikanischer Zeichennorm ein UND-Glied mit zwei Eingängen dar. Die Buchstabenbezeichnung ist mit der des deutschen Symbols identisch. Mit A und B sind die Eingänge gekennzeichnet, mit Y der Ausgang.

Für die Bezeichnung der Anschlüsse wird nicht immer die Bezeichnung mit Buchstaben gewählt. So findet man die Bezeichnung der Eingänge mit E1, E2, E3. . . und A für den Ausgang sehr häufig.

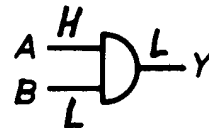
Anhand des Schaltzeichens für ein UND-Glied mit zwei Eingängen sollen noch einmal alle möglichen Eingangssignale und die dazugehörigen Ausgangssignale aufgeführt werden.



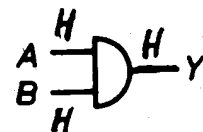
Liegt am Eingang A L-Signal und am Eingang B L-Signal, muß am Ausgang Y L-Signal anstehen. Dieser Zustand ist mit dem Zustand der Kontaktschaltung gleichzusetzen, in dem die Kontakte A und B geöffnet waren und die Lampe nicht brannte.



Steht nun H-Signal am Eingang B und L-Signal am Eingang A, muß L-Signal am Ausgang Y stehen. Die gleichen Verhältnisse lassen sich in der Kontaktschaltung wiederfinden, wenn der Kontakt A geöffnet, der Kontakt B jedoch geschlossen ist.



Ist auf den Eingang A L-Signal und auf den Eingang B L-Signal gelegt, bleibt der Ausgang Y auf L-Signal. Die gleichen Bedingungen finden wir in der Kontaktschaltung wieder, wenn der Kontakt A geschlossen, der Kontakt B geöffnet ist. Die Lampe brennt nicht.



Am Ausgang Y finden wir nur dann ein H-Signal, wenn an den Eingängen A UND B ein H-Signal liegt. In der Kontaktschaltung brennt die Lampe, wenn die Kontakte A und B geschlossen sind.

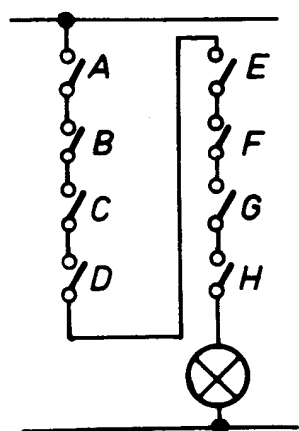
Man kann diese verschiedenen Eingangs- und Ausgangssignale auch in einer Tabelle darstellen. Diese Tabellen werden Wertetabellen, Verknüpfungstabellen oder Wahrheitstabellen genannt.

Eingänge		Ausgang
A	B	Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

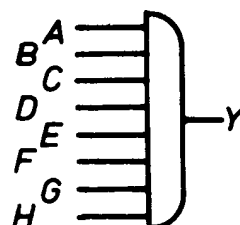
Hier ist die Wahrheitstabelle für das UND-Glied mit zwei Eingängen aufgeführt. Aus der Wahrheitstabelle geht hervor, daß an beiden Eingängen H-Signal anliegen muß, damit der Ausgang H-Signal führt.

Bisher wurde immer nur von einem UND-Glied mit zwei Eingängen gesprochen. Natürlich läßt sich die Zahl der Eingänge an einem UND-Glied beliebig erweitern. Als Beispiel dafür dient ein UND-Glied mit 8 Eingängen, das hier in Kontakttechnik und durch ein deutsches und ein amerikanisches Symbol abgebildet wird.

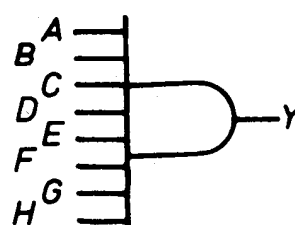
UND Glied mit 8 Eingängen



Kontakttechnik



deutsche Norm



amerikanische Norm

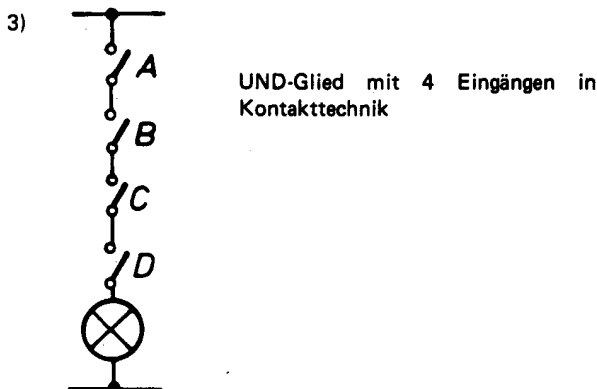
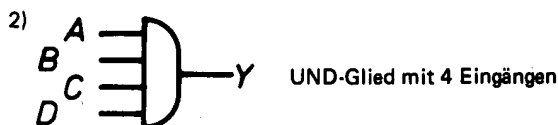
TEST 2

- 1) Eine Wahrheitstabelle ist
 - a) eine nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu bestimmende Tabelle, ob jemand die Wahrheit sagt oder nicht,
 - b) eine Tabelle, in der sämtliche am Eingang eines digitalen Bausteins möglichen Signalzustände und die dazugehörigen Signalzustände am Ausgang aufgeführt sind.
- 2) Zeichnen Sie ein UND-Glied mit 4 Eingängen.
- 3) Zeichnen Sie ein UND-Glied mit 4 Eingängen in Kontakttechnik mit einer Lampe als Ausgang.
- 4) Stellen Sie die Wahrheitstabelle für ein UND-Glied mit zwei Eingängen auf.
- 5) Am Ausgang eines UND-Glieds steht H-Signal, wenn
 - a) mindestens an einem Eingang H-Signal steht,
 - b) an allen Eingängen L-Signal steht,
 - c) an allen Eingängen H-Signal steht.
- 6) Bei einem Geldspielgerät mit 3 Walzen soll die Gewinnab-tastung für einen Gewinn mit einer Kontaktschaltung erfolgen. Der Kontakt von Walze 1 soll mit A, der Kontakt von Walze 2 mit B, der Kontakt von Walze 3 mit C bezeichnet werden. Wenn alle Walzen den Gewinn anzeigen, soll eine Lampe leuchten. Zeichnen Sie die Schaltung.
- 7) Zeichnen Sie eine Schaltung mit einem oder mehreren UND-Gliedern, die die gleiche Funktion hat wie die Kontaktschaltung von Aufgabe 6.
- 8) Für die Aufgaben 6) und 7) sind alle möglichen Eingangszustände in einer Wahrheitstabelle aufgeführt worden. Vervollständigen Sie die Wahrheitstabelle.

Walze 1	Walze 2	Walze 3	Ausgang
L	L	L	
L	L	H	
L	H	L	
L	H	H	
H	L	L	
H	L	H	
H	H	L	
H	H	H	

Lösungen zu Test 2

- 1) Antwort b) ist richtig. Die Wahrheitstabelle ist eine Tabelle, in der sämtliche am Eingang eines digitalen Bausteins möglichen Zustände und die dazugehörigen Signalzustände am Ausgang aufgeführt sind.

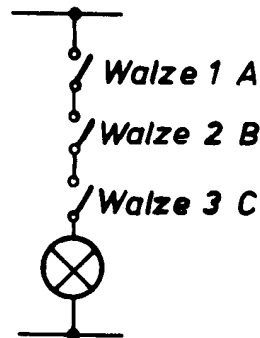


4) Eingänge

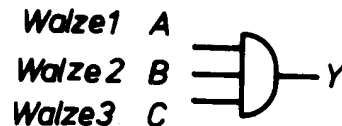
A	B	Ausgang Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

- 5) Antwort c) ist richtig. Am Ausgang eines UND-Glieds steht H-Signal, wenn an allen Eingängen H-Signal steht.

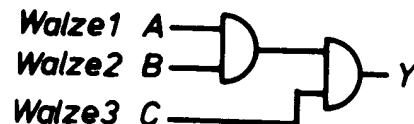
6)



7)



Eine andere richtige Lösungsmöglichkeit ist



8) Walze 1 Walze 2 Walze 3 Ausgang

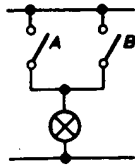
L	L	L	L
L	L	H	L
L	H	L	L
L	H	H	L
H	L	L	L
H	L	H	L
H	H	L	L
H	H	H	H

Notizen:

ODER-Glied

Eine andere Grundschialtung ist die des ODER-Gliedes.

Als erstes soll wieder die Funktion eines ODER-Gliedes mit zwei Eingängen anhand einer Kontaktschaltung erklärt werden. Diese Kontaktschaltung besteht diesmal aus zwei parallel geschalteten Kontakten, denen eine Lampe in Reihe geschaltet ist.



Es sind wieder 4 verschiedene Kontaktstellungen möglich.

Wenn beide Kontakte, A und B, geöffnet sind, kann kein Strom fließen, und die Lampe brennt nicht.

Ist der Kontakt B geschlossen, der Kontakt A geöffnet, brennt bereits die Lampe. Die Lampe brennt auch schon, wenn der Kontakt A geschlossen ist und B geöffnet und natürlich, wenn die Kontakte A und B geschlossen sind. Zusammenfassend kann also über die Eigenschaften dieser Schaltung gesagt werden, daß die Lampe brennt, wenn der Kontakt A oder der Kontakt B oder die Kontakte A und B geschlossen sind.

Nach der bereits aufgeführten DIN-Norm 40700 ist für ein ODER-Glied mit zwei Eingängen folgendes Schaltzeichen vorgeschrieben:



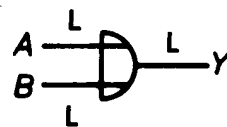
Die Buchstabenbezeichnung für die Ein- und Ausgänge ist die gleiche wie sie auch beim UND-Glied und bei den noch folgenden Grundfunktionen zu finden ist. A und B stehen für die Eingänge, Y für den Ausgang.

Das amerikanische Schaltzeichen weist wieder Unterschiede zum deutschen Schaltzeichen auf.



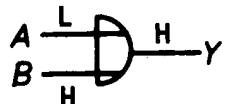
Das nebenstehende Schaltzeichen stellt ein ODER-Glied mit zwei Eingängen nach amerikanischer Zeichennorm dar.

Mit Hilfe des ODER-Glied-Schaltzeichens sollen alle Zustände, die an Ein- und Ausgängen auftreten können, noch einmal erläutert werden.



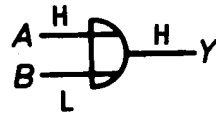
Die hier abgebildeten Signalwerte sind mit dem Zustand in der Kontaktschaltung vergleichbar, in dem beide Kontakte geöffnet waren und die Lampe nicht brennt.

Wenn also L-Signale an den Eingängen eines ODER-Gliedes stehen, steht am Ausgang des ODER-Gliedes ebenfalls L-Signal.



Steht, wie in diesem Fall, am Eingang B H-Signal und am Eingang A L-Signal, muß am Ausgang Y H-Signal anstehen. In der Kontaktschaltung des ODER-Glieds muß der Kontakt B geschlossen und der Kontakt A geöffnet sein, damit die gleichen Bedingungen wie in dieser Skizze herrschen. In der Kontaktschaltung brennt die Lampe.

Steht, wie in diesem Fall, am Eingang B H-Signal und am Eingang A L-Signal, muß am Ausgang Y H-Signal anstehen. In der Kontaktschaltung des ODER-Glieds muß der Kontakt B geschlossen und der Kontakt A geöffnet sein, damit die gleichen Bedingungen wie in dieser Skizze herrschen. In der Kontaktschaltung brennt die Lampe.



Die nächste Eingangsbedingung ist in der nebenstehenden Skizze aufgeführt. Am Eingang B steht L-Signal, am Eingang A hingegen H-Signal. Der Ausgang Y führt H-Signal. Wenn die Zustände in der Kontaktschaltung mit diesen Eingangsbedingungen übereinstimmen sollen, muß der Kontakt A geschlossen, der Kontakt B geöffnet sein, und die Lampe brennt.

Die letzte mögliche Variante der Eingangsspannungen bei einem ODER-Glied mit zwei Eingängen besteht darin, daß an beiden Eingängen, A und B, H-Signal anliegt.

In diesem Fall muß am Ausgang Y H-Signal anstehen. Bei der Kontaktschaltung wären beide Kontakte geschlossen und die Lampe brennt.

Für dieses ODER-Glied mit zwei Eingängen wird nun die Wahrheitstabelle aufgestellt.

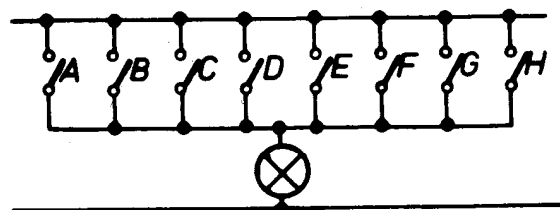
Eingänge		Ausgang
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

Aus der Wahrheitstabelle wie auch aus der vorhergehenden Beschreibung geht hervor, daß bei einem ODER-Glied der Ausgang auf H-Signal geht, wenn an mindestens einem Eingang des ODER-Gliedes H-Signal ansteht.

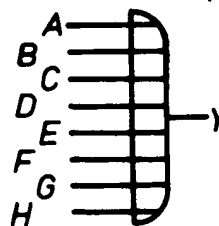
Auch bei einem ODER-Glied läßt sich die Anzahl der Eingänge beliebig erweitern.

Weil sich die Form der Schaltzeichen verändert, ist hier als Beispiel ein ODER-Glied mit 8 Eingängen aufgeführt, das in deutscher und amerikanischer Zeichennorm dargestellt wird. Als Vergleichsmöglichkeit wurde eine ODER-Funktion mit 8 Eingängen in Kontakttechnik dazugezeichnet.

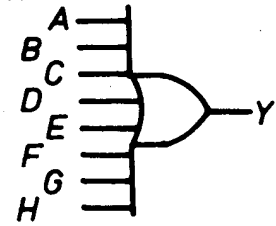
ODER - Glied mit 8 Eingängen



Kontakttechnik



deutsche Norm



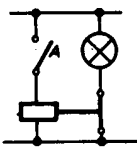
amerikanische Norm

Notizen:

NICHT-Glied

Als die letzte der Grundsaltungen ist hier das NICHT-Glied aufgeführt.

Anhand einer Kontaktschaltung soll die Funktion des NICHT-Gliedes erklärt werden.



Zum ersten Mal muß ein Relais für die Erklärung zur Hilfe genommen werden.

Wenn der Kontakt A geöffnet ist, muß das Relais abgefallen sein und die Lampe brennt.

Die zweite und letzte Möglichkeit der Eingangsbedingungen ist, daß der Kontakt A geschlossen ist. Dadurch ist das Relais angezogen und der dazugehörige Kontakt geöffnet. Die Lampe brennt nicht. Aus dieser Beschreibung läßt sich schon erkennen, daß bei einem NICHT-Glied das Ausgangssignal immer entgegengesetzt dem Eingangssignal ist. Als Schaltzeichen ist nach der deutschen Norm das untenstehende Zeichen vorgeschrieben:



Wobei der Punkt am Ausgang Y aussagt, daß das Eingangssignal am Ausgang entgegengesetzt erscheint. Diesen Vorgang nennt man auch invertieren oder negieren. Deshalb wird ein NICHT-Glied häufig auch als INVERTER bezeichnet. Das amerikanische Schaltzeichen ist zum Vergleich hier abgebildet.



Um sich die Funktion eines NICHT-Gliedes besser einprägen zu können, werden hier noch einmal anhand des Schaltbildes die beiden möglichen Eingangsbedingungen und die dazugehörigen Ausgangsspannungen aufgeführt.



Steht am Eingang A L-Signal, muß der Ausgang Y H-Signal führen. Das entspricht dem offenen Kontakt A in der Kontaktschaltung.

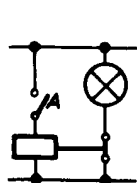


Liegt am Eingang A H-Signal, muß am Ausgang Y L-Signal zu messen sein. In der Kontaktschaltung ist dieser Zustand mit dem geschlossenen Kontakt A vergleichbar.

Die Wahrheitstabelle für ein NICHT-Glied ist sehr einfach:

Eingang A	Ausgang Y
L	H
H	L

Ein NICHT-Glied mit mehr als einem Eingang gibt es nicht. Deshalb sind hier noch einmal das deutsche und das amerikanische Schaltzeichen aufgeführt. Zur Veranschaulichung der NICHT-Funktion wurde ein NICHT-Glied in Kontakttechnik gezeichnet.



Kontakttechnik deutsche Norm

NICHT - Glied

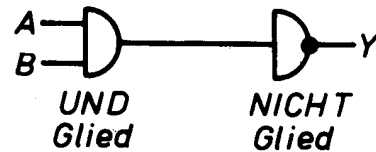


amerikanische Norm

Zu den bereits behandelten Grundsaltungen UND, ODER, NICHT zählt man noch die NAND- und die NOR-Funktion, obwohl sie aus den Grundsaltungen UND, ODER, NICHT abgeleitet werden.

NAND-Glied

Die Bezeichnung NAND wurde aus den englischen Wörtern NOT und AND gebildet. „NOT“ ins deutsche übersetzt bedeutet NICHT, „AND“ entspricht UND. Aus dieser Erklärung läßt sich schon die Funktion eines NAND-Gliedes ableiten. Das NAND-Glied besteht aus einem UND-Glied, dem ein NICHT-Glied nachgeschaltet wird.



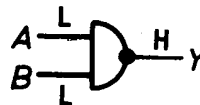
Das deutsche Schaltzeichen wurde aus dem eines UND-Gliedes und eines NICHT-Gliedes abgeleitet.



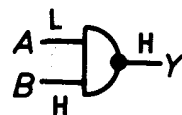
Das amerikanische Schaltzeichen für ein NAND-Glied ist wie untenstehend vorgeschrieben:



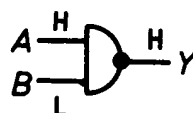
Nun soll anhand des deutschen Schaltzeichens für ein NAND-Glied mit zwei Eingängen dessen Funktion erklärt werden:



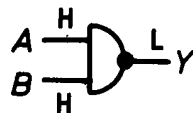
Steht an beiden Eingängen L-Signal, steht am Ausgang H-Signal.



Steht am Eingang B H-Signal und am Eingang A O-Signal, muß am Ausgang Y H-Signal stehen.



Liegt am Eingang B L-Signal, am Eingang A H-Signal, steht am Ausgang Y H-Signal.



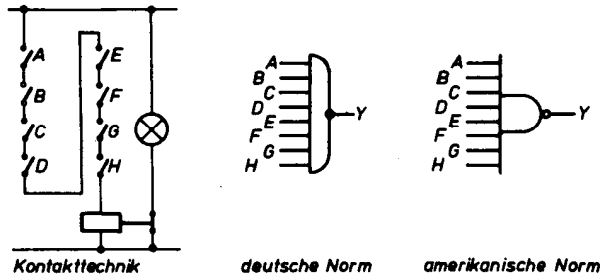
Erst wenn am beiden Ausgängen H-Signal steht, liegt am Ausgang L-Signal an.

Für das NAND-Glied wird die Wahrheitstabelle aufgestellt:

Eingänge A	B	Ausgang Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

Natürlich läßt sich auch beim NAND-Glied die Zahl der Eingänge beliebig erweitern. Als Beispiel dient ein NAND-Glied mit 8 Eingängen, das in Kontakttechnik, nach deutscher und amerikanischer Norm gezeichnet ist.

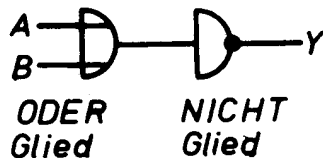
NAND-Glied mit 8 Eingängen



NOR-Glied

Die Bezeichnung NOR kommt wieder aus dem Englischen und ist aus den Wörtern „NOT“ und „OR“ entstanden. Das Wort „NOT“ bedeutet NICHT, das Wort „OR“ hat die Bedeutung ODER. Diese Erklärung reicht schon aus, um die Funktion des NOR-Gliedes zu verstehen: Es handelt sich um ein ODER-Glied, dem ein NICHT-Glied nachgeschaltet ist.

Die unterstehende Zeichnung veranschaulicht die Funktion des NOR-Gliedes.



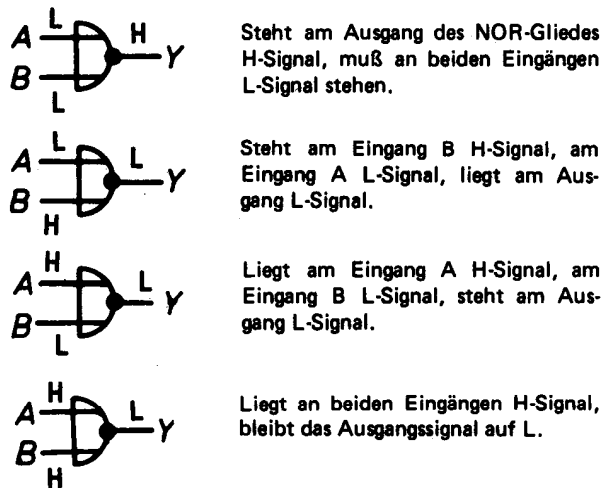
Das Schaltzeichen für das NOR-Glied ist nach DIN 40700 genormt. Als Beispiel ist ein NOR-Glied mit 2 Eingängen aufgeführt:



Das amerikanische Schaltzeichen hat natürlich eine andere Form:



Anhand des Schaltzeichens des NOR-Gliedes soll die NOR-Funktion verdeutlicht werden:

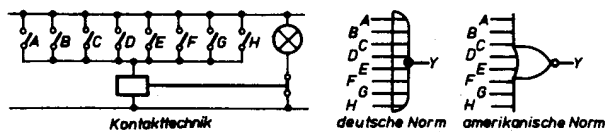


Für ein NOR-Glied mit zwei Ausgängen wird die Wahrheitstabelle aufgestellt:

Eingänge		Ausgang
A	B	Y
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L

Auch beim NOR-Glied läßt sich die Zahl der Eingänge beliebig erweitern. Als Beispiel dient wieder ein Nor-Glied mit 8 Eingängen, das in Kontakttechnik, nach deutscher und amerikanischer Norm gezeichnet ist.

NOR - Glied mit 8 Eingängen



Zusammenfassung der ersten zwei Folgen






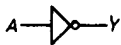




Die ersten zwei Folgen befaßten sich mit den Grundlagen der Digitaltechnik

Es wurde der Unterschied zwischen analogen und digitalen Signalen dargestellt und auf die Grundfunktionen UND, ODER, NICHT, NAND und NOR eingegangen.

Die Beherrschung dieser Grundfunktionen ist für die Digitaltechnik sehr wichtig, da alle weiteren Schaltungen, seien es nun FLIP FLOP'S, Zähler, Schieberegister oder Multiplexer mit Hilfe dieser Grundfunktionen aufgebaut werden können. Ein weiterer Beweis für die Universalität der UND-, ODER-, NICHT-, NAND- und NOR-Funktionen ist, daß man Schaltungen erzeugen kann.

Werden z.B. TTL-(Transistor-Transistor-Logic) Glieder mit Quarzen oder RC-Gliedern beschaltet, ist es möglich, Rechteckschwingungen zu erzeugen, deren Frequenz von der Auslegung des RC-Gliedes oder des Quarzes abhängig ist.

Hier ist deshalb noch einmal eine Zusammenstellung der UND-, ODER-, NICHT-, NAND- und NOR-Funktionen.

Funktion	Symbol		Wahrheitstabelle															
	deutsch	amerikanisch																
UND			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>H</td></tr></table>	A	B	Y	L	L	L	L	H	L	H	L	L	H	H	H
A	B	Y																
L	L	L																
L	H	L																
H	L	L																
H	H	H																
ODER			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>H</td></tr></table>	A	B	Y	L	L	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H
A	B	Y																
L	L	L																
L	H	H																
H	L	H																
H	H	H																
NICHT			<table><tr><th>A</th><th>Y</th></tr><tr><td>L</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td></tr></table>	A	Y	L	H	H	L									
A	Y																	
L	H																	
H	L																	
NAND			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>H</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>L</td></tr></table>	A	B	Y	L	L	H	L	H	H	H	L	H	H	H	L
A	B	Y																
L	L	H																
L	H	H																
H	L	H																
H	H	L																
NOR			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>H</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>L</td></tr></table>	A	B	Y	L	L	H	L	H	L	H	L	L	H	H	L
A	B	Y																
L	L	H																
L	H	L																
H	L	L																
H	H	L																

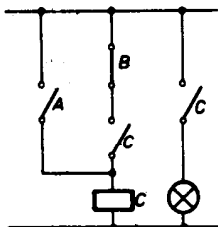
FLIP FLOP'S

In den bisherigen Ausführungen wurden nur Bausteine besprochen, die keine Signale speichern konnten.

Legt man z.B. an den Eingang eines ODER-Gliedes H-Signal, stand am Ausgang des ODER-Gliedes ebenfalls H-Signal. Wurde an den Eingang des ODER-Gliedes wieder L-Signal gelegt, ging der Ausgang ebenfalls auf L-Signal.

Das Ausgangssignal ist also bei den bisher behandelten Bausteinen abhängig von den am Eingang anliegenden Signalen.

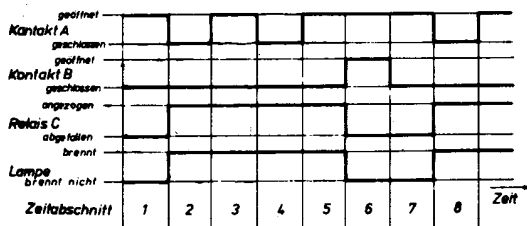
Schaltungen, die Signalzustände speichern, sind auch in der Relais-technik bekannt. Man bezeichnet diese Schaltungen als Selbsthaltung.



Die Schaltung besteht aus den Kontakten A und B, dem Relais C und zwei durch das Relais C betätigte Kontakte, die ebenfalls mit C gekennzeichnet sind.

Der Versuch, diese verschiedenen Schaltzustände in einer Wahrheitstabelle darzustellen, muß scheitern, weil die Ausgangszustände nicht immer abhängig von den Eingangssignalen sind. Deshalb müssen die Ein- und Ausgangssignale in einem Diagramm abhängig zur Zeit aufgetragen werden. Für dieses Diagramm gibt es verschiedene Bezeichnungen, wie z.B. Signal-Zeit-Plan und Impulsdiagramm.

Als Beispiel für ein Impulsdiagramm soll hier das Impulsdiagramm für die Selbsthaltungsschaltung aufgeführt werden.

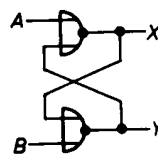


- 1) Im Abschnitt 1 ist das Relais abgefallen, der Kontakt A ist geöffnet, der Kontakt B ist geschlossen. Die Lampe brennt nicht.
- 2) Im Abschnitt 2 ist der Kontakt A geschlossen, das Relais C zieht an. Die Lampe brennt.
- 3) Der Kontakt A wird wieder geöffnet, das Relais bleibt weiter angezogen. Die Lampe brennt.
- 4) Selbst wenn der Kontakt A nochmal geschlossen wird, ändert sich nichts am Zustand des Relais und der Lampe.
- 5) Der Kontakt A wird geöffnet.
- 6) Der Kontakt B wird geöffnet, das Relais C fällt ab. Die Lampe erlischt.
- 7) Der Kontakt B wird geschlossen. Es ändert sich nichts am Ausgang.
- 8) Der Kontakt A wird geschlossen, das Relais C zieht an. Die Lampe brennt.

Wie läßt sich nun eine Schaltung mit den gleichen Eigenschaften mit Hilfe von Digitalbausteinen aufbauen?

Eine Schaltung mit gleichen Eigenschaften läßt sich durch einen FLIP FLOP erstellen.

Der einfachste FLIP FLOP läßt sich durch das Zusammenschalten von Gliedern realisieren.



In manchen Büchern oder Schaltungsbeschreibungen findet man für die Bezeichnung FLIP FLOP auch die Bezeichnung „Speicher“, „Gedächtnis“ oder „Kippschaltung“.

Anhand der Schaltung sollen die für das Umschalten benötigten Ein- und Ausgangssignale an einem FLIP FLOP dargestellt werden.

TEST 3

- 1) Zeichnen Sie ein ODER-Glied mit 4 Eingängen.
- 2) Zeichnen Sie ein ODER-Glied mit 4 Eingängen in Kontakttechnik mit einer Lampe am Ausgang.
- 3) Stellen Sie die Wahrheitstabelle für ein ODER-Glied mit 3 Eingängen auf.
- 4) Am Ausgang eines ODER-Glieds steht H-Signal, wenn
 - a) an allen Eingängen L-Signal anliegt,
 - b) an allen Eingängen H-Signal anliegt,
 - c) an mindestens einem Eingang H-Signal anliegt.
- 5) Für ein ODER-Glied mit 4 Eingängen sind die möglichen Eingangsspannungen in der untenstehenden Wahrheitstabelle bereits aufgeführt. Vervollständigen Sie die Wahrheitstabelle.

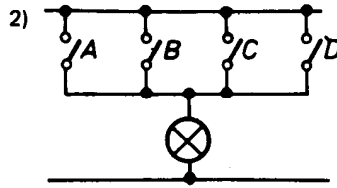
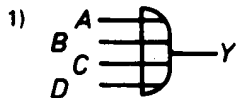
Eingänge				Ausgang
A	B	C	D	Y
L	L	L	L	
L	L	L	H	
L	L	H	L	
L	L	H	H	
L	H	L	L	
L	H	L	H	
L	H	H	L	
L	H	H	H	
H	L	L	L	
H	L	L	H	
H	L	H	L	
H	L	H	H	
H	H	L	L	
H	H	L	H	
H	H	H	L	
H	H	H	H	

- 6) Bei einem Flipper soll eine bestimmte Punktzahl gegeben werden, wenn das Ziel A, B oder C getroffen wird. Die Schaltung soll mit Hilfe von Kontakten und einer Lampe am Ausgang aufgebaut werden.
- 7) Zeichnen Sie eine Schaltung, die mit Hilfe eines oder mehrerer ODER-Glieder die gleiche Funktion hat wie die Kontaktschaltung aus Aufgabe 6).

TEST 4

- 1) Zeichnen Sie ein NICHT-Glied nach amerikanischer und deutscher Norm.
- 2) Zeichnen Sie ein NICHT-Glied in Kontakttechnik.
- 3) Stellen Sie die Wahrheitstabelle für ein NICHT-Glied auf.
- 4) Am Ausgang eines NICHT-Glieds steht H-Signal, wenn
 - a) am Eingang H-Signal anliegt
 - b) am Eingang L-Signal anliegt.

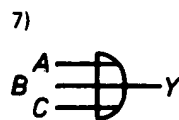
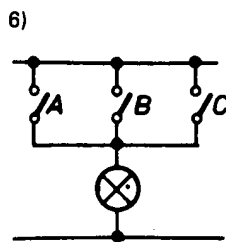
Lösungen zu Test 3



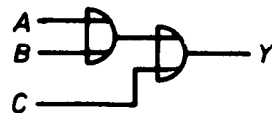
3) Eingänge			Ausgang
A	B	C	Y
L	L	L	L
L	L	H	H
L	H	L	H
L	H	H	H
H	L	L	H
H	L	H	H
H	H	L	H
H	H	H	H

4) Die Antworten b) und c) sind richtig. Bei einem ODER-Glied geht der Ausgang auf H, wenn an einem der Eingänge H-Signal steht. Die unter Antwort c) angegebene Möglichkeit ist bereits in der Antwort b) enthalten.

5) Eingänge				Ausgang
A	B	C	D	Y
L	L	L	L	L
L	L	L	H	H
L	L	H	L	H
L	L	H	H	H
L	H	L	L	H
L	H	L	H	H
L	H	H	L	H
L	H	H	H	H
H	L	L	L	H
H	L	L	H	H
H	L	H	L	H
H	L	H	H	H
H	H	L	L	H
H	H	L	H	H
H	H	H	L	H
H	H	H	H	H



Diese Möglichkeit ist ebenfalls richtig:



Notizen:

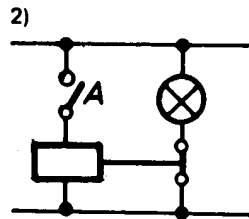
Lösungen zu Test 4



amerikanische Norm



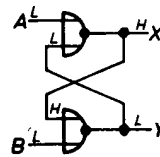
deutsche Norm



3) Eingang	Ausgang
A	Y
L	H
H	L

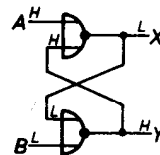
4) Antwort b) ist richtig. Am Ausgang eines NICHT-Glieds steht H-Signal, wenn am Eingang L-Signal steht.

FLIP FLOP'S



Wir gehen davon aus, daß am Ausgang X des FLIP FLOP'S H-Signal anliegt, wie es in der nebenstehenden Schaltung dargestellt ist. Dieser Zustand ist im Zeitabschnitt 1 des Impulsdiagrammes dargestellt.

Soll am Ausgang X der Signalzustand von H-Signal auf L-Signal umgeworfen werden, muß an den Eingang A H-Signal gelegt werden.

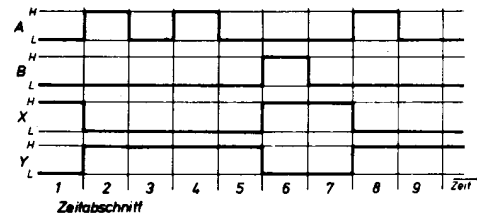


Dadurch stellt sich am Ausgang X L-Signal ein. Das L-Signal liegt gleichzeitig am Rückkopplungseingang des 2. NOR-Gliedes. Nun stellt sich am Y-Ausgang H-Signal ein. Das H-Signal wird ebenfalls auf den Rückkopplungseingang des 1. NOR-Gliedes gegeben. Im Impulsdiagramm ist dies im Zeitabschnitt 2 dargestellt.

Um ein einwandfreies Umschalten des FLIP FLOP'S zu gewährleisten, muß also das H-Signal für die Zeit am A-Eingang anstehen, bis am Rückkopplungseingang des gleichen NOR-Gliedes H-Signal anliegt.

Legt man nun den A-Eingang wieder an L-Signal, bleibt der Ausgang X weiter auf L-Signal (Impulsdiagramm Zeitabschnitt 3).

Dieser Umschaltvorgang soll nun in einem Impulsdiagramm dargestellt werden.



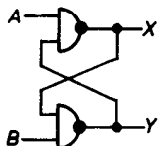
4. Zeitabschnitt. Obwohl der Eingang A auf H-Signal gelegt wurde, tritt an den Ausgängen X und Y keine Änderung ein.
5. Zeitabschnitt. Der Eingang A wird wieder auf L-Signal gelegt. Keine Änderung an den Ausgängen.
6. Zeitabschnitt. Der Eingang B wird auf H-Signal gelegt. Am Ausgang X wechselt das Signal von L nach H, am Ausgang Y von H nach L.
7. Zeitabschnitt. Am Eingang B wechselt das Signal von H nach L. An den Ausgängen bleiben die Signale erhalten.
8. Zeitabschnitt. An den Eingang A wird H-Signal gelegt. Dadurch liegt am X L-Signal, am Ausgang X H-Signal.

9. Zeitabschnitt. Am Eingang A liegt L-Signal. Die Ausgänge behalten ihren Zustand bei.

Anmerkung: Die Zeitabschnitte wurden nur aus zeichnerischen Gründen gleichlang gewählt.

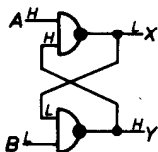
FLIP FLOP, aufgebaut mit NAND-Gliedern

Neben einem FLIP FLOP, der mit Hilfe von NOR-Gliedern aufgebaut werden kann, ist es möglich, einen FLIP FLOP unter Verwendung von NAND-Gliedern zu realisieren.



Hier ist die Schaltung des mit NAND-Gliedern aufgebauten FLIP FLOPS abgebildet. Die Schaltung unterscheidet sich nur durch die Verwendung anderer Bauteile.

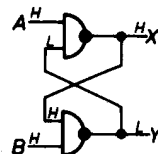
Betrachten wir jedoch die anliegenden Signale, stellen wir einen Unterschied zu dem mit NOR-Gliedern aufgebauten FLIP FLOP fest.



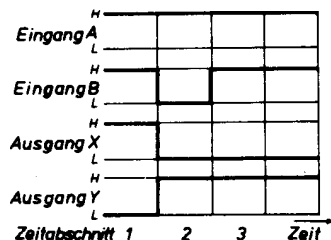
An den Eingängen A und B liegt H-Signal. Am Ausgang X steht H-Signal, der Ausgang Y liegt auf L-Signal.

Der FLIP FLOP soll nun umgeworfen werden, d.h. der FLIP FLOP soll an den Eingängen derart beeinflusst werden, daß sich am Ausgang X das Signal von H auf L und am Ausgang Y das Signal von L nach H ändert.

In dem jetzigen Zustand liegt am Ausgang Y L-Signal. Legen wir an den Eingang B L-Signal, springt das Signal am Ausgang Y auf H um. Dadurch ändert sich der Ausgang X von H auf L.



Die anstehenden Impulse beim Umschalten sind auf der nebenstehenden Skizze noch einmal dargestellt.



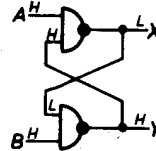
Das Impulsdiagramm verdeutlicht den gesamten Umschaltvorgang.

Erklärung zum Impulsdiagramm

1. Zeitabschnitt. Der FLIP FLOP ist in seiner Ausgangsstellung. Am Eingang A, wie auch am Eingang B, liegt H-Sig-

nal. Der Ausgang X liegt auf H, der Ausgang Y auf L-Signal.

2. Zeitabschnitt. Auf den Eingang B wird L-Signal gelegt. Der Eingang A bleibt auf H-Signal. Durch das Anlegen des L-Signals an den Eingang B ändert sich am Ausgang Y das Signal von L auf H. Das H-Signal an Ausgang Y erzwingt an Ausgang X L-Signal.



gegeben. Die Signale bleiben, wie auf der nebenstehenden Skizze zu sehen ist, erhalten: L-Signal an Ausgang X, H-Signal an Ausgang Y.

Nachteile

Der FLIP FLOP, sowohl der aus NAND-, als auch der aus NOR-Gliedern aufgebaute, hat zwei entscheidende Nachteile:

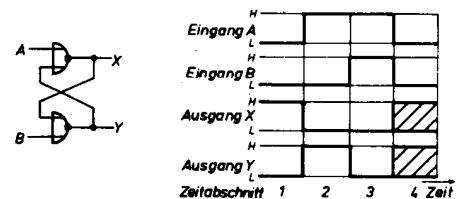
1. Nach dem Einschalten nimmt der FLIP FLOP keine definierte Lage (man spricht von Vorzugslage) ein. Es kann also nach dem Einschalten nie mit Bestimmtheit gesagt werden, daß an Ausgang X oder am Ausgang Y H-Signal anliegt. Diese undefinierte Vorzugslage nach dem Einschalten ist auf Toleranzen der NOR- oder NAND-Glieder untereinander zurückzuführen.

Um überhaupt mit diesen FLIP FLOPS arbeiten zu können, gibt man nach dem Einschalten auf jeweils einen Eingang der FLIP FLOPS einen Löschimpuls. Dieser Löschimpuls stellt sicher, daß die FLIP FLOPS eine bestimmte gewünschte Lage einnehmen.

2. Gibt man bei einem FLIP FLOP, der aus NOR-Gliedern aufgebaut ist, auf beide Eingänge H-Signal, steht an beiden Ausgängen L-Signal. Legt man daraufhin beide Eingänge zum exakt gleichen Zeitpunkt auf L-Signal, tritt an den Ausgängen keine definierte Vorzugslage auf.

Der Ausgang X kann L- oder H-Signal einnehmen. Dementsprechend kann der Ausgang Y H- oder L-Signal einnehmen.

Das Impulsdiagramm stellt den gesamten Umschaltvorgang dar.



1. Zeitabschnitt. Der FLIP FLOP ist in seiner Ausgangsstellung. An beiden Eingängen liegt L-Signal.

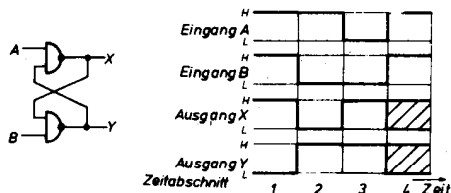
2. Zeitabschnitt. An den Eingang A wird H-Signal gelegt. Dadurch kehrt sich das Signal an den Ausgängen um. Am Ausgang X liegt nun L-Signal, an Ausgang Y H-Signal.

3. Zeitabschnitt. An beide Eingänge wird nun H-Signal gelegt. Die Ausgänge X und Y gehen auf L-Signal.

4. Zeitabschnitt. Das H-Signal an beiden Eingängen wird gleichzeitig in L-Signal geändert. Die Ausgänge X und Y können nun H- oder L-Signal einnehmen. Dieses ist durch die schraffierte Fläche dargestellt.

Der soeben beschriebene Nachteil tritt auch bei einem FLIP FLOP auf, der aus NAND-Gliedern aufgebaut ist.

Dieses ist in dem nachfolgenden Impulsdiagramm dargestellt.



1. Zeitabschnitt. Beide Eingänge liegen auf H-Signal. Der Ausgang X führt H-Signal, an Ausgang Y liegt L-Signal.
2. Zeitabschnitt. Der Eingang B wird auf H-Signal gelegt. Das Signal an den Ausgängen kehrt sich um. An Ausgang X liegt L-Signal, an Ausgang Y H-Signal.
3. Zeitabschnitt. In diesem Zeitabschnitt liegt an beiden Eingängen L-Signal. An den Ausgängen stellt sich H-Signal ein.
4. Zeitabschnitt. Beide Eingänge werden auf H-Signal gelegt. Die Ausgänge X und Y können nun H- oder L-Signal führen. Die Schraffierung zeigt an, daß in diesem Fall keine Vorzugslage gegeben ist.

Gegenüberstellung des aus NOR- und des aus NAND-Gliedern bestehenden FLIP FLOP'S

Beim Vergleich des aus NOR- und des aus NAND-Gliedern bestehenden FLIP FLOP'S werden einige Unterschiede deutlich.

Der FLIP FLOP, der aus NOR-Bausteinen besteht, ändert seinen Zustand, wenn man an den Eingang des NOR-Gliedes H-Signal legt, an dessen Ausgang H-Signal ansteht.

Bei dem FLIP FLOP, der aus NAND-Gliedern aufgebaut ist, ändert sich das Ausgangssignal, wenn an den Eingang des NAND-Gliedes L-Signal gelegt wird, an dessen Ausgang L-Signal liegt.

Der FLIP FLOP, der mit Hilfe von NOR-Gliedern aufgebaut ist, reagiert also auf eine ansteigende oder positive Signalfanke. Dem gegenüber reagiert der aus NAND-Gliedern bestehende FLIP FLOP auf abfallende oder negative Flanken.

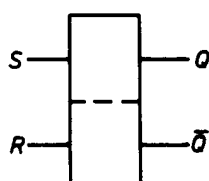
R-S – FLIP FLOP

Die bisherigen Betrachtungen bezogen sich auf FLIP FLOPS, die aus NOR- oder NAND-Gliedern aufgebaut waren. In der Praxis werden FLIP FLOPS sehr häufig benutzt. Es ist deshalb mühsam, FLIP FLOPS immer aus NOR- oder NAND-Gliedern aufzubauen.

Die Entwickler von Logic-Schaltungen greifen aus diesem Grund auf Bausteine zurück, in denen zwei oder mehrere FLIP FLOPS in einem Gehäuse untergebracht sind.

Dem hier zu besprechenden R-S – FLIP FLOP kommt in der Praxis nur eine sehr geringe Bedeutung zu. Er wird deshalb nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Auf den Logic-Boards werden die viel universelleren D – FLIP FLOPS und J-K-Master-Slave – FLIP FLOPS verwendet, die im Anschluß besprochen werden.

Das Schaltsymbol eines R-S – FLIP FLOP'S ist hier abgebildet.

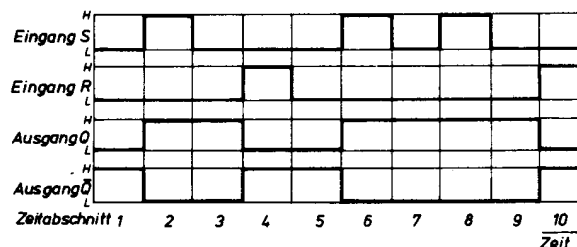


Die Symbole S und R bezeichnen die Eingänge, wobei S die Bezeichnung für den Setzeingang und R die Bezeichnung für den Rücksetzeingang ist. Mit Q und \bar{Q} sind die Ausgänge bezeichnet. Der waagerechte Strich über dem Q bedeutet, daß dieser Ausgang den entgegengesetzten Signalzustand des Q-Ausganges führt.

Steht am Q-Ausgang also L-Signal, muß am \bar{Q} -Ausgang H-Signal liegen. Ebenso steht am \bar{Q} -Ausgang L-Signal, wenn am Q-Ausgang H-Signal anliegt.

Der R-S – FLIP FLOP reagiert, wie der FLIP FLOP, der aus NOR-Gliedern aufgebaut ist, auf positive Signalfanken.

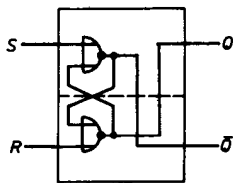
Hier ist das Impulsdiagramm eines R-S – FLIP FLOP'S abgebildet. Das gesamte Impulsdiagramm ist in 10 Zeiteinheiten unterteilt, die natürlich nur in diesem Beispiel gleich lang sind.



1. Zeitabschnitt. An den Eingängen R und S liegen L-Signal. Der Ausgang Q ist auf L-Signal, der Ausgang \bar{Q} auf H-Signal.
2. Zeitabschnitt. Der S-Eingang wird auf H-Signal gelegt. Während der R-Eingang auf L-Signal bleibt. In dem Moment, wo die positive Flanke an den Eingang S gelegt wird, wechseln die Ausgänge ihren Signalzustand. Der Q-Ausgang geht auf H-Signal, der \bar{Q} -Ausgang auf L-Signal.
3. Zeitabschnitt. Der S-Eingang wird wieder auf L-Signal gelegt. Der Ausgang Q bleibt auf H-Signal, der Ausgang \bar{Q} auf L-Signal.
4. Zeitabschnitt. Der R-Eingang wird auf H-Signal gelegt. Mit der positiven Flanke am R-Eingang wechseln die Ausgänge Q und \bar{Q} ihren Signalzustand. Der Q-Ausgang geht auf L-Signal, der \bar{Q} -Ausgang auf H-Signal.
5. Zeitabschnitt. Der R-Eingang wird wieder auf L-Signal gelegt. Die Ausgänge bleiben auf den Signalpegeln, die sich im Zeitabschnitt 4 eingestellt haben.
6. Zeitabschnitt. Der S-Eingang wird auf H-Signal gelegt. Durch die positive Flanke am S-Eingang schalten die Ausgänge Q und \bar{Q} um. Der Ausgang Q geht auf H-Signal, der Ausgang \bar{Q} auf L-Signal.
7. Zeitabschnitt. Der S-Eingang wird auf H-Signal gelegt. Die Ausgänge Q und \bar{Q} wechseln nicht ihre Signalzustände.
8. Zeitabschnitt. Der S-Eingang wird auf H-Signal gelegt. Trotz der positiven Flanke am S-Eingang bleibt der Ausgang Q auf H-Signal, der Ausgang \bar{Q} auf L-Signal. Dieses ist darauf zurückzuführen, daß zwischen den positiven Flanken am Setzeingang kein Rücksetzsignal, d.h. eine positive Flanke oder H-Signal auf den R-Eingang gegeben wurde.
9. Zeitabschnitt. L-Signal wird auf den Eingang S gelegt. Der Ausgang Q bleibt auf H-Signal, der Ausgang \bar{Q} auf L-Signal.
10. Zeitabschnitt. An den R-Eingang wird H-Signal gelegt. Mit der positiven Flanke am R-Eingang geht der Q-Ausgang von H- auf L-Signal, der Ausgang \bar{Q} von L- auf H-Signal.

Aus dem Impulsdiagramm läßt sich leicht ableiten, welche Schaltung sich hinter dem Symbol des R-S – FLIP FLOP'S verbirgt.

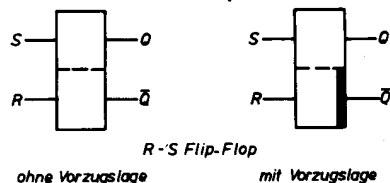
Der hier besprochene R-S – FLIP FLOP hat, wie die FLIP FLOPS, die aus NOR- oder NAND-Gliedern aufgebaut sind,



den Nachteil, daß er nach dem Einschalten keine Vorzugs-lage einnimmt. Wie bereits ausgeführt wurde, ist es sehr aufwendig und umständlich, nach dem Einschalten auf den Rücksetzeingang einen Impuls zu geben, um von einem definierten Ausgangszustand ausgehen zu können.

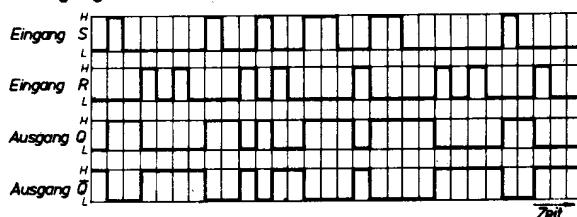
Aus diesen Grund werden neben den R-S – FLIP FLOPS ohne Vorzugs-lage auch R-S – FLIP FLOPS mit Vorzugs-lage hergestellt. Bei den R-S – FLIP FLOPS mit Vorzugs-lage ist auf grund einer gewollten Unsymmetrie in der Schaltung dafür gesorgt, daß der \bar{Q} -Ausgang nach dem Einschalten auf H-Signal, der Q-Ausgang auf L-Signal geht.

Um Verwechslungen in Schaltplänen zwischen dem R-S – FLIP FLOP mit und ohne Vorzugs-lage auszuschließen, verwendet man zwei verschiedene Symbole.



Der schwarze Balken am Q-Ausgang sagt aus, daß es sich bei diesem R-S – FLIP FLOP um einen FLIP FLOP mit Vorzugs-lage handelt.

Hier ist das Impulsdiagramm für einen R-S – FLIP FLOP mit Verzugslage.



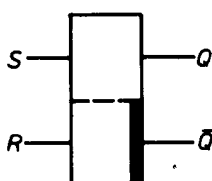
Die einzelnen Zeitabschnitte des Diagramms werden nicht erklärt. Aus dem Impulsdiagramm geht alles hervor, was auch in den Erklärungen zum Impulsdiagramm stehen würde. Es ist deshalb doppelte Arbeit, etwas, was aus dem Impulsdiagramm schon hervorgeht, noch einmal mit Worten ausdrücken zu wollen.

D – FLIP FLOP

Dieses Kapitel befaßt sich mit dem D – FLIP FLOP. Der D – FLIP FLOP ist eine Weiterentwicklung des R-S – FLIP FLOP'S. Dem D – FLIP FLOP kommt in der Praxis eine große Bedeutung zu, denn er ist auf jedem Logic-Board zu finden.

Die Bezeichnung des D – FLIP FLOP'S ist von dem englischen Wort „Delay“, was „Verzögerung“ bedeutet, abgeleitet.

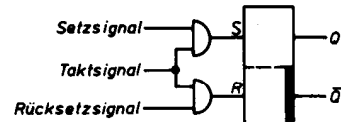
Bevor wir mit der Funktionsbeschreibung des D – FLIP FLOP'S beginnen, soll noch einmal erläutert werden, warum der R-S – FLIP FLOP sehr selten zum Aufbau einer Schaltung benutzt wird.



Der R-S – FLIP FLOP hat folgenden Innenaufbau: Aus zwei NOR-Gliedern wurde ein FLIP FLOP aufgebaut, wovon die Eingänge S (Setzeingang) und R (Rücksetzeingang) herausgeführt sind. Außerdem sind noch die Ausgänge Q und \bar{Q} herausgeführt.

Bei allen Schaltungen ist es erforderlich, daß das Setzen oder Rücksetzen des FLIP FLOP'S nur zu einer bestimmten Zeit erfolgen darf. Daraus folgt, daß die Eingänge des R-S – FLIP FLOP'S auch nur zu einem bestimmten Zeitpunkt das Signal zum Setzen oder Rücksetzen erhalten dürfen. Um dieses zu erreichen, müssen die Eingänge des R-S – FLIP FLOP'S mit Hilfe von UND, ODER, NAND oder NOR-Gliedern „verriegelt“ werden. Unter „verriegeln“ versteht man in diesem Zusammenhang, daß die Eingänge des R-S – FLIP FLOP'S durch äußere Maßnahmen kein Signal erhalten, bis bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind.

Eine solche Verriegelungsschaltung ist nachstehend abgebildet.



Bei dieser Schaltung gelangt erst dann das Setz- oder Rücksetzsignal an den entsprechenden Eingang, wenn das Taktsignal „High“ ist.

Die oben abgebildete Schaltung ist verhältnismäßig aufwendig. Beim Aufbau der Schaltung werden außer dem IC, in dem sich der R-S – FLIP FLOP befindet, noch ein oder mehrere IC'S benötigt, in dem die UND-Glieder untergebracht sind. Ein zusätzliches IC auf einem Logic-Board bedeutet neben größeren Ausmaßen auch höhere Material- und Bestückungskosten.

Um diese Nachteile auszuschalten, werden die UND-Glieder in das IC, in dem der FLIP FLOP untergebracht ist, mitintegriert.

TEST 5

- 1) Zeichnen Sie ein NAND-Glied mit 3 Eingängen unter Verwendung von UND- und NICHT-Gliedern.
- 2) Zeichnen Sie ein NAND-Glied mit 2 Eingängen.
- 3) Zeichnen Sie ein NAND-Glied mit zwei Eingängen in Kontakttechnik.
- 4) Bei einem NAND-Glied steht L-Signal am Ausgang, wenn
 - a) an allen Eingängen L-Signal steht
 - b) an mindestens einem Eingang H-Signal steht
 - c) an allen Eingängen H-Signal steht.
- 5) Stellen Sie die Wahrheitstabelle für ein NAND-Glied mit 4 Eingängen auf.

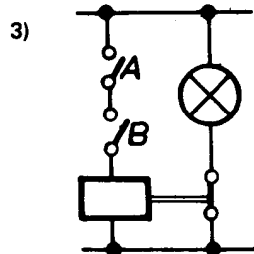
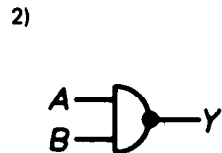
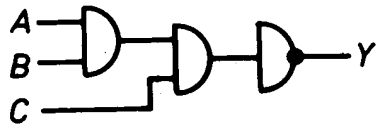
TEST 6

- 1) Zeichnen Sie ein NOR-Glied mit 3 Eingängen unter Verwendung von UND- und NICHT-Gliedern.
- 2) Zeichnen Sie ein NOR-Glied mit zwei Eingängen.
- 3) Zeichnen Sie ein NOR-Glied mit zwei Eingängen in Kontakttechnik.
- 4) Stellen Sie die Wahrheitstabelle für ein NOR-Glied mit 4 Eingängen auf.
- 5) Der Ausgang eines NOR-Glieds führt H-Signal, wenn
 - a) mindestens ein Eingang H-Signal führt,
 - b) mindestens ein Eingang L-Signal führt,
 - c) an allen Eingängen H-Signal steht,
 - d) an allen Eingängen L-Signal liegt.

Lösungen zu Test 5



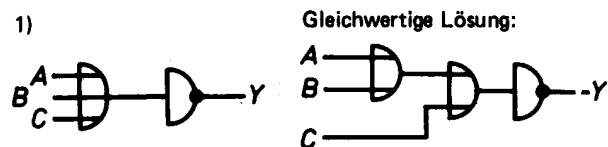
Gleichwertige Lösung:



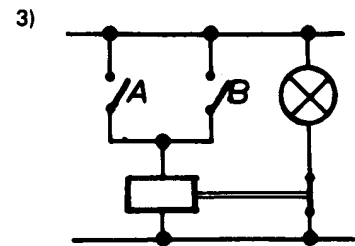
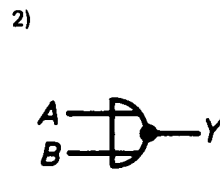
4) Antwort c) ist richtig. Bei einem NAND-Glied steht L-Signal am Ausgang, wenn alle Eingänge auf H-Signal liegen.

5) Eingänge				Ausgang
A	B	C	D	Y
L	L	L	L	H
L	L	L	H	H
L	L	H	L	H
L	L	H	H	H
L	H	L	L	H
L	H	L	H	H
L	H	H	L	H
L	H	H	H	H
H	L	L	L	H
H	L	L	H	H
H	L	H	L	H
H	L	H	H	H
H	H	L	L	H
H	H	L	H	H
H	H	H	L	H
H	H	H	H	L

Lösungen zu Test 6



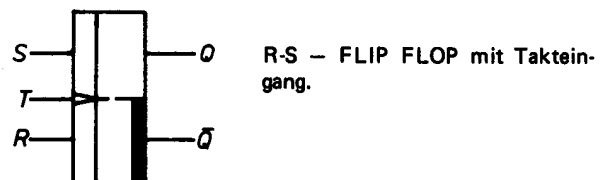
Notizen:



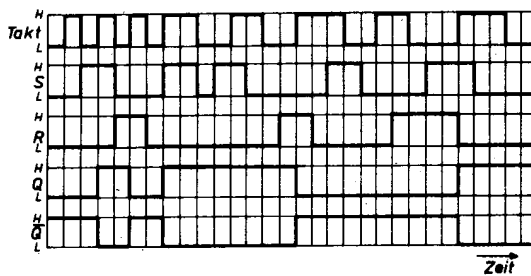
4) Eingänge				Ausgang
A	B	C	D	Y
L	L	L	L	H
L	L	L	H	L
L	L	H	L	L
L	L	H	H	L
L	H	L	L	L
L	H	L	H	L
L	H	H	L	L
L	H	H	H	L
H	L	L	L	L
H	L	L	H	L
H	L	H	L	L
H	L	H	H	L
H	H	L	L	L
H	H	L	H	L
H	H	H	L	L
H	H	H	H	L

5) Lösung d) ist richtig. Ein NOR-Glied hat am Ausgang H-Signal, wenn an allen Eingängen L-Signal ansteht.

Damit Verwechslungen im Schaltplan zwischen einem R-S-FLIP FLOP ohne und mit Takteingang vermieden werden, hat der R-S-FLIP FLOP ein anderes Schaltsymbol.



Betrachten wir nun das Impulsdigramm dieses R-S-FLIP FLOP'S mit Takteingang.



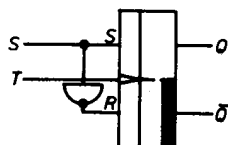
Aus dem Impulsdiagramm geht hervor, daß obwohl am S- oder R-Eingang das Signal zum Umwerfen des FLIP FLOP'S ansteht, der FLIP FLOP erst dann umschaltet, wenn am Takteingang High-Signal liegt. Das Umschalten des FLIP FLOP'S erfolgt wie beim R-S – FLIP FLOP durch die positive Flanke des Taktimpulses.

Zum Setzen des R-S – FLIP FLOP'S mit Takteingang benötigen wir also H-Signal am S-Eingang und die positive Flanke des Taktimpulses. Am R-Eingang muß während des Taktimpulses L-Signal stehen. Soll der FLIP FLOP wieder zurückgesetzt werden, muß an den R-Eingang H-Signal gelegt werden. Bei der positiven Flanke des Taktimpulses schaltet der FLIP FLOP um. Der S-Eingang muß dabei auf L-Signal liegen.

Hierbei wird der Nachteil des FLIP FLOP'S deutlich. Der Taktimpuls darf nur dann auf das FLIP FLOP gegeben werden, wenn entweder am R- oder am S-Eingang H-Signal ansteht. Liegt am R- und S-Eingang während des Taktimpulses H-Signal, gehen die Ausgänge in eine undefinierte Ausgangslage.

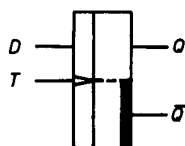
Um diese Bedingung zu erfüllen, muß wieder eine Verriegelung am Eingang des FLIP FLOP'S vorgenommen werden. Die einfachste Methode, diese Bedingung herzustellen ist, nur einen Eingang des FLIP FLOP'S direkt zu beschalten. Hierfür wird der S-Eingang gewählt.

Wird an den S-Eingang H-Signal und an den Takteingang der Taktimpuls gelegt, schaltet der FLIP FLOP um. Um auch ein Rücksetzen des FLIP FLOP'S zu ermöglichen, invertiert man mit Hilfe eines NICHT-Gliedes das Signal am S-Eingang und gibt es auf den R-Eingang. Liegt nun am S-Eingang L-Signal, liegt am R-Eingang H-Signal. Beim Taktsignal wird der FLIP FLOP wieder zurückgesetzt.



Nebenstehend ist diese Schaltung abgebildet.

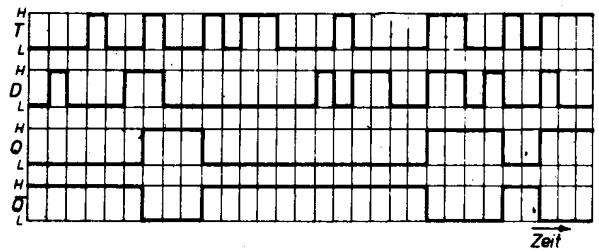
Aus den gleichen Gründen, aus denen man die UND-Glieder beim R-S – FLIP FLOP mit in das IC integriert hat, wird das NICHT-Glied ebenfalls in das IC eingebaut. Man will Platz, zusätzliche Bauteile und Bestückungskosten sparen.



Um Verwechslungen im Schaltplan zu vermeiden, bezeichnet man den Setzeingang mit D anstatt mit S.

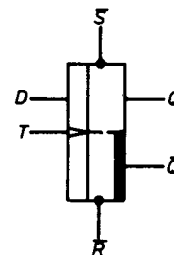
Nebenstehend ist das Symbol für den D-FLIP FLOP abgebildet.

Zur Verdeutlichung der Funktion des D-FLIP FLOP'S ist nachstehend das Impulsdiagramm abgebildet.



D-FLIP FLOP mit statischen Eingängen

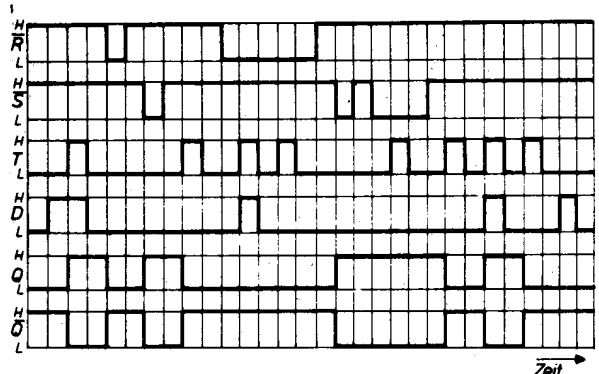
Neben dem bereits beschriebenen D-FLIP FLOP finden in der Technik auch D-FLIP FLOPS mit statischen Eingängen Verwendung. Mit Hilfe der statischen Eingänge ist es möglich, den FLIP FLOP auch unabhängig vom Taktimpuls zu setzen oder rückzusetzen.



Hier ist das Schaltsymbol abgebildet.

Die Unterschiede zwischen D-FLIP FLOP mit und ohne statischen Eingängen sind am besten aus dem Impulsdiagramm zu sehen.

Nachstehend ist das Impulsdiagramm des D-FLIP FLOP'S mit statischen Eingängen abgebildet..



Bei der positiven Flanke des Taktimpulses wird das Signal am Informationseingang auf den Q-Ausgang gegeben. Steht beispielsweise am Q-Ausgang vor dem Taktimpuls L-Signal und am D-Eingang H-Signal, liegt nach dem Taktimpuls der Q-Ausgang auf H-Pegel.

Der \bar{Q} -Ausgang führt immer das entgegengesetzte Signal des Q-Ausganges. Deshalb liegt vor dem Taktimpuls H-Signal, nach dem Taktimpuls L-Signal am Ausgang \bar{Q} .

Liegen vor dem Taktimpuls am D-Eingang L-Signal und am Q-Ausgang H-Signal, steht nach dem Taktimpuls am Ausgang Q L-Signal.

Soweit ist die Funktion des D-FLIP FLOP'S ohne statische Eingänge mit dem D-FLIP FLOP mit statischen Eingängen identisch.

Mit den \bar{R} - und \bar{S} -Eingängen läßt sich das D-FLIP FLOP auch außerhalb des Taktimpulses beeinflussen: Liegt an den Eingängen \bar{R} und \bar{S} H-Signal, wird das FLIP FLOP nicht beeinflusst. Wird an den R-Eingang L-Signal gelegt, steht der Q-Ausgang auf L-Signal. Steht während eines Taktimpulses L-Signal am Eingang \bar{R} , am Eingang D H-Signal, bleibt am Ausgang Q L-Signal. Der Eingang R hat gegenüber den Eingängen D und T Vorrang.

Wird an den Eingang \bar{S} L-Signal gelegt, geht der Q-Ausgang auf H-Signal. Selbst wenn während eines Taktimpulses am D-Eingang L-Signal steht und gleichzeitig der \bar{S} -Eingang auf L-Signal liegt, bleibt der Q-Ausgang auf H-Signal. Auch der \bar{S} -Eingang hat gegenüber den D- und T-Eingängen Vorrang.

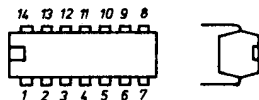
7474 – zwei einflankengetriggerte D-FLIP FLOPS

Zwei der hier besprochenen D-FLIP FLOPS mit statischen Eingängen sind in einem 7474, einem IC der 74-iger Serie untergebracht. IC'S der 74-iger Serie werden in großem Umfang für den Aufbau von Digitalsteuerungen verwendet. Obwohl in letzter Zeit ein klarer Trend zum Mikroprozessor zu erkennen ist, wird der 74-iger Serie auch in Zukunft eine große Bedeutung zukommen.

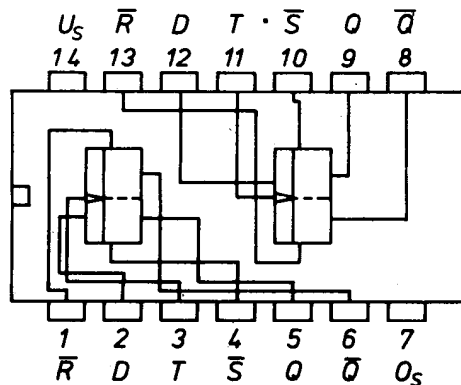
Die Vorteile dieser 74-iger Serie sind: Kleine Abmessungen, geringe Kosten, hohe Lebensdauer, geringe Störanfälligkeit. Mit den IC'S der 74-iger Serie sind die gesamten TV-Spiele der 1. Generation aufgebaut.

IC'S der 74-iger Serie sind meist in 14-, 16- oder 24-poligen DIP (Dual in Line Package) – Gehäusen untergebracht. Um die einzelnen Anschlüsse des Gehäuses voneinander unterscheiden zu können, hat man die IC-Oberseite mit einer Einkerbung versehen.

Links von dem Zeichen beginnt man mit 1 zu zählen, wie es in der nachstehenden Skizze dargestellt ist.



Die folgende Abbildung zeigt die Anschlußbelegung eines 7474 von oben gesehen.



Am Anschluß U_S liegt die positive Betriebsspannung, am Anschluß O_S die negative Betriebsspannung.

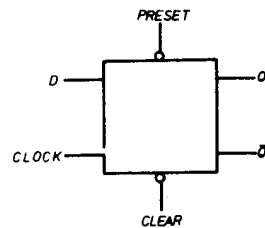
Erklärung der Abkürzungen:

D = Informationseingang
Q, \bar{Q} = Ausgänge
 \bar{R} = Rückstelleingang
 \bar{S} = Stelleingang
T = Takteingang.

Wie bei den in vorherigen Fortsetzungen besprochenen UND-, ODER-, NICHT-, NAND- und NOR-Gliedern, weicht das amerikanische Schaltzeichen für ein D-FLIP FLOP vom

deutschen ab.

In Schaltplänen von Logic-Boards und Datenbüchern von amerikanischen Halbleiterherstellern finden Sie das folgende Symbol.



Neben dem anderen Symbol werden in Amerika auch teilweise andere Bezeichnungen für die Anschlüsse verwendet: Der Rückstelleingang \bar{R} wird mit CLEAR, angekürzt mit C, CL oder CLR bezeichnet.

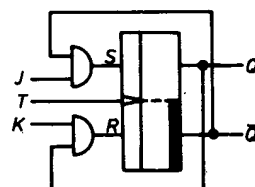
Den Takteingang T findet man auch mit der Bezeichnung CLOCK oder abgekürzt CK.

Der Setzeingang \bar{S} wird auch mit PRESET, abgekürzt P oder PR bezeichnet.

J-K Master-Slave FLIP FLOP

J-K – FLIP FLOP

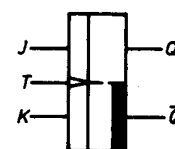
Das J-K Master-Slave FLIP FLOP ist, wie das D-FLIP FLOP, eine Weiterentwicklung des R-S – FLIP FLOP'S. Bisher wurden verschiedene Nachteile des R-S – FLIP FLOP'S und die entsprechenden Lösungen unter Zuhilfenahme von UND- oder NICHT-Gliedern besprochen. Neben diesen Nachteilen hat der R-S – FLIP FLOP noch einen entscheidenden Nachteil: Es muß beim R-S – FLIP FLOP verhindert werden, daß an den Eingängen R und S gleichzeitig während der positiven Flanke des Taktimpulses H-Signal anliegt. Für diesen Fall ist nicht definiert, ob der Ausgang Q auf L- oder H-Signal geht. Deshalb muß mit schaltungstechnischen Maßnahmen verhindert werden, daß gleichzeitig am R- und am S-Eingang H-Signal steht.



Um diesen Nachteil auszuschalten, hat man die nebenstehende Schaltung entwickelt.

Durch die Beschaltung eines Einganges der UND-Glieder mit den Ausgangssignalen des R-S – FLIP FLOP'S wird sichergestellt, daß entweder am R- oder S-Eingang H-Signal anliegt, wenn der J- und der K-Eingang H-Signal führen.

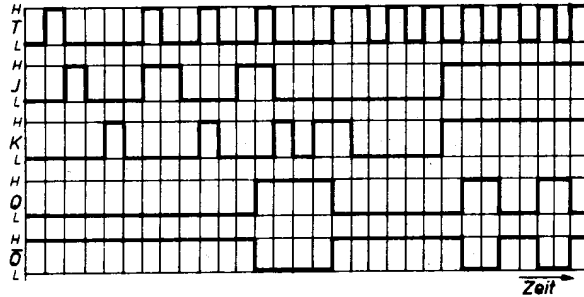
Eine Schaltung mit diesen Vorzügen nennt man J-K – FLIP FLOP. Der J-K – FLIP FLOP hat seinen Namen von den willkürlich mit J und K bezeichneten Eingängen. Weil dieser J-K – FLIP FLOP sehr häufig verwendet wird, hat man ein Schaltzeichen dafür entwickelt.



Das Schaltzeichen des R-S – FLIP FLOP'S unterscheidet sich nur durch die Bezeichnung der Eingänge vom R-S – FLIP FLOP.

Notizen:

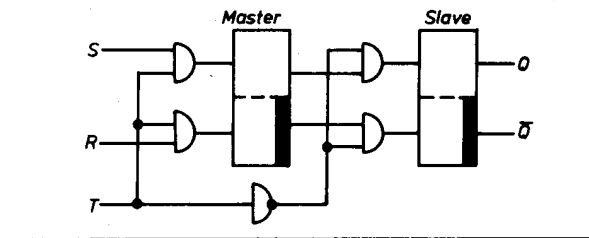
Hier ist das Impulsdiagramm des J-K – FLIP FLOP'S abgebildet.



Bei diesem Impulsdiagramm fällt auf, daß das Umwerfen der Ausgänge durch die Eingänge J und K nur dann möglich ist, wenn vor der positiven Flanke des Taktimpulses High-Signal an dem betreffenden Eingang gestanden haben muß. Liegen die positiven Flanken des Taktimpulses und des betreffenden Eingangssignales zeitmäßig gleich an, werden die Ausgänge des J-K – FLIP FLOP'S nicht umgeworfen.

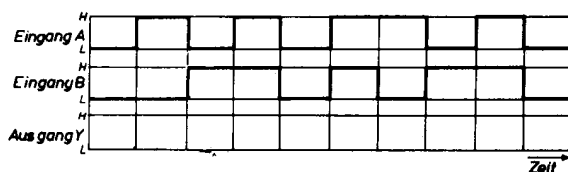
Master-Slave FLIP FLOP

Für manche Anwendungen von FLIP FLOPS, wie z. B. Schieberegister, reichen die Möglichkeiten der bisher besprochenen FLIP FLOPS nicht aus. Wird ein Schieberegister mit Hilfe von FLIP FLOPS aufgebaut, stellt man fest, daß die Signale nicht wunschgemäß bei jedem Taktimpuls um eine Stufe weitergeschoben werden, sondern daß das Eingangssignal beim 1. Taktimpuls gleich am Ausgang des Schieberegisters ansteht. Um zu verhindern, daß mit dem 1. Taktimpuls das Eingangssignal über alle Stufen des Schieberegisters an den Ausgang gelangt, besteht jede Stufe des Schieberegisters aus 2 FLIP FLOPS, 4 UND- und 1 NICHT-Glied, wie in der nachstehenden Zeichnung zu sehen ist.

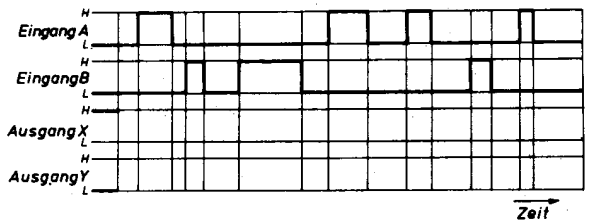


TEST 1

- Wie sind der High (H) und der Low (L) – Zustand definiert?
- Wozu dient ein Impulsdiagramm?
 - Im Impulsdiagramm werden die verschiedenen Ein- und die daraus folgenden Ausgangssignale eines Schaltgletes über der Zeitachse dargestellt.
 - Im Impulsdiagramm werden willkürlich Impulse dargestellt.
- Vervollständigen Sie das untenstehende Impulsdiagramm für ein ODER-Glied mit zwei Eingängen.

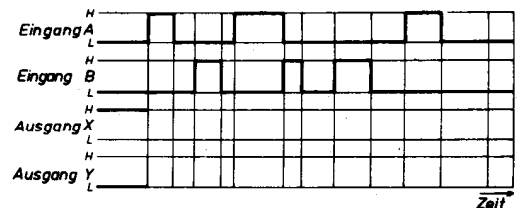


- Zeichnen Sie eine Selbsthaltungsschaltung für ein Relais.
- Zeichnen Sie ein FLIP FLOP unter Verwendung von NOR-Gliedern.
- Vervollständigen Sie das Impulsdiagramm für ein FLIP FLOP.

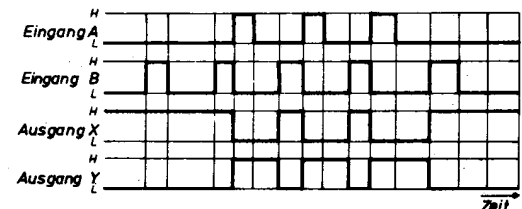


TEST 2

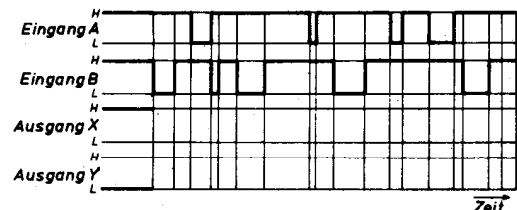
- Vervollständigen Sie das Impulsdiagramm eines FLIP FLOP'S, der mit NOR-Gliedern aufgebaut ist.



- Zeichnen Sie einen aus NAND-Gliedern bestehenden FLIP FLOP.
- Zeichnen Sie einen FLIP FLOP, der mit Hilfe von NOR-Gliedern aufgebaut ist.
- Handelt es sich bei dem abgebildeten Impulsdiagramm um ein Diagramm für einen FLIP FLOP, der aus
 - NOR-Gliedern oder
 - NAND-Gliedern aufgebaut ist?



- Vervollständigen Sie das Impulsdiagramm für einen aus NAND-Gliedern aufgebauten FLIP FLOP.



- Gehen FLIP FLOPS, die mit NAND- oder NOR-Gliedern aufgebaut sind, nachdem Betriebsspannung angelegt wurde, in eine Vorzugslage?
 - ja
 - nein

Lösungen zu Test 1

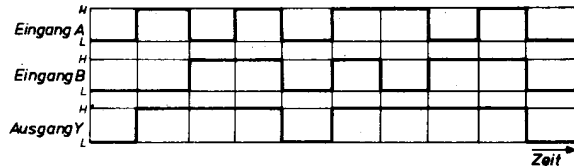
1. a) Die Definition für den High (H) – Zustand und den Low (L) – Zustand beziehen sich auf $+\infty$ und $-\infty$. Dabei liegt der High (H) – Zustand näher an $+\infty$, der Low (L) – Zustand näher an $-\infty$.

- b) Der High (H) – Zustand kann mit dem L-Signal der 1. Folge gleichgesetzt werden, der Low (L) – Zustand mit dem O-Signal.

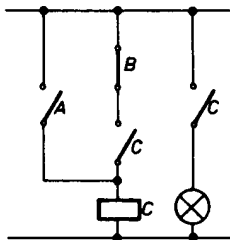
2. Antwort a) ist richtig.

Im Impulsdigramm werden die verschiedenen Ein- und die daraus folgenden Ausgangssignale eines Schaltgletes über der Zeitachse dargestellt.

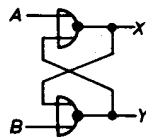
3.



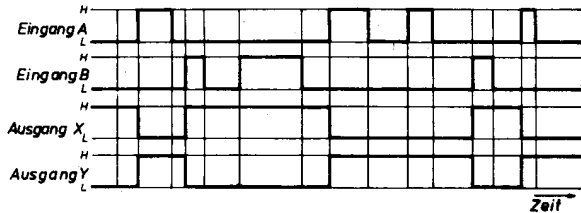
4.



5.

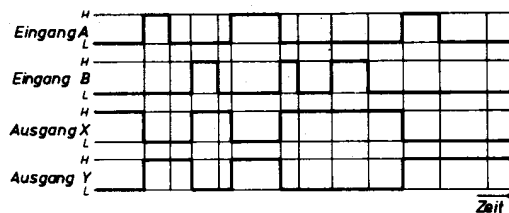


6.



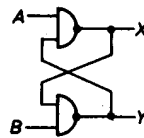
Lösungen zu Test 2

1.



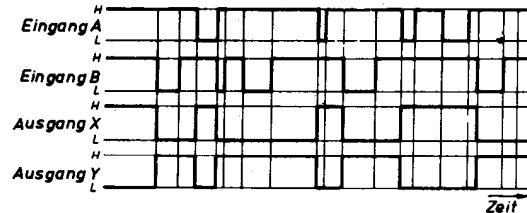
Notizen:

2)



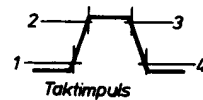
3)

- 4) Die Antwort a) ist richtig. Bei dem abgebildeten Impulsdigramm handelt es sich um einen FLIP FLOP, der aus NOR-Gliedern aufgebaut ist.



- 6) Die Antwort b) ist richtig. Die FLIP FLOPS nehmen, nachdem Betriebsspannung angelegt wird, keine Vorzugs-lage ein

Der 1. FLIP FLOP wird mit Master, der 2. FLIP FLOP mit Slave bezeichnet. Diesen gesamten Aufbau nennt man Master-Slave FLIP FLOP. Die Übertragung des Signales in einem Master-Slave FLIP FLOP in Abhängigkeit zum Takt-signal ist nachfolgend abgebildet.



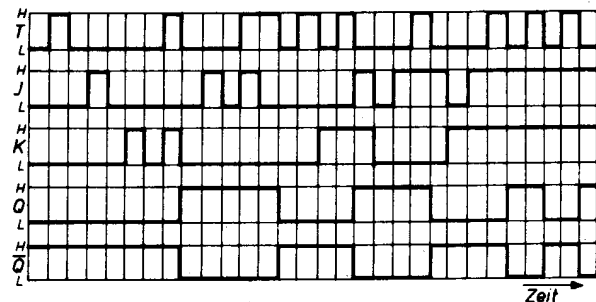
1. Über das NOR-Glied wird der Master-FLIP FLOP vom Slave FLIP FLOP getrennt.

2. Das Eingangssignal wird in den Master-FLIP FLOP eingegeben.

3. Die Eingänge werden gesperrt.

4. Das im Master gespeicherte Signal wird in den Slave eingegeben.

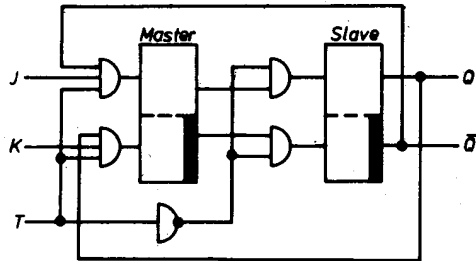
Hier ist das Impulsdigramm des J-K Master-Slave FLIP FLOP'S abgebildet.



J-K Master-Slave FLIP FLOP

Im J-K Master-Slave FLIP FLOP sind die Eigenschaften des J-K – FLIP FLOP'S und des Master-Slave FLIP FLOP'S zusammengefaßt.

Hier ist das Blockschaltbild des J-K Master-Slave FLIP FLOP'S abgebildet.



Um nicht bei jeder Anwendung eines J-K Master-Slave FLIP FLOP'S diese umfangreiche Schaltung zeichnen zu müssen, wird das gleiche Schaltungssymbol wie für den J-K – FLIP FLOP verwendet. Damit deutlich wird, daß es sich um einen J-K Master-Slave FLIP FLOP handelt, wird diese Bezeichnung mit hinzugefügt.

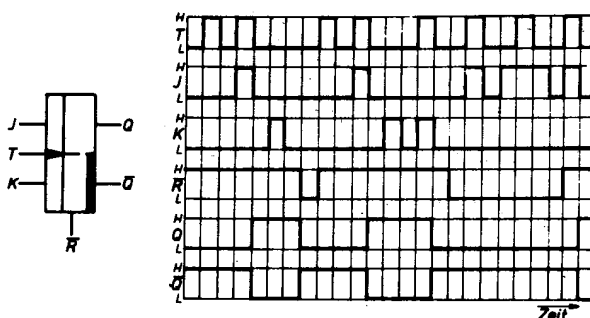
Der J-K Master-Slave FLIP FLOP ist ein negativer, flankengetriggert FLIP FLOP. Bei der negativen Flanke des Taktimpulses erscheint das Signal am Ausgang des FLIP FLOP'S, das während der positiven Flanke des Taktimpulses an den Eingängen anstand.

J-K Master-Slave FLIP FLOP mit statischen Eingängen

Wie beim D – FLIP FLOP hat man auch die Einsatzmöglichkeiten des J-K Master-Slave FLIP FLOP'S durch die Erweiterung mit statischen Eingängen erhöht. Dabei gibt es zwei Versionen: Einen J-K Master-Slave FLIP FLOP mit \bar{R} - und S-Eingang und einen J-K Master-Slave FLIP FLOP mit \bar{R} -Eingang. Dabei wird der J-K Master-Slave FLIP FLOP mit einem statischen Eingang häufiger benutzt als der J-K Master-Slave FLIP FLOP mit zwei statischen Eingängen.

Durch das Anlegen von L-Signal an den \bar{R} -Eingang ist es möglich, den Q-Ausgang des FLIP FLOP'S unabhängig vom Taktimpuls auf L-Signal zu legen.

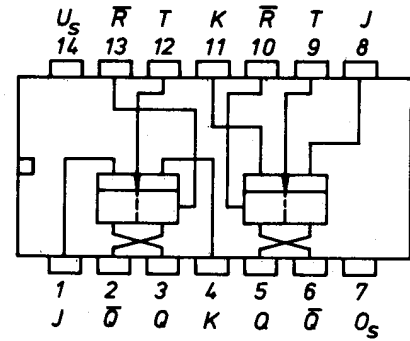
Hier ist das Schaltsymbol und das Impulsdiagramm des J-K Master-Slave FLIP FLOP'S mit \bar{R} -Eingang.



74107 – zwei J-K Master Slave FLIP FLOPS

Zwei der besprochenen J-K Master-Slave FLIP FLOPS mit statischem \bar{R} -Eingang bilden einen 74107.

Die folgende Abbildung zeigt die Anschlußbelegung des 74107 von oben gesehen.



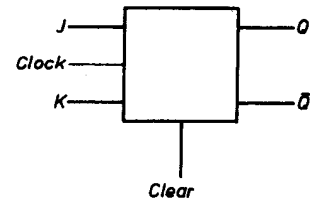
An Anschluß U_s liegt die positive Betriebsspannung, an Anschluß O_s die negative Betriebsspannung.

Erklärung der Abkürzungen:

Q, \bar{Q} = Ausgänge
R = Rückstelleingang
T = Takteingang
J, K = Dateneingänge.

Das amerikanische Schaltzeichen weicht vom deutschen ab.

Hier ist das amerikanische Schaltzeichen.

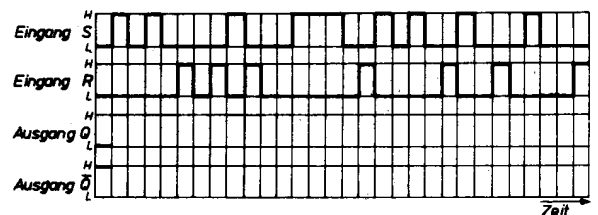


Erklärung der Bezeichnungen:

Q, \bar{Q} = Ausgänge
Clear = Rückstelleingang
Clock = Takteingang
J, K = Dateneingänge.

TEST 3

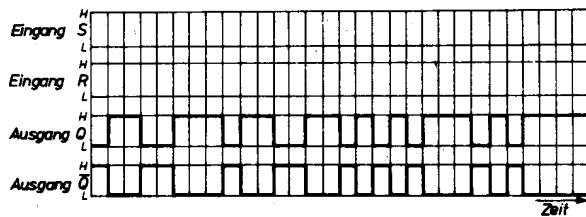
1) Vervollständigen Sie das Impulsdiagramm des R-S – FLIP FLOP'S.



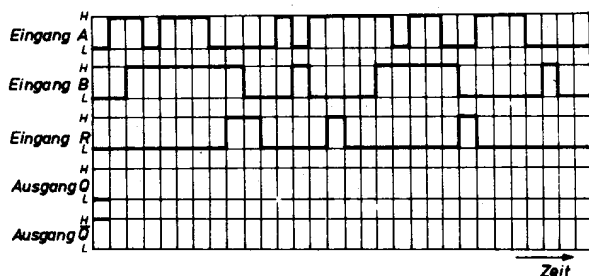
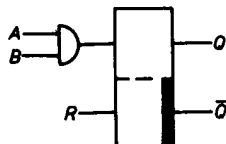
2) Skizzieren Sie das Symbol für einen R-S – FLIP FLOP
a) mit Vorzugslage
b) ohne Vorzugslage

3) Welche Schaltung aus NOR-Gliedern aufgebaut, entspricht in der Funktion dem R-S – FLIP FLOP? Skizzieren Sie die Schaltung.

4) Vervollständigen Sie das Impulsdiagramm des R-S – FLIP FLOP'S an den Eingängen R und S. Beachten Sie dabei bitte, daß für das Setzen bzw. Rücksetzen des R-S – FLIP FLOP'S nur eine positive Flanke benötigt wird. Die Länge des Impulses ist dabei nicht entscheidend.

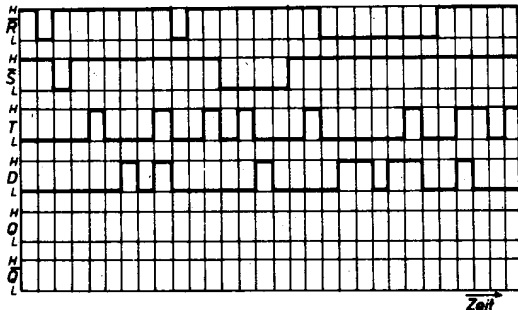


5) Vervollständigen Sie für die nachstehende Schaltung das Impulsdiagramm.



TEST 4

- Zeichnen Sie das Symbol für einen D – FLIP FLOP
 - ohne statische Eingänge nach deutscher Norm
 - mit statischen Eingängen nach deutscher Norm
 - mit statischen Eingängen nach amerikanischer Norm.
- Vervollständigen Sie das Impulsdiagramm des D – FLIP FLOP'S mit statischen Eingängen.



- Beziffern Sie die Anschlüsse des 14-poligen IC'S in DIP-Gehäuseform.

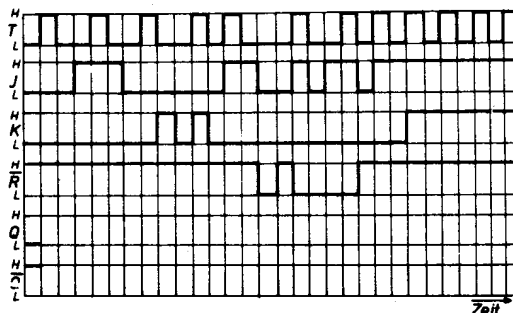


Notizen:

- Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit der Ausgang Q eines D – FLIP FLOP'S mit statischen Eingängen von L-Signal auf H-Signal wechselt?
 - Der \bar{R} -Eingang muß L-Signal führen.
 - Der \bar{S} -Eingang muß L-Signal führen.
 - Am \bar{R} - und \bar{S} -Eingang muß L-Signal stehen, am Takteingang T muß Taktimpuls anstehen.
 - Am \bar{R} - und \bar{S} -Eingang muß H-Signal stehen, der D- und T-Eingang müssen L-Signal führen.
 - Am \bar{R} - und \bar{S} -Eingang muß H-Signal stehen, am Takteingang muß der Taktimpuls anstehen.
 - Am \bar{R} - und \bar{S} -Eingang muß H-Signal stehen, am D-Eingang muß H-Signal anstehen, gleichzeitig muß der Taktimpuls am Takteingang liegen.

TEST 5

- Zeichnen Sie das Schaltsymbol des J-K Master-Slave FLIP FLOP'S.
- Welches Signal erscheint beim J-K Master-Slave FLIP FLOP während der negativen Flanke des Taktimpulses am Ausgang?
 - Das Signal, das während der negativen Flanke des Taktimpulses an den Eingängen anstand?
 - Das Signal, das während der positiven Flanke des Taktimpulses an den Eingängen anstand?
 - Das Signal, das während der positiven und der negativen Flanke des Taktimpulses an den Eingängen anstand?
- Vervollständigen Sie das Impulsdiagramm eines J-K Master-Slave FLIP FLOP'S mit statischem \bar{R} -Eingang.



In den bisherigen Fortsetzungen des Kurses „Elektronik für Aufsteller“ wurde auf die Grundfunktionen der Digitaltechnik UND, ODER, NAND und NOR eingegangen.

Weiterhin wurde ausführlich auf Flip-Flops eingegangen, die aus diesen Grundfunktionen aufgebaut waren. Außerdem wurde gezeigt, wie aus den Grundschaltungen der Flip-Flops der D- und der J-K Master Slave Flip Flop entwickelt wurde.

In diesem Abschnitt des Kurses „Elektronik für Aufsteller“ werden alle weiteren wichtigen Funktionen erläutert, die auf Logic Boards der 1. und teilweise der 2. Generation zu finden sind.

Zu diesen Funktionen gehören: Zähler, Schieberegister, Multiplexer, Decoder, Exklusiv – Oder, Timer, Opto-Koppler, Schmitt-Trigger und Operationsverstärker.

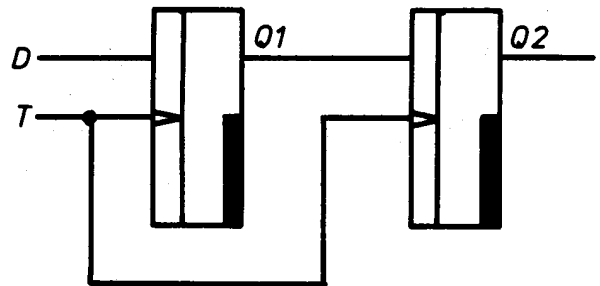
Zähler

Zählern kommt in der Digitaltechnik eine große Bedeutung zu. Ohne Zähler sind TV-Spiele nicht zu realisieren. Sie werden unter anderem dazu benutzt, um von der durch einen Quarz erzeugten Clock Frequenz die Synchronimpulse für den TV-Monitor herunterzuteilen. Bei älteren TV-Geräten, die noch nicht von einem Microprozessorsystem gesteuert

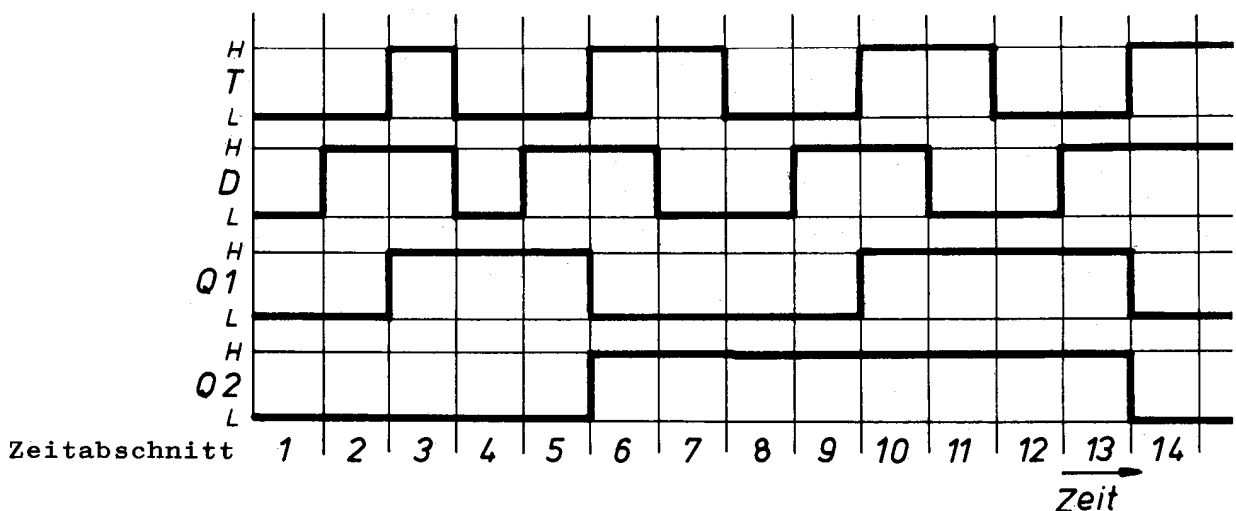
werden, zählten Zähler die Anzahl der Punkte der Spieler oder bestimmten den Flugwinkel der Tennisbälle.

Zähler werden aus hintereinander geschalteten Flip-Flops aufgebaut.

In der untenstehenden Zeichnung ist das Prinzipschaltbild eines Zählers unter Verwendung von D-Flip-Flops zu sehen.



Um die einzelnen Signalzustände sichtbar zu machen, ist es auch bei Zählern sinnvoll, ein Impulsdiagramm zu verwenden.



Bevor mit der Erklärung des Impulsdiagramms begonnen wird, soll die Schaltung des Zählers, der aus 2 D-Flip-Flops aufgebaut ist, besprochen werden:

Die Takteingänge T der beiden Flip-Flops sind an eine gemeinsame Leitung angeschlossen. An den D-Eingang des linken Flip-Flops wird das Eingangssignal gelegt. Der Ausgang des linken Flip-Flops ist mit Q1 bezeichnet und ist an den D-Eingang des 2. Flip-Flops angeschlossen. Der Ausgang des 2. Flip-Flops ist mit Q2 gekennzeichnet.

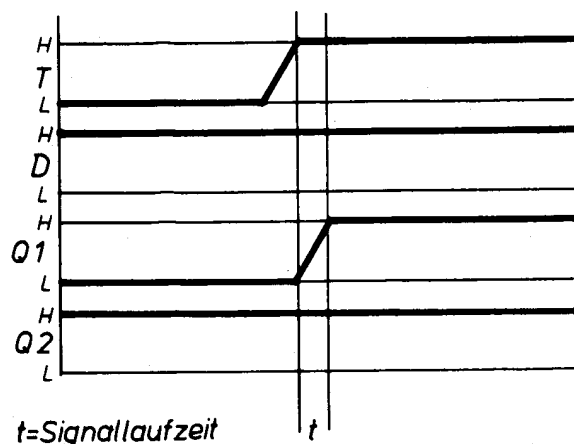
Betrachten wir nun das Impulsdiagramm:

1. Zeitabschnitt: An den D- und T-Eingängen liegt L-Signal. An Ausgang Q1 und Q2 steht ebenfalls L-Signal.
2. Zeitabschnitt: Am D-Eingang steht H-Signal. Am T-Eingang und an den Ausgängen Q1 und Q2 steht weiterhin L-Signal.

3. Zeitabschnitt: Am T-Eingang und am D-Eingang steht H-Signal. Das Ausgangssignal von Q1 ändert sich von L- auf H-Signal. Das Signal an Q2 bleibt L-Signal.
4. Zeitabschnitt: Das Signal an den D- und T-Eingängen ist L. Der Q1-Ausgang bleibt auf H-Signal, der Q2-Ausgang auf L-Signal.
5. Zeitabschnitt: Das Signal am D-Eingang wird von L- auf H-Signal verändert. Das Signal am T-Eingang bleibt auf L. Die Signale an den Ausgängen Q1 und Q2 bleiben ebenfalls gleich: An Q1 steht H-Signal, an Q2 L-Signal.
6. Zeitabschnitt: An den D- und T-Eingängen steht jeweils H-Signal. Am Q1-Ausgang steht nun L-Signal, am Ausgang Q2 H-Signal. Das Umkippen der Ausgänge Q1 und Q2 hat folgende Ursache: Bevor am T-Eingang des 1. und des 2. Flip-Flops H-Signal stand, lag am D-Eingang des 1. Flip-Flops H-Signal. Da der D-Eingang des 2. Flip-Flops mit dem Q1-Ausgang des 1. Flip-Flops verbunden ist, wurde durch die positive Flanke des Taktimpulses das Ausgangssignal an beiden Flip-Flops umgekehrt.
7. Zeitabschnitt: Am T-Eingang steht weiterhin H-Signal. Am D-Eingang steht L-Signal. Die Signale an den Ausgängen sind unverändert: L am Q1-Ausgang, H am Q2-Ausgang.
8. Zeitabschnitt: An den Eingängen D und T steht nun L-Signal. Beide Ausgänge ändern das Ausgangssignal nicht.
9. Zeitabschnitt: Das Signal am T-Eingang bleibt auf L. Am D-Eingang steht nun H-Signal. Am Q1-Ausgang steht L-Signal, am Q2-Ausgang steht H-Signal. Am Ausgang von Q1 steht L-Signal, am Ausgang von Q2 steht H-Signal.
10. Zeitabschnitt: Am D-Eingang steht weiterhin H-Signal. Am T-Eingang liegt nun H-Signal. Gleichzeitig verändert sich das Signal am Q1-Ausgang von L auf H. Der Ausgang Q2 bleibt auf H-Signal.

Im Impulsdiagramm ist zu erkennen, daß gleichzeitig mit der positiven Flanke auch das Umschalten des Q1-Ausgangs von L- auf H-Signal erfolgt.

Theoretisch müßte mit der positiven Flanke des Taktimpulses auch am D-Eingang des 2. Flip-Flops dann H-Signal stehen und der Q2-Ausgang müßte auf L-Signal umschalten. In der Praxis sieht dieser Vorgang etwas anders aus: Erst nachdem der Taktimpuls von L- auf H-Signal umgesprungen ist, erfolgt die Umschaltung am Ausgang Q1 von L- auf H-Signal. Also kann das Signal am Ausgang von Q2 deshalb nicht von H- auf L-Signal umgeworfen werden, da der Taktimpuls schon längere Zeit auf H-Signal ist, wenn die Umschaltung von L- auf H-Signal am Q1-Ausgang abgeschlossen ist. (Siehe Skizze)



Die Zeit, die vom Anstehen des H-Signals am Eingang bis zum Anstehen des H-Signals am Ausgang vergeht, beträgt je nach Typ zwischen einigen Nanosekunden und einigen zig Nanosekunden. Diese Zeit wird als Signallaufzeit bezeichnet.

Notizen:

11. Zeitabschnitt: Am T-Eingang steht weiterhin H-Signal. Am D-Eingang steht nun L-Signal. An den Q1 und Q2 Ausgängen steht unverändert jeweils H-Signal.
12. Zeitabschnitt: An den Eingängen T und D steht nun L-Signal. Die Ausgänge Q1 und Q2 führen unverändert H-Signal.
13. Zeitabschnitt: Am Eingang D wechselt das Signal von L- auf H-Signal. Das Signal am T-Eingang bleibt auf L. Am Ausgang Q1 und Q2 steht weiterhin L-Signal.
14. Zeitabschnitt: Das Signal am T-Eingang hat sich von L-Signal auf H-Signal verändert. Am D-Eingang steht weiterhin H-Signal. An den Ausgängen Q1 und Q2 steht nun aus folgenden Gründen jeweils L-Signal:
Am D-Eingang des 1. Flip-Flops stand H-Signal, als der Taktimpuls von L- auf H-Signal sich veränderte. Ebenso stand am D-Eingang des 2. Flip-Flops H-Signal, als sich am Takteingang das Signal von L auf H veränderte. Somit waren die Voraussetzungen für das Umschalten beider Flip-Flops gegeben.

Binäres Zahlensystem

Im vorhergehenden Kapitel wurde behandelt, wie ein zweistufiger Zähler aufgebaut ist und wie dieser arbeitet.

Ist man daran gewöhnt, mit Dezimalzahlen zu rechnen und zu arbeiten, bereitet es zunächst Schwierigkeiten, den Wechsel von H- und L-Signalen am Ausgang zweier D-Flip-Flops mit einem Zahlensystem in Verbindung zu bringen.

Es gelten für das binäre Zahlensystem, welches in der Digitalelektronik angewandt wird, die gleichen Gesetze wie für das dezimale Zahlensystem, mit dem jeder vertraut ist.

Der Unterschied zwischen binärem und dezimalem Zahlensystem liegt darin, daß das dezimale Zahlensystem sich auf die Grundzahl 10, das binäre Zahlensystem hingegen sich auf die Grundzahl 2 bezieht.

Es stehen deshalb im binären Zahlensystem auch nur zwei Symbole zur Verfügung, um die einzelnen Zahlen darzustellen: 0 und 1.

Damit binäre Zahlen nicht mit Zahlen des dezimalen Zahlensystems verwechselt werden können, wird die 1 des binären Zahlensystems mit H, die 0 des binären Zahlensystems mit L dargestellt.

Die erste Stelle drückt also aus, ob ein Teil vorhanden ist oder nicht. Ist ein Teil vorhanden, wird dies mit einem H dargestellt. Ist kein Teil vorhanden, wird dies mit einem L dargestellt.

Damit ist der komplette Zeicheninhalt des binären Zahlensystems verbraucht. Soll eine größere Zahl als 1 im binären Zahlensystem dargestellt werden, muß ebenso wie im dezimalen Zahlensystem verfahren werden, wenn beim Zählen das Symbol neun überschritten wird: Es muß eine neue Stelle hinzugefügt und die Zahlenfolge wiederholt werden.

Eine zwei wird im binären Zahlensystem durch ein zweistelliges Symbol dargestellt. Durch HL. Die Zahl 3 wird im binären Zahlensystem durch das Symbol HH dargestellt. Wieder einmal sind alle möglichen Kombinationen benutzt worden. Deshalb muß eine dritte Stelle hinzugefügt werden, um die Zahl vier darzustellen. Das Symbol für 4 ist HLL. Die Zahl fünf wird durch das Symbol HLH, die Zahl sechs mit dem Symbol HHL und die Zahl 7 mit dem Symbol HHH dargestellt. Wiederum sind alle möglichen Kombinationen benutzt worden, und eine weitere Stelle muß hinzugefügt werden, um die Zahl acht darzustellen.

In der folgenden Tabelle sind die dezimalen Zahlen und die binären Zahlen von 1 bis 33 aufgeführt.

Die Wertigkeit der einzelnen Stellen ist in der Potenzschreibweise dargestellt.

Zahlensystem

dezimal	binär
	$2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0$
$10^1 10^0$	
0	L
1	H
2	HL
3	HH
4	HLL
5	HLH
6	HHL
7	HHH
8	HLLL
9	HLLH
1 0	HLLH
1 1	HLLH
1 2	HLLH
1 3	HLLH
1 4	HLLH
1 5	HLLH
1 6	HLLH
1 7	HLLH
1 8	HLLH
1 9	HLLH
2 0	HLLH
2 1	HLLH
2 2	HLLH
2 3	HLLH
2 4	HLLH
2 5	HLLH
2 6	HLLH

2	7	H	H	L	H	H
2	8	H	H	H	L	L
2	9	H	H	H	L	H
3	0	H	H	H	H	L
3	1	H	H	H	H	H
3	2	H	L	L	L	L
3	3	H	L	L	L	L

Die Wertigkeit der einzelnen Stellen in Potenzschreibweise darzustellen, hat den Vorteil, daß dadurch die Umrechnung von Zahlen, die in der binären Schreibweise dargestellt sind, in Zahlen des Dezimalsystems vereinfacht wird. In Geräten, die mit einem Mikroprozessor bestückt sind, wird die Wertigkeit der Daten- und Adressleitungen ebenfalls in der Potenzschreibweise dargestellt. Allerdings wird in diesem Fall anstatt der Basiszahl 2 ein D verwendet, wenn es sich um eine Datenleitung oder ein A, wenn es sich um eine Adressleitung handelt.

Die Umrechnung einer Zahl des binären Zahlensystems in eine Dezimalzahl soll an einem Beispiel erläutert werden:

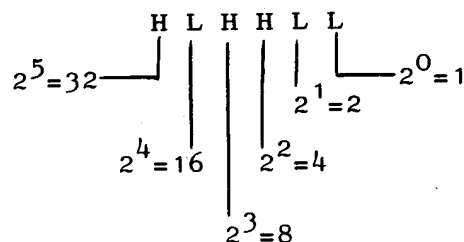
Als erstes müssen die Wertigkeiten der einzelnen Stellen festgelegt werden:

- 2^0 entspricht 1
- 2^1 entspricht 2
- 2^2 entspricht $2 \times 2 = 4$
- 2^3 entspricht $2 \times 2 \times 2 = 8$
- 2^4 entspricht $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$
- 2^5 entspricht $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$
- 2^6 entspricht $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$

Diese Aufzählung läßt sich beliebig fortsetzen. Die Hochzahl gibt immer an, wie oft die Basiszahl miteinander multipliziert werden muß, um die Wertigkeit der einzelnen Stellen zu erhalten. Eine Ausnahme bildet hierbei lediglich 2^0 . Erscheint eine 0 als Hochzahl, ist die Wertigkeit immer 1.

Als Beispiel soll die Binärzahl HLHHLL in eine Dezimalzahl umgerechnet werden.

Als erstes wird die Wertigkeit der einzelnen Stellen festgelegt.

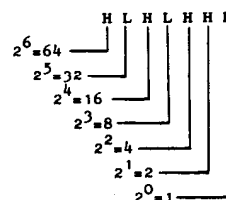


Wie bereits ausgeführt, entspricht jedes H einer 1 und jedes L einer 0. Daraus ergibt sich:

$$(1 \times 32) + (0 \times 16) + (1 \times 8) + (1 \times 4) + (0 \times 2) + (0 \times 1) = 32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 0 = 44.$$

Ein weiteres Beispiel:

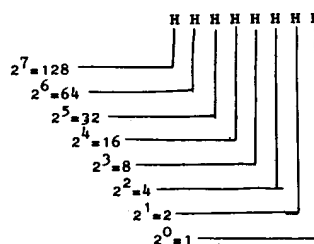
Die Zahl HLHLHHH soll in eine Dezimalzahl umgewandelt werden:



$$(1 \times 64) + (0 \times 32) + (1 \times 16) + (0 \times 8) + (1 \times 4) + (1 \times 2) + (1 \times 1) = 64 + 0 + 16 + 0 + 4 + 2 + 1 = 87$$

Natürlich ist es auch möglich, eine Dezimalzahl in eine Binärzahl umzuwandeln.

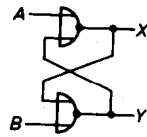
Dazu müssen wieder die einzelnen Stellenwerte benutzt werden, die in der folgenden Aufstellung bis einschließlich 2^7 aufgeführt sind.



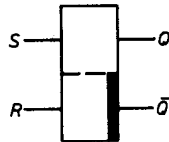
Notizen:

Lösungen zu Test 3

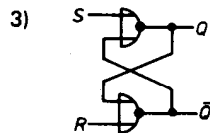
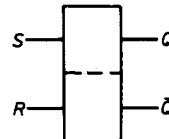
1)



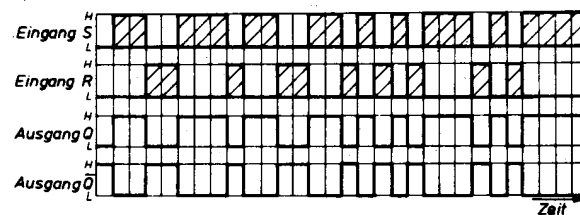
2) a) Symbol eines R-S – FLIP FLOP'S mit Vorzugslage



2) b) Symbol eines R-S – FLIP FLOP'S ohne Vorzugslage.

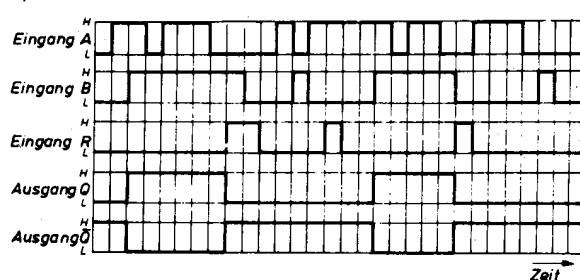


4)



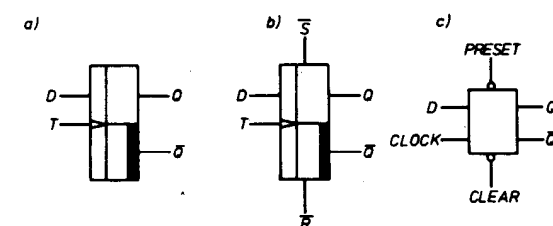
Die schraffierten Flächen der Impulse an den Eingängen S und R stellen die maximale Impulslänge dar. Die minimale Impulslänge ist die positive Flanke an der linken Seite der Impulse.

5)

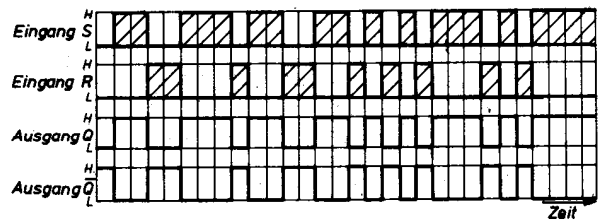


Lösungen zu Test 4

1)

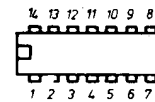


2)



Die schraffierten Flächen der Impulse an den Eingängen S und R stellen die maximale Impulslänge dar. Die minimale Impulslänge ist die positive Flanke an der rechten Seite der Impulse.

3)

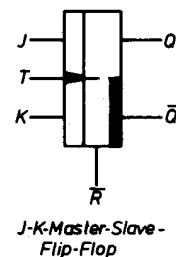


4) Die Antworten b) und f) sind richtig.

Das Ausgangssignal an Q wechselt bei einem D – FLIP FLOP mit statischen Eingängen von L- auf H-Signal, wenn am S-Eingang L-Signal steht und wenn an den Eingängen S, R und D H-Signal steht und gleichzeitig der Taktimpuls am Takteingang ansteht.

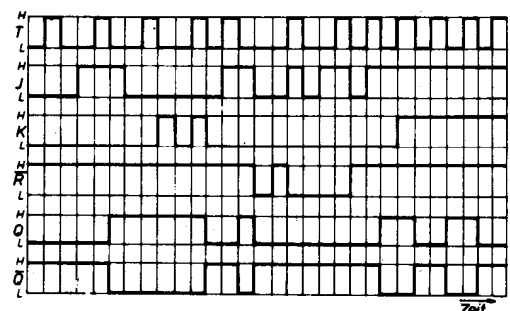
Lösungen zu Test 5

1)



2) Antwort b) ist richtig. Bei der positiven Flanke des Taktimpulses gelangt das Signal an den Ausgang, das während der positiven Flanke des Taktimpulses an den Eingängen des FLIP FLOP'S anstand. Die Antworten a) und c) sind falsch.

3)



Soll die Zahl 27 in eine Binärzahl umgewandelt werden, ist wie folgt vorzugehen:

Dabei muß berücksichtigt werden, daß jeder Stellenwert nur einmal enthalten sein darf. Aus der Stellen-

werttabelle geht hervor, daß der Stellenwert $2^5=32$ größer als 27 ist und deshalb nicht verwendet werden kann.

Der Stellenwert $2^4=16$ ist einmal in der Zahl enthalten. In der Stellenwerttabelle wird bei $2^4=16$ eine 1 eingetragen. Als nächstes wird von 27 16 abgezogen. Es bleibt ein Rest von 11. Es muß nun überprüft werden, ob der Stellenwert $2^3=8$ in der Zahl 11 enthalten ist. Dieser ist ebenfalls einmal in der Zahl enthalten. Deshalb wird in der Stellenwerttabelle bei $2^3=8$ eine 1 eingetragen. Nun wird von 11 8 abgezogen. Es bleibt ein Rest von 3. Es muß wieder überprüft werden, ob der nächstniedrigere Stellenwert $2^2=4$ in der Zahl 3 enthalten ist. Dieser ist nicht enthalten. Deshalb wird in der Stellenwerttabelle bei $2^2=4$ eine 0 eingetragen. Es muß als nächstes überprüft werden, ob der nächstniedrigere Stellenwert $2^1=2$ in der Zahl enthalten ist. Dieser ist in der Zahl 3 enthalten. Deshalb muß in der Stellenwerttabelle bei $2^1=2$ eine 1 eingetragen werden. Nun wird von 3 2 abgezogen. Es bleibt ein Rest von 1. Als nächstes muß überprüft werden, ob der nächstniedrigere Stellenwert $2^0=1$ in der Zahl enthalten ist. Weil die Zahl 1 in der Zahl enthalten ist, wird wieder in der Stellenwerttabelle bei $2^0=1$ eine 1 eingetragen.

Das Ergebnis ist:

$2^4=16$	1	1	0	1	1
$2^3=8$	1				
$2^2=4$	0				
$2^1=2$	1				
$2^0=1$	1				

Um Verwechslungen vorzubeugen, wird anstatt einer 1 ein H, anstatt einer 0 ein L geschrieben.

Dadurch lautet die Binärzahl für 27 : HHLHH

Ein weiteres Beispiel: Die Zahl 156 soll in eine Binärzahl umgewandelt werden.

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1

Dezimalzahl : 156.

156
- 128

Rest 28

Der kleinste Stellenwert, der in 156 enthalten ist, ist $128 = 2^7$. Eine "1" wird bei 2^7 eingetragen.

28

Der nächstkleinere Stellenwert von $2^6=64$ ist nicht im Rest von 28 enthalten. Eine 0 wird bei 2^6 eingetragen.

28

Der nächstkleinere Stellenwert von $2^5=32$ ist nicht im Rest von 28 enthalten. Deshalb wird eine "0" bei 2^5 eingetragen.

28
- 16

Rest 12

Der nächstkleinere Stellenwert von $2^4=16$ ist im Rest von 28 enthalten. Deshalb wird eine "1" bei 2^4 eingetragen.

12
- 8

Rest 4

Der nächstkleinere Stellenwert von $2^3=8$ ist im Rest von 12 enthalten. Deshalb wird eine "1" bei 2^3 eingetragen.

4
- 4

Rest 0

Der nächstkleinere Stellenwert von $2^2=4$ ist im Rest von 4 enthalten. Deshalb wird eine "1" bei 2^2 eingetragen.

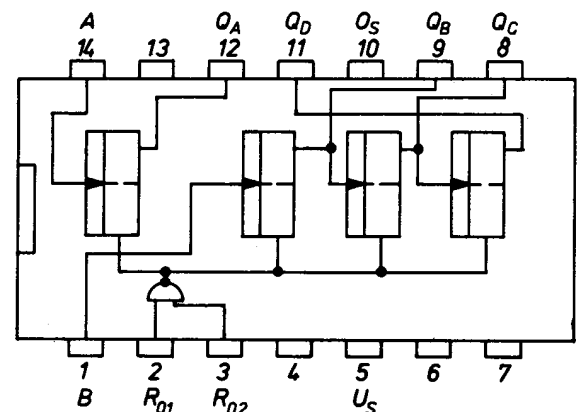
Da der Rest 0 ist, werden für die folgenden Stellenwerte von $2^1=2$ und $2^0=1$ jeweils "0" eingetragen.

Die Binärzahl für 156 lautet also 10011100 bzw. HLLHHHLL in der von uns benutzten Schreibweise.

Notizen:

Außerdem wird häufig eine Zahl, die im binären Zahlensystem dargestellt ist, als binär codierte Dezimalzahl, abgekürzt BCD, bezeichnet.

1. Welche Anzahl von Symbolen steht im binären Zahlensystem zur Verfügung, um Zahlen darzustellen, und
b) welche sind dies?
2. Stellen Sie in einer Tabelle alle Zahlen zwischen 32 und 65 in dezimaler und binärer Schreibweise dar.
3. Verwandeln Sie folgende Dezimalzahlen in Binärzahlen:
 - a) 122
 - b) 167
 - c) 12
 - d) 67
 - e) 29
 - f) 188
4. Verwandeln Sie folgende Binärzahlen in Dezimalzahlen:
 - a) H L H H H L H H
 - b) H H H H L L H H
 - c) H H L L H H L L
 - d) H H H L
 - e) H H H H L L L H
 - f) H H H L L H
 - g) H H L L



Zählfolge

Ausgänge

Q_D Q_C Q_B Q_A

0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	H	L	H	L
11	H	L	H	H
12	H	H	L	L
13	H	H	L	H
14	H	H	H	L
15	H	H	H	H

Aus einem Zähler, der aus 3 Flip-Flops besteht und von 0 bis 7 zählen kann, ist durch Hinzuschalten eines weiteren Flip-Flops ein Zähler geworden, der von 0 bis 15 zählen kann.

7490 - Dezimalzähler

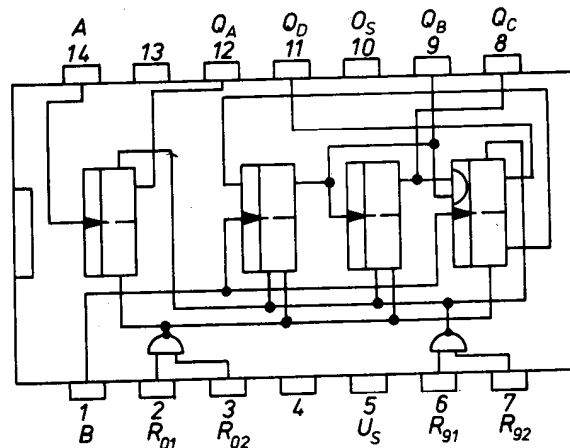
Wie der 7493 besteht der 7490 aus zwei verschiedenen Teilerschaltungen, die nach Bedarf zusammengeschaltet werden können: Einen zweifachen Teiler und einen fünffachen Teiler. Der zweifache Teiler besteht aus einem Master-Slave-Flip-Flop, dessen Eingang A und Ausgang Q_A aus dem IC herausgeführt sind, wie es aus dem Anschlußbild des IC's hervorgeht.

Der fünffache Teiler besteht aus drei hintereinandergeschalteten Master-Slave-Flip-Flops, die derart verdrahtet sind, daß diese auf L-Signal zurückgesetzt werden, wenn am Ausgang Q_D H-Signal und am Eingang B der nächste Zählimpuls ansteht.

Dadurch ist also sichergestellt, daß dieser, wenn nur der fünffache Teiler benutzt wird, bis 5 zählt und, wenn der zweifache Teiler in Verbindung mit dem fünffachen Teiler benutzt wird, bis 10 zählt.

Notizen:

Anschlußbild 7490



Aus der folgenden Tabelle geht das Logische Verhalten des fünffachen Teilers des 7490 hervor.

Zählfolge

Ausgang

Q_D Q_C Q_B

0	L	L	L
1	L	L	H
2	L	H	L
3	L	H	H
4	H	L	L

Wird der Ausgang Q_A des zweifachen Teilers mit dem Eingang B des fünffachen Teilers zusammengeschaltet, verändert sich das Logische Verhalten des 7490, wie es aus der folgenden Tabelle hervorgeht.

Zählfolge

Ausgang

Q_D Q_C Q_B Q_A

0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L

3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	H	L	L
9	H	L	L	H

Beim 7490 besteht weiterhin die Möglichkeit, die Ausgänge mit Hilfe der Eingänge R_{01} , R_{02} , R_{91} und R_{92} auf das BCD Signal für 0 oder 9 zurückzusetzen. Dies ist davon abhängig, welche Signale an diese Eingänge angelegt werden. Die Signale, die zum Rückstellen des Zählers an die Eingänge R_{01} , R_{02} , R_{91} und R_{92} gelegt werden müssen, gehen aus der folgenden Tabelle hervor.

Rückstellen des Zählers

Rückstelleingänge				Ausgänge			
R_{01}	R_{02}	R_{91}	R_{92}	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
X	L	X	L	zählen			
L	X	L	X	zählen			
L	X	X	L	zählen			
X	L	L	X	zählen			

H = High Signal

L = Low Signal

X = High oder Low Signal

Es muß hierzu angemerkt werden, daß durch die Signale an den Eingängen R_{01} , R_{02} , R_{91} und R_{92} gleichzeitig auf den zweifachen und auf den fünf-fachen Teiler des 7490 wirken.

Test 7

- Stellen Sie die Wahrheitstabelle für einen 7493 auf, bei dem
 - die Anschlüsse 1 und 12 des IC's verbunden sind und
 - nicht verbunden sind.

An den Eingängen R_{01} und R_{02} steht während des Zählvorgangs L-Signal an.

- Stellen Sie die Wahrheitstabelle für einen 7490 auf, bei dem
 - die Anschlüsse 1 und 12 des IC's verbunden und
 - nicht verbunden sind.

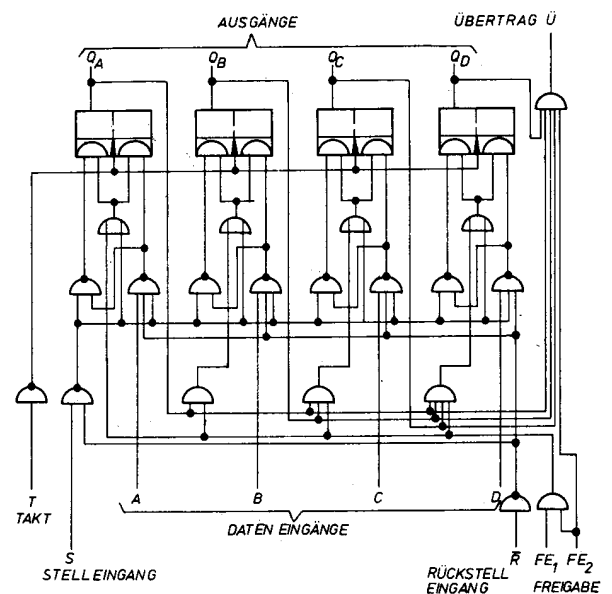
An den Eingängen R_{01} , R_{02} , R_{91} und R_{92} steht während des Zählvorgangs L-Signal an.

74161 - Synchroner Dezimalzähler mit Stelleingängen und taktunabhängigem Rückstelleingang.

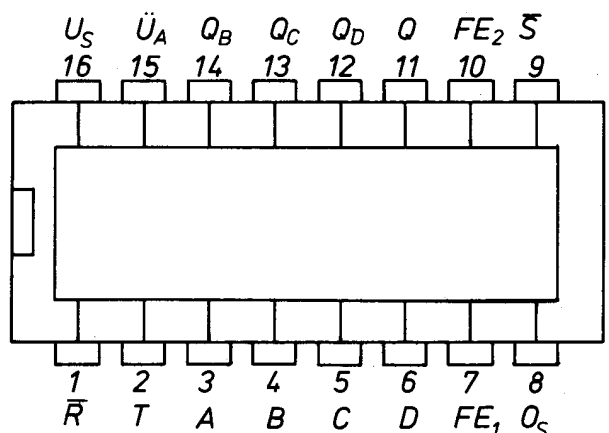
In der Digitalelektronik ist es häufig sehr wichtig, daß Zähler nur bis zu einer bestimmten Zahl zählen sollen und danach wieder von Null beginnen sollen.

Dies ist nur dann bei den bereits besprochenen 7493 und 7490 möglich, wenn diese durch eine äußere Beschaltung mit logischen Bausteinen zurückgesetzt werden kann. Weil diese äußere Beschaltung des IC's sehr kostenaufwendig ist und durch die zusätzlich benötigten IC's der Raumbedarf auf der Platine zunimmt, hat man IC's entwickelt, in die diese Eigenschaften mit hineinintegriert sind.

Der 74161 ist ein solches IC. Der innere Aufbau des IC's geht aus dem folgenden Blockschaltbild hervor:



Das Anschlußbild des 74161 ist hier aufgeführt.



Lösungen zu Test 6

1. a) Im Binärsystem stehen nur 2 Symbole zur Verfügung, um die Zahlen darzustellen.
b) Die verwendeten Symbole sind "0" und "1" oder "L" und "H".

2. Dezimalzahl	Binärzahl
32	HLLLLL
33	HLLLLH
34	HLLLHL
35	HLLLHH
36	HLLHLL
37	HLLHLH
38	HLLHHL
39	HLLHHH
40	HLHLLL
41	HLHLLH
42	HLHLHL
43	HLHLHH
44	HLHHLL
45	HLHHHL
46	HLHHHL
47	HLHHHH
48	HHLLLL
49	HHLLLH
50	HHLLHL
51	HHLLHH
52	HHLHLL
53	HHLHLH
54	HHLHHL
55	HHLHHH
56	HHHLLL
57	HHHLLH
58	HHHLHL
59	HHHLHH
60	HHHHLL
61	HHHHHL
62	HHHHHL
63	HHHHHH
64	HLLLLLL
65	HLLLLLH

3. a) HHHHLHL
b) HLHLLHHH
c) HHLL
d) HLLLLHH
e) HHHHLH
f) HLHHHHLL

4. a) 187
b) 243
c) 204
d) 14
e) 241
f) 57
g) 24

Lösungen zu Test 7

1 a) Zählfolge

	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	H	L	H	L
11	H	L	H	H
12	H	H	L	L
13	H	H	L	H
14	H	H	H	L
15	H	H	H	H

1 b) 8-facher Teiler

Zählfolge	Q _D	Q _C	Q _B
0	L	L	L
1	L	L	H
2	L	H	L

Notizen:

3	L	H	H
4	H	L	L
5	H	L	H
6	H	H	L
7	H	H	H

2-facher Teiler

Zählfolge	Q_A
0	L
1	H

2 a) Zählfolge	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

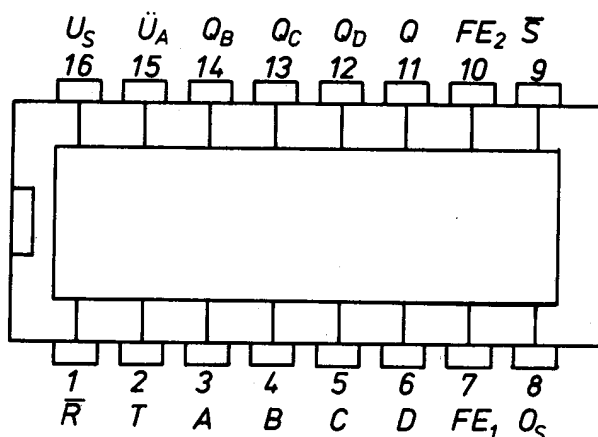
2 b) 5-facher Teiler

Zählfolge	Q_D	Q_C	Q_B
0	L	L	L
1	L	L	H
2	L	H	L
3	L	H	H
4	H	L	L
5	H	L	H

2-facher Zähler

Zählfolge	Q_A
0	L
1	H

Das Anschlußbild des 74161 ist hier aufgeführt.



Bei dem 74161 handelt es sich um einen synchronisierten Zähler, d.h. an jede einzelne Zählstufe im IC wird die gleiche Taktleitung T geführt. Über den Stelleingang \bar{S} kann mit einem H-Signal bei

gleichzeitig am Rückstelleingang \bar{R} anstehendem H-Signal der Zähler zurückgesetzt werden. Dieser Rücksetzvorgang kann sowohl bei der durch die Dateneingänge A, B, C und D eingestellte Zahl als auch bei Erreichen des Signals HHHH an den Ausgängen Q_A , Q_B , Q_C und Q_D erfolgen.

Wenn an den Ausgängen Q_A , Q_B , Q_C und Q_D ein H-Signal und am Freigabeeingang FE_2 ebenfalls ein H-Signal ansteht, erscheint am Übertragsausgang \bar{U} ein H-Signal. Über die Eingänge A, B, C und D kann eingestellt werden, wie weit der Zähler zählt, bis dieser auf Null zurückgesetzt wird.

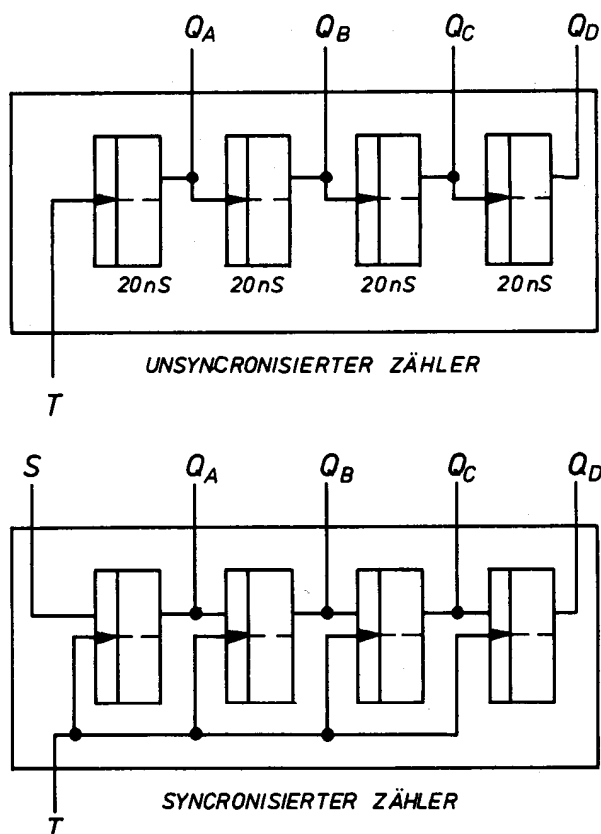
In der folgenden Tabelle ist aufgeführt, welche Signale an den Eingängen A, B, C und D anstehen müssen, damit der 74161 bei der entsprechenden Zahl zurückgestellt wird.

Rücksetzen bei	Signal an den Eingängen			
	D	C	B	A
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	H	L	H	L
11	H	L	H	H
12	H	H	L	L
13	H	H	L	H
14	H	H	H	L
15	H	H	H	H

Der hier besprochene 74161 ist auf fast jedem Logic Board von TV-Platinen zu finden, das mit Microprozessor betrieben wird. Es wird hierbei meist dafür benutzt, die Synchronimpulse für die Synchronisation des angeschlossenen Monitors von der Clockfrequenz herunterzuteilen und damit auch die Systemzeitbasis für das Microprozessorsystem zu erzeugen.

Wie bereits ausgeführt, handelt es sich beim 74161 um einen synchronisierten Zähler. Bei den bereits besprochenen Zählern 7493 und 7490 handelt es sich um unsynchronisierte Zähler.

Der Unterschied zwischen einem synchronisierten und einem unsynchronisierten Zähler läßt sich am einfachsten mit den folgenden beiden Skizzen erklären.



Beim unsynchronisierten Zähler wird das Eingangssignal auf dem Eingang der 1. Zählstufe gelegt. Der Ausgang der 1. Zählstufe ist mit dem Eingang der 2. Zählstufe verbunden, der Ausgang der 2. Zählstufe mit dem Eingang der 3. Zählstufe usw. Wird nun ein Signal an den Eingang der 1. Zählstufe gelegt, vergehen ca. 20 nS, bis das Signal am Ausgang der 1. Zählstufe anlangt. Das Signal benötigt weitere 20 nS, um vom Eingang der 2. Zählstufe auf den Ausgang der 2. Zählstufe zu gelangen, weitere 20 nS, um die 3. Zählstufe zu durchlaufen und weitere 20 nS, um die 4. Zählstufe zu durchlaufen. Insgesamt vergehen also $4 \times 20 \text{ nS} = 80 \text{ nS}$, bis das Signal vom Eingang der 1. Zählstufe bis zum Ausgang der 4. Zählstufe gelangt ist.

Bei einem synchronen Zähler wird das Taktsignal auf alle Zählstufen gleichzeitig gegeben. Also beträgt die Signallaufzeit bei allen 4 Zählstufen insgesamt nur 20 nS. Diese geringere Signallaufzeit von synchronisierten Zählern ist der Grund dafür, daß diese in mikroprozessorgesteuerten Logic Boards eingesetzt werden.

74166 - Universelles 8 Bit Schieberegister

Schieberegister sind auf fast jedem Logic Board von TV-Geräten zu finden, das mit einem Microprozessor bestückt ist. Dem Schieberegister fällt hierbei die Aufgabe zu, die 8 Bit Parallelinformation in eine 8 Bit Serieninformation umzuwandeln. Dies ist notwendig, weil auf dem Datenbus des Microprozessorsystems immer gleichzeitig 8 Bit verarbeitet werden, auf dem Bildschirm des Monitors jedoch nur nacheinander die einzelnen Bildpunkte geschrieben werden können.

Ein Schieberegister besteht also aus Flip-Flops, die in der Art hintereinandergeschaltet sind, daß mit jedem Taktimpuls die im Schieberegister gespeicherte Information um eine Stelle weitergeschoben wird.

Es soll als Beispiel folgende Signalinformation im Schieberegister gespeichert sein:

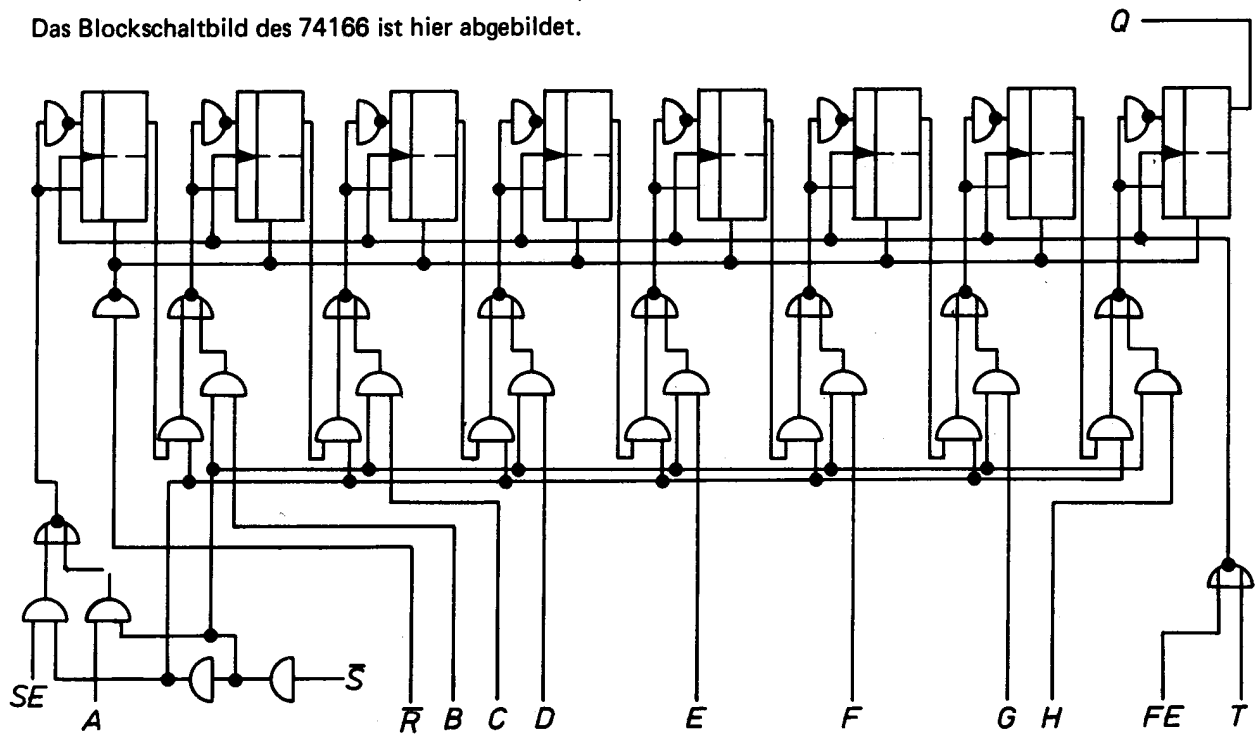
H L H L H L H L

Am Ausgang erscheint nun nach den einzelnen Taktimpulsen folgendes Signal:

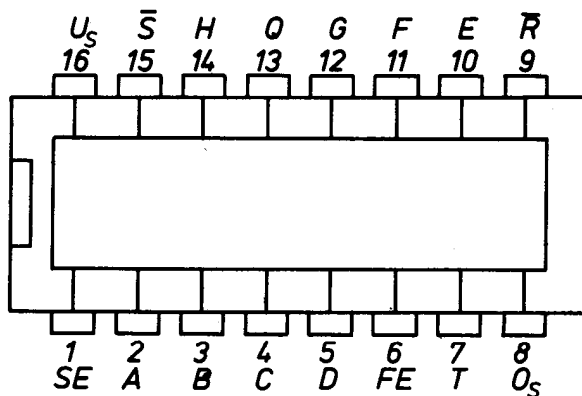
Taktimpuls	Ausgang Q_H
1	H
2	L
3	H
4	L
5	H
6	L
7	H
8	L

Notizen:

Das Blockschaltbild des 74166 ist hier abgebildet.



Die Anschlußbelegung des IC's ist aus der folgenden Skizze ersichtlich:



Mit dem Serien-Eingang SE ist es möglich, eine serielle Information in das Schieberegister einzulesen. Mit dem Rückstelleingang \bar{R} kann die gesamte im Schieberegister gespeicherte Information gelöscht werden. Wird an den Stelleingang \bar{S} ein L-Signal gelegt, werden alle Signale, die an den Eingängen A, B, C, D, E, F, G und H anliegen, im entsprechenden Flip-Flop des Schieberegisters gespeichert. Bei einem Signal am Takteingang T und am Freigabeeingang FE werden die im Schieberegister gespeicherten Daten jeweils um eine Position weitergeschoben.

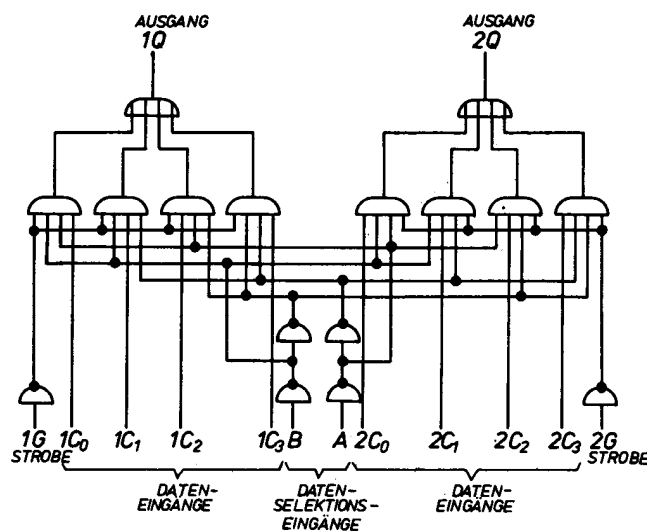
74153 - Zweifach 4-Bit-Datenselector/Multiplexer

Multiplexern oder auch Datenselectoren genannt, kommt in der Digitalelektronik eine große Bedeu-

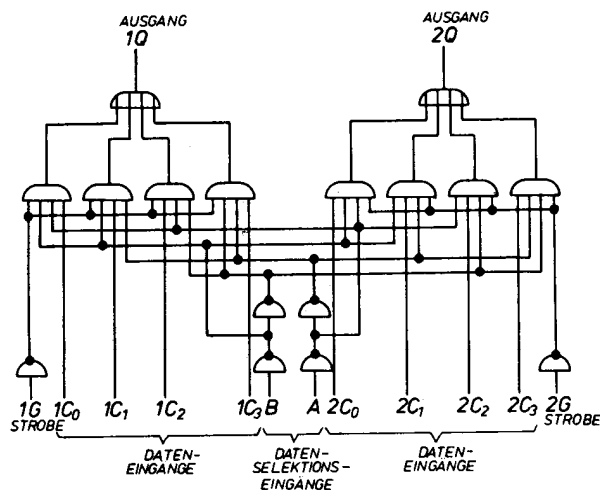
tung zu. Mit Multiplexern ist es möglich, verschiedene parallel anstehende Signale zeitlich versetzt auf ein und derselben Leitung zu übertragen. Die parallel anstehende Signale werden über Selectorleitungen abgefragt und auf den Ausgang des Multiplexers gegeben. Multiplexer sind als 2 Bit, 4 Bit, 8 Bit oder 16 Bit Datenselector lieferbar.

Der hier beschriebene 74153 ist ein zweifach 4 Bit Multiplexer/Datenselector. Das Blockschaltbild des 74153 ist hier abgebildet.

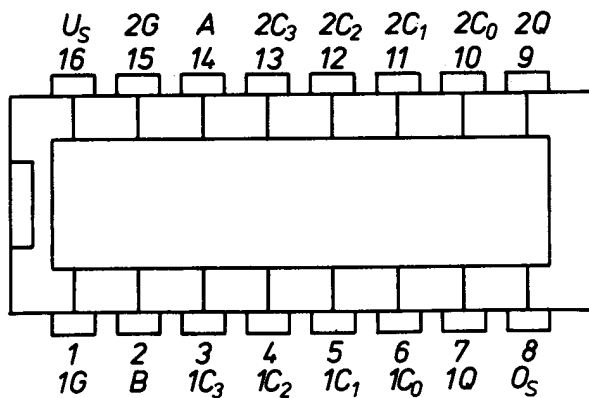
Blockschaltbild 74153:



Blockschaltbild 74153



Anschlußbild 74153



An den Dateneingängen 1 C₀ bis 1 C₃ und 2 C₀ bis 2 C₃ steht jeweils ein binär codiertes 4 Bit Wort pa-

Notizen:

rallel an. Mit den gemeinsamen Selectionseingängen A und B werden die an den Eingängen 1 C₀ bis 1 C₃ bzw. 2 C₀ bis 2 C₃ anstehenden Signale abgefragt und auf den Ausgang 1 Q bzw. 2 Q gegeben. Mit einem H-Signal an den Strobeeingängen 1 G bis 2 G lassen sich die entsprechenden Eingänge sperren.

Das logische Verhalten eines Teiles des zweifach 4 Bit Multiplexer/Datenselectors ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Logisches Verhalten

Daten-Selector-Eingang		Daten -- Eingang				Strobe	Ausgang
B	A	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	G	Q
X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	X	X	X	L	L
L	L	H	X	X	X	L	H
L	H	X	L	X	X	L	L
L	H	X	H	X	X	L	H
H	L	X	X	L	X	L	L
H	L	X	X	H	X	L	H
H	H	X	X	X	L	L	L
H	H	X	X	X	H	L	H

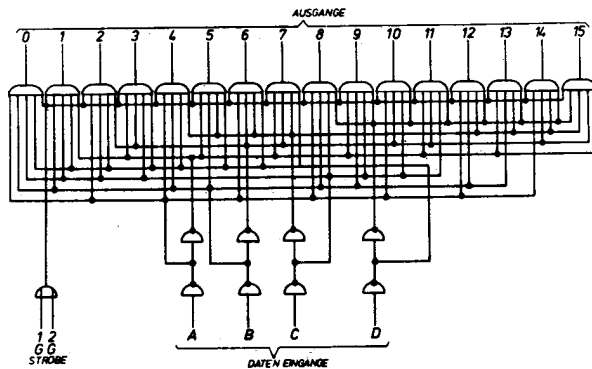
X bedeutet, daß an den Eingängen H oder L-Signal liegen kann.

An die Eingänge A und B sind beide Multiplexer gleichzeitig angeschlossen.

74154 - 4 Bit Demultiplexer/Binärdecoder

Demultiplexer oder auch Binärdecoder genannt, kommt in der Digitalelektronik eine große Bedeutung zu. Demultiplexer stellen das Gegenteil von einem Multiplexer dar: Binärcodierte Signale, die auf den Leitungen übertragen werden, an die Eingänge des Multiplexers angeschlossen sind, werden am Ausgang des Demultiplexers auf parallel verlaufende Ausgangsleitungen gegeben.

Blockschaltbild 74154



The diagram shows a 12-bit shift register. The inputs at the top are labeled U_5 , A, B, C, D, G_2 , G_1 , 15, 14, 13, 12, and 11. Below each input is a numerical value: 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, and 13. The register itself is a large rectangle with a feedback loop from the output of the 12th stage back to the input of the 11th stage. The outputs at the bottom are labeled 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, and 12. Below each output is a numerical value: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, and Q_5 .

Aus der folgenden Wahrheitstabelle lässt sich das logische Verhalten des 74154 ablesen.

Logisches Verhalten

[illegible]

X bedeutet H- oder L-Signal.

Das Blockschaltbild und das Anschlußbild des 7442 ist hier abgebildet.

The diagram shows a 16-bit shift register. The inputs are labeled U_5 , A, B, C, D, 9, 8, 7. The outputs are labeled 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. The register is represented by a large rectangle with a smaller rectangle inside, and a feedback loop on the left.

Das amerikanische Schaltzeichen sieht etwas anders aus:

Logisches Verhalten

[illegible]

7486 - 4 Exklusiv ODER - Glieder mit je zwei Eingängen

Neben den bereits besprochenen Logic Funktionen UND, ODER, NICHT, NAND und NOR lässt sich das Exklusiv ODER mit zu den Grundfunktionen der Digitaltechnik rechnen.

Das deutsche Schaltsymbol des Exklusiv ODER ist hier abgebildet.



Zur Erinnerung ist noch einmal die Wahrheitstabelle eines ODER-Gliedes hier aufgeführt:

Eingänge		Ausgang
A	B	Q
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

Die Wahrheitstabelle des Exklusiv ODER sieht im Vergleich zu der Wahrheitstabelle des normalen ODER-Gliedes etwas verändert aus:

Eingänge		Ausgang
A	B	Q
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L

Es steht also immer dann am Ausgang L-Signal, wenn an beiden Eingängen gleichzeitig entweder L-Signal oder H-Signal ansteht. Am Ausgang Q steht dann H-Signal, wenn an einem Eingang H-Signal, am anderen Eingang L-Signal steht.

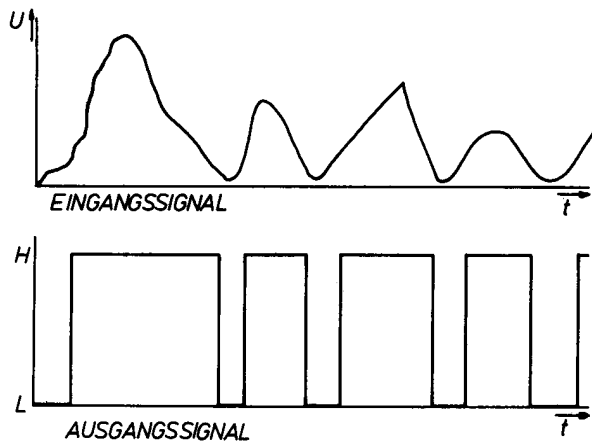
Notizen:

[illegible]

Schmitt-Trigger

Mit der Bezeichnung Schmitt-Trigger ist die Funktion einer Schaltung definiert, die Sinus- oder Sägezahnspannungen, die an den Eingang dieser Schaltung gelegt werden, in eine Rechteckspannung am Ausgang verwandelt.

In der folgenden Skizze sind einige Signalformen am Eingang eines Schmitt-Triggers und die dazugehörige Spannungsform am Ausgang darstellt:



der Funktion. Das Schaltzeichen eines Schmitt-Triggers mit invertierender Funktion unterscheidet sich vom Schmitt-Trigger ohne invertierende Funktion nur durch den zusätzlichen Invertpunkt:



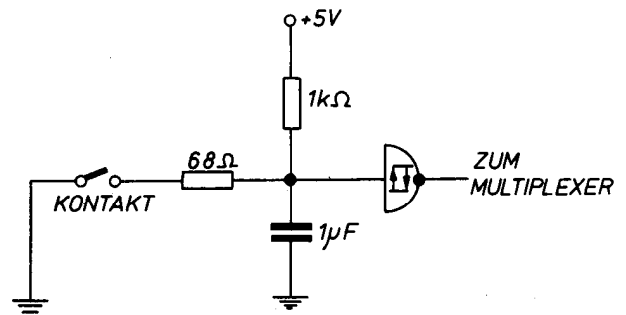
DEUTSCHES



AMERIKANISCHES

SYMBOL

Eine typische Eingangsschaltung eines Logic Boards, bei der ein Schmitt-Trigger eingesetzt wird, ist hier abgebildet:

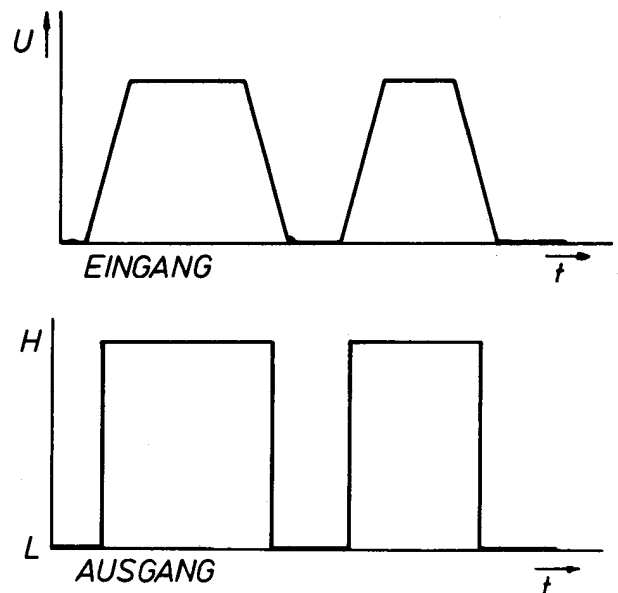


Wie bereits in verschiedenen früheren Fortsetzungen dieses Lehrganges "Electronic für Aufsteller" ausgeführt wurde, sind die IC's, die in der Digitalelectronic verwendet werden, nur dafür ausgelegt, Rechtecksignale zu verarbeiten.

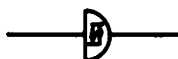
Aus diesem Grunde müssen alle analogen Spannungen, die von diesen IC's verarbeitet werden sollen, vorher in Rechteckspannungen, d. h. Spannung erfolgt mit Hilfe von Schmitt-Triggern.

Daraus ist zu schließen, daß ohne Schmitt-Trigger Digitalelektronik nicht zu realisieren ist und deshalb Schmitt-Trigger fast auf jedem Logic Board zu finden sind. Meist sind Schmitt-Trigger direkt an Eingängen von Logic Boards angebracht, an die Kontakte angeschlossen sind.

Schmitt-Trigger werden in Eingangsschaltungen von Logic Boards auch dann verwendet, wenn die Flankensteilheit von Rechtecksignalen vergrößert werden muß. In der folgenden Skizze ist ein Rechtecksignal mit einer zu geringen Flankensteilheit abgebildet:



Das Schaltzeichen eines Schmitt-Triggers ohne invertierende Funktion ist hier abgebildet:



DEUTSCHES



AMERIKANISCHES

SYMBOL

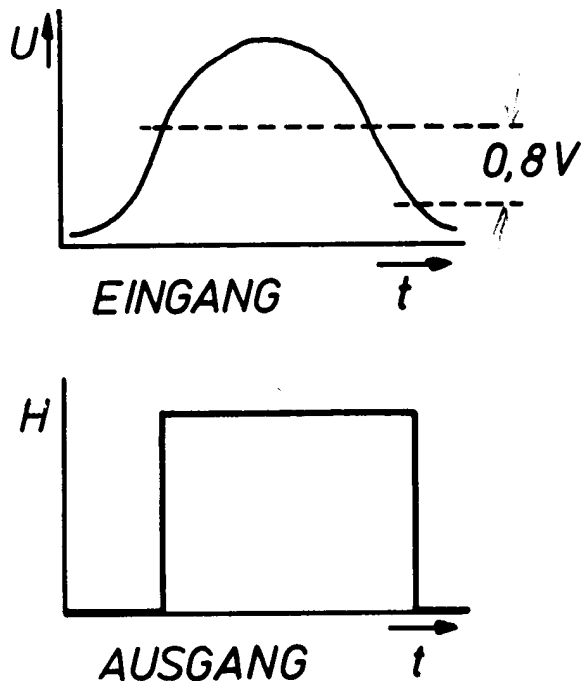
Schmitt-Trigger ohne invertierende Funktion werden allerdings nur selten eingesetzt. Meist findet man Schaltungen Schmitt-Trigger mit invertieren-

Auf den Logic Boards finden hauptsächlich zwei Schmitt-Trigger der 74-er Serie Verwendung:
Der 7413 und der 7414.

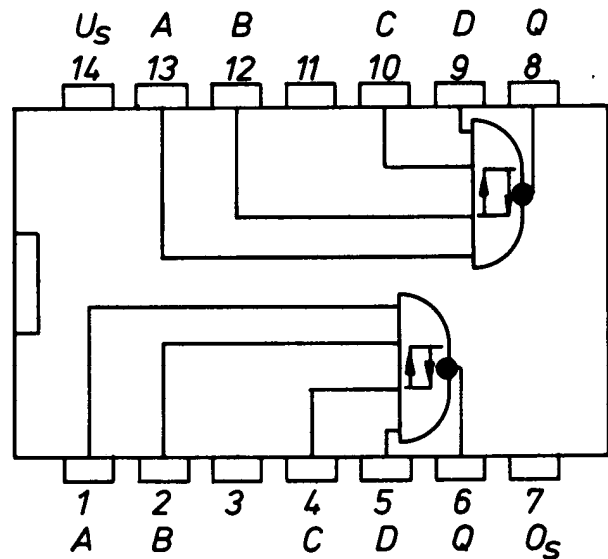
7413 - Zwei Schmitt-Trigger mit je vier NAND-Eingängen

Im 7413 sind zwei Schmitt-Trigger mit je vier NAND-Eingängen untergebracht. Beide Schmitt-Trigger haben eine Hysterese von 0,8 V. Unter der Hysterese wird bei einem Schmitt-Trigger der Spannungsabstand zwischen dem Umschalt-
punkt auf der positiven Flanke (Wechsel von Low-
auf High-Signal) und dem Umschalt-
punkt auf der negativen Flanke (Wechsel von High-
auf Low-Signal) verstanden.

In der folgenden Skizze ist der Begriff der Hysterese
nochmals verdeutlicht:

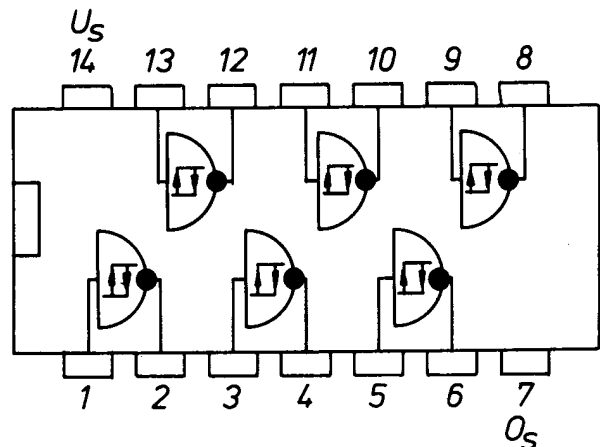


Das Anschlußbild des 7413 ist hier abgebildet:



Im 7414 sind sechs invertierende Schmitt-Trigger untergebracht. Diese Schmitt-Trigger haben wie die Schmitt-Trigger des 7413 eine Hysterese von 0,8 V.

Das Anschlußbild des 7414 ist hier abgebildet:



Notizen:

Optokoppler

Eines der einfachsten Bauteile in der Electronic ist der Optokoppler. Ein Optokoppler besteht aus einer Lichtquelle und einem lichtempfindlichen Empfänger; er überträgt die Daten zwischen Eingang und Ausgang und stellt gleichzeitig einen hohen Isolationswiderstand zwischen Eingang und Ausgang sicher. Diese Charakteristiken entsprechen denen von Relais', Transformatoren und Kondensatoren, die früher für diese Art von Anwendungen eingesetzt wurden. Ein Optokoppler kann bei diesen Anwendungsfällen Relais', Transformatoren und Kondensatoren ersetzen und erhöht gleichzeitig die Zuverlässigkeit der Schaltung und der Funktion.

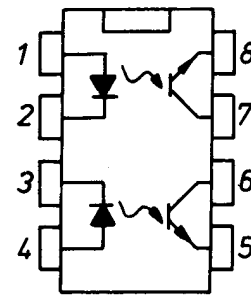
Optokoppler werden schon seit vielen Jahren eingesetzt. Dabei wurde Weißlicht oder Neonlicht als Lichtquelle und ein Fotowiderstand als Empfänger benutzt. Die meisten Bauteile bestehen heute aus einer Gallium-Arsenid Leuchtdiode als Lichtquelle und einem Siliciumtransistor als Empfänger. Die hohe Zuverlässigkeit und die niedrigen Kosten von Halbleitern sind ein Grund für diese Tatsache. Ein anderer Grund ist die hohe Schaltgeschwindigkeit und die Möglichkeit, die Ein- und Ausgangsbauweise leicht an die Halbleiterschaltungen anpassen zu können. Es gibt 3 verschiedene Grundsaltungen von Optokopplern:

1. Leuchtdiode/ Fototransistor
2. Leuchtdiode/ Fotodarlingtontransistor
3. Leuchtdiode/ Fotodiode

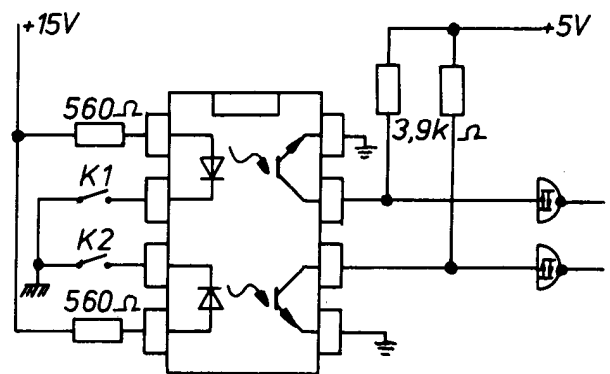
Optokoppler werden in einer großen Anzahl von TV-Geräten eingesetzt. Meist haben sie dann die Funktion, die Eingangsstufen des Logic Boards galvanisch von den Kontakten an der Kassentür oder an den einzelnen Bedienungselementen zu trennen. Damit wird verhindert, daß durch statische Aufladungen, mit denen der Spieler eventuell aufgeladen ist, Teile des Logic Boards zerstört werden. Ein anderer Anwendungsfall ist, wenn ein Bauteil, das aus einer Leuchtdiode und einem Fototransistor besteht, dazu benutzt wird, mechanische Bewegungen zu melden, wie zum Beispiel die Drehbewegung eines Lenkrades oder die Positionierung der Spielfläche bei einem Flipper, bei dem sich die Spielfläche dreht. Obwohl die letzten genannten Bauteile aus den gleichen Bestandteilen wie ein Optokoppler aufgebaut sind, spricht man in diesem Fall besser von einer Lichtschranke.

Als Beispiel für den ersten Anwendungsfall dient der ILD 74. Dieser ILD 74 wurde für die Galvanische Trennung zwischen den Kontakten an der Kassentür und Kontakten an den Bedienungsteilen von TV-Geräten und den Eingangs IC's von Logic Boards von TV-Geräten eingesetzt.

Das Anschlußbild des ILD 74 ist hier abgebildet:



Der ILD 74 wurde in der folgenden Schaltung betrieben:



Der ILD 74 besteht aus zwei Optokopplern, die mit den gleichen Widerstandswerten und Bauteilen beschaltet sind. Es soll hier nur der Optokoppler ILD 74 besprochen werden, der an den Pins 1, 2, 7 und 8 angeschlossen ist.

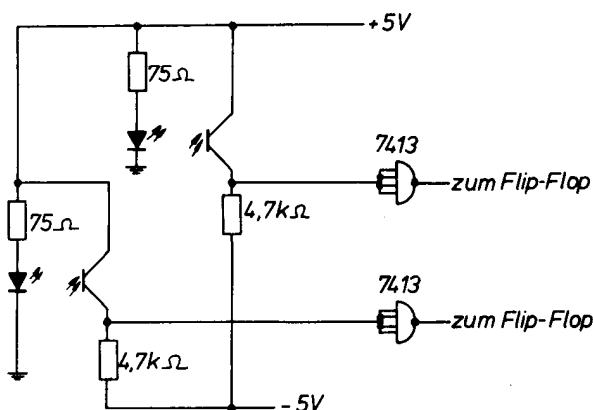
Wird der Kontakt K1 geschlossen, fließt über den 560 Ohm-Widerstand und die Leuchtdiode ein Strom. Die Leuchtdiode beginnt zu leuchten und das ausgesendete Licht fällt auf die Basis des Fototransistors. Daraufhin schaltet der Fototransistor durch. Es tritt ein Spannungsabfall über den 3,9 k Ω Widerstand auf und an Pin 7 des Optokopplers steht ein Low-Signal. Der Schmitt-Trigger, der an Pin 7 des Optokopplers angeschlossen ist, wandelt das Signal, das vom Optokoppler geliefert wird, in TTL-Logic Pegel um.

Wird der Kontakt geöffnet, fließt kein Strom durch die Leuchtdiode, wodurch die Leuchtdiode kein Licht aussendet. Dadurch fällt kein Licht auf den Fototransistor und der Transistor sperrt. Wenn der Transistor sperrt, fließt kein Strom durch den Widerstand und es steht an Pin 7 des Optokopplers ein High-Signal.

Lichtschraken

Lichtschraken werden benutzt, um mechanische Bewegungen berührungslos zu erfassen und in elektrische Signale umzuwandeln. Soll beispielsweise die Drehbewegung eines Lenkrandes erfaßt werden, benutzt man einen Zahnkranz, der in den Lichtstrahl von zwei unabhängig voneinander arbeitenden Lichtschraken hineinragt.

Die Lichtschrakenschialtung ist hier abgebildet:



Bei einer Lichtschrake müssen die Lichtquellen dauernd Licht aussenden, weil sonst nicht erfaßt werden kann, zu welchem Zeitpunkt der Lichtstrahl der Lichtschrake unterbrochen wurde. Aus diesem Grunde wird die Leuchtdiode über einen 75 Ohm-Widerstand an 5V Gleichspannung gelegt.

Bei dieser Schaltung sind von der Auslegung her die obere und die untere Schaltung identisch.

Aus diesem Grund wird deshalb nur die obere Schaltung beschrieben.

Wird der Lichtstrahl der oberen Lichtschrake nicht unterbrochen, fällt das Licht auf die Basis des Fototransistors und der Transistor schaltet durch. Schaltet der Fototransistor durch, fällt die Spannung über

den 4,7 k Ω Widerstand ab. Am Ausgang der Schaltung steht dann ein High-Signal. Dieses High-Signal wird über den nachgeschalteten Schmitt-Trigger invertiert und auf die folgenden Flip-Flops gegeben.

Wird der Lichtstrahl der Lichtschrake unterbrochen, fällt kein Licht auf die Basis des Fototransistors und der Transistor sperrt. Wenn der Transistor sperrt, fällt keine Spannung über den Widerstand ab und am Ausgang der Schaltung steht ein Low-Signal.

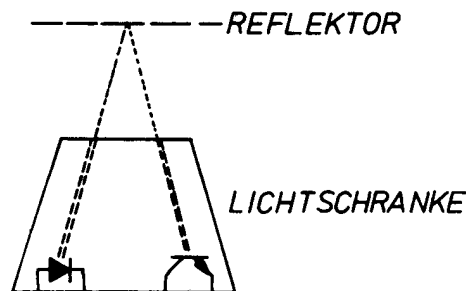
Der Zahnkranz, der in den Lichtstrahl der beiden Lichtschraken hineinragt, ist so ausgelegt, daß aufgrund des zeitlichen Unterschiedes, in dem der Lichtstrahl beider Lichtschraken unterbrochen wird, auf die Drehrichtung des Lenkrades geschlossen werden kann. Außerdem kann durch die Häufigkeit, in der in einer bestimmten Zeit die Lichtstrahlen der Lichtschraken unterbrochen werden, die Drehgeschwindigkeit des Lenkrades bestimmt werden.

Positionierungslichtschrake

Bei einem anderen Anwendungsfall werden Lichtschraken dazu benutzt, die genaue Positionierung einer sich drehenden Spielfläche bei einem Flipper zu erfassen und zu melden.

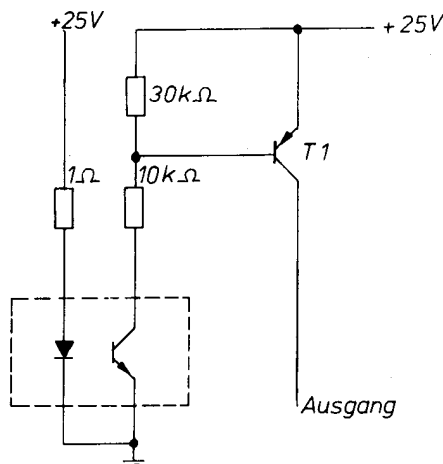
In diesem Anwendungsfall befinden sich Leuchtdiode und Fototransistor in einem Gehäuse.

Der mechanische Aufbau dieser Lichtschrake ist hier abgebildet:



Notizen:

Die Schaltung dieser Lichtschranke geht aus der folgenden Skizze hervor:



Auch bei diesem Anwendungsfall besteht dauernd an der Leuchtdiode Spannung, d. h. sie sendet ein Lichtsignal aus.

Aus der Bauform dieser Lichtschranke ist zu erkennen, daß nur dann auf die Basis des Fototransistors Licht fällt, wenn der Lichtstrahl, der von der Leuchtdiode ausgesendet wird, durch einen Reflektor zurückgeworfen wird. Durch den Winkel, den die Ein- und Ausfallkanäle des Lichts zueinander haben, ist der Abstand des Reflektors bereits vorbestimmt.

Wird der Lichtstrahl der Leuchtdiode durch einen Reflektor abgelenkt und fällt auf den Fototransistor, schaltet dieser durch. Wenn der Fototransistor durchschaltet, fließt ein Strom durch die 10k Ohm und 30k Ohm Widerstände und der Transistor T1 schaltet durch. Auf diese Weise steht am Ausgang ein High-Signal.

Wird der Lichtstrahl der Leuchtdiode nicht reflektiert, fällt kein Licht auf die Basis des Fototransistors und der Transistor ist gesperrt. Wenn der Transistor gesperrt ist, fließt kein Strom durch die 10k Ohm und 30k Ohm Widerstände und der Transistor T1 bleibt gesperrt: Ist der Transistor T1 gesperrt, steht am Ausgang der Schaltung ein Low-Signal.

Zeitgeber- und Oszillatorschaltungen

Verschiedene Zeitgeber und Oszillatorschaltungen finden auf Logic Boards, die in Geräte der Spielautomatenbranche eingebaut werden, Anwendung.

Es würde den Rahmen dieses Lehrgangs "Electronic für Aufsteller" sprengen, wenn auf alle benutzten Schaltungen eingegangen würde. Deshalb sollen nur die drei am häufigsten benutzten Grundsaltungen erklärt werden:

1. Frequenzerzeugung mit Hilfe eines Zeitgeber IC's
2. Frequenzerzeugung mit Hilfe eines R-C Generator's
3. Frequenzerzeugung mit Hilfe eines Quarzes

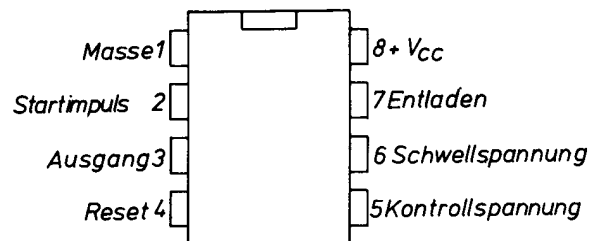
Frequenzerzeugung mit Hilfe eines Zeitgeber IC's

Auf fast jedem Logic Board ist der 555 ein Zeitgeber IC, neudeutsch Timer genannt, zu finden.

Dieses IC kann je nach Beschaltung als Einzelimpulsgeber oder als Dauerimpulsgeber betrieben werden.

Für die weiteren Betrachtungen der Einsetzbarkeit des 555 ist es sinnvoll, die Anschlußbelegung des IC's zu kennen.

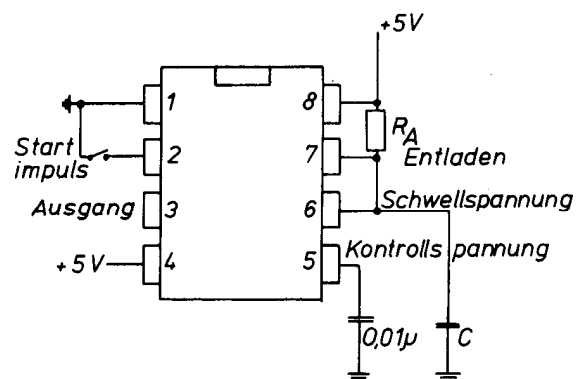
Hier ist das Anschlußbild des 555 abgebildet:



555 in Monostabilem Betrieb

Der Ausdruck Monostabiler Betrieb bedeutet nichts weiter als Einzelimpulsbetrieb. Hierbei hat das IC 555 nur eine stabile Ausgangsspannungslage. Wenn an den Eingang ein Startimpuls gegeben wird, erzeugt das IC 555 einen Impuls von einer bestimmten Länge und fällt in seine Ausgangslage zurück, bis wieder ein neuer Startimpuls am Eingang ansteht. Die Länge des Impulses, den das IC 555 erzeugt, ist von der Beschaltung mit Widerständen und Kondensatoren abhängig. Wird das Widerstands-Kondensatorverhältnis geändert, ändert sich auch die Länge des Impulses.

Die Belegung der Anschlüsse des IC's 555 mit Kondensatoren und Widerständen für den Monostabilen Betrieb ist hier abgebildet:



Bei dieser Schaltung wird der Kondensator C durch einen Transistor im Inneren des IC's 555 entladen. Wird an den Taktimpulseingang ein Low-Signal gelegt, wird der Kondensator C durch den Transistor

im Inneren des IC's aufgeladen. Gleichzeitig wechselt am Ausgang des IC's das Signal von Low auf High. Hat sich der Kondensator auf 2/3 der angelegten Betriebsspannung aufgeladen, wechselt das Signal am Ausgang von High auf Low und der Kondensator wird schlagartig wieder entladen.

Am Ausgang bleibt Low-Signal, bis wieder ein Low-Signal an den Takteingang gelegt wird.

Die Impulslänge, in der der Ausgang auf High-Signal geht, läßt sich nach der Formel

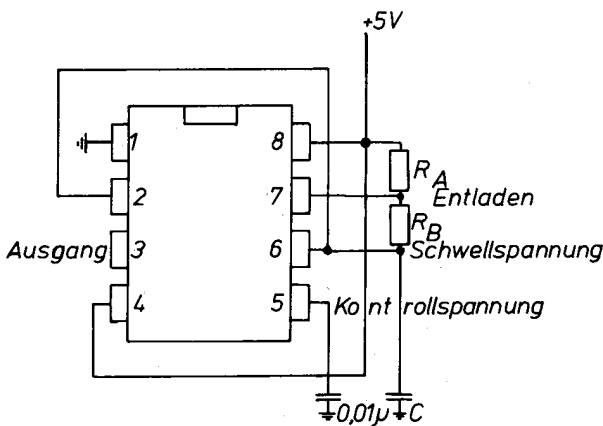
$$t = R_A \times C$$

berechnen.

555 in Astabilem Betrieb

Der Ausdruck Astabiler Betrieb ist ein in der Digital-electronic weitverbreitetes Wort für Dauerimpulsbetrieb. Im astabilen Betrieb erzeugt das IC 555 eine Impulsfolge, in der die Low- und High-Impulse am Ausgang des Timers immer gleich lang sind.

Die Anschlußbelegung eines IC 555 im Astabilen Betrieb ist hier abgebildet:



In dieser Schaltungsart erhält das IC 555 den Startimpuls jeweils dann, wenn an Pin 6 des IC's die

Spannung auf 1/3 der Betriebsspannung gesunken ist. Der Kondensator C wird über R_A und R_B aufgeladen und über R_B entladen.

Das Impulsbreitenverhältnis zwischen Low und High-Impuls wird demnach nur durch das Widerstandsverhältnis R_A zu R_B bestimmt.

In dieser Betriebsart wird der Kondensator ständig zwischen 1/3 und 2/3 der angelegten Betriebsspannung auf- und wieder entladen.

Die Länge des High-Impulses am Ausgang des IC's wird nach der folgenden Formel berechnet:

$$t = 0,693 (R_A + R_B) C$$

Die Länge des Low-Impulses am Ausgang des IC's wird mit der Formel

$$t = 0,693 (R_B) C$$

berechnet.

Mit diesen beiden Betriebsarten sind die Möglichkeiten des IC's 555 noch keineswegs erschöpft. Die weiteren Möglichkeiten sind jedoch mehr Spezialanwendungen und deshalb für das Verständnis von Logic Board Schaltplänen nicht erforderlich.

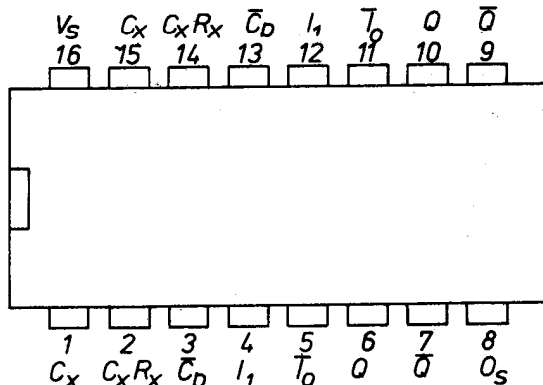
Frequenzerzeugung mit Hilfe eines R-C Generators

Eine weitere weitverbreitete Schaltung ist die mit Hilfe eines R-C-Generators. Ein R-C-Generator besteht im Endeffekt aus den gleichen Bauteilen wie die bereits besprochene Timerschaltung: Die frequenzbestimmenden Bauteile sind auch hier Widerstände und Kondensatoren. Die Umwandlung der Sägezahnspannung, die am Eingang anliegt, in eine Rechteckspannung am Ausgang, erfolgt innerhalb des ICs.

Weiterhin wurde durch die Verwendung eines 16 poligen Gehäuses die Möglichkeit geschaffen, 2 Stufen in einem IC unterzubringen.

Notizen:

Das Anschlußbild des 9602, einem zweifachen triggerbaren, rücksetzbaren monostabilen Multivibrator, ist hier zu sehen:

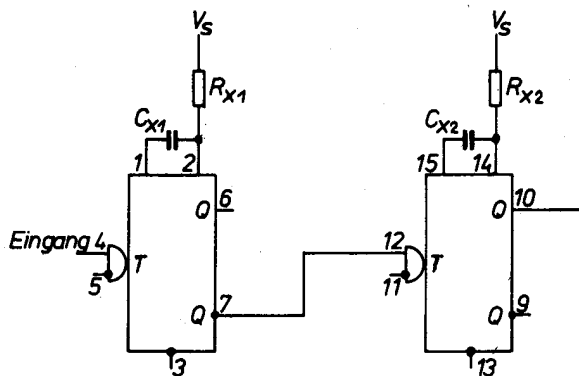


Mit Hilfe eines ODER-Gliedes, dessen Anschlüsse an Pin 4 und 5 bzw. 11 und 12 des ICs liegen, lassen sich die Multivibratoren triggern: Wenn am Ausgang des ODER-Gliedes ein Signalwechsel von Low auf High erfolgt, werden die Multivibratoren getriggert.

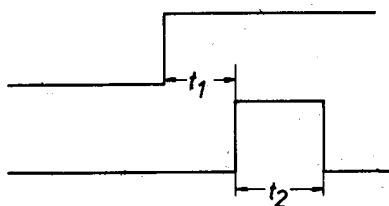
Mit den Cleareingängen an Pin 3 bzw. Pin 13 lassen sich die Multivibratoren jederzeit zurücksetzen. Wird an einen Clear Eingang ein Low-Signal gelegt, wird der entsprechende Multivibrator unabhängig von seinem derzeitigen Schwingungszustand zurückgesetzt.

Auch für den 9602 sollen verschiedene Anwendungen besprochen werden:

9602 als Impulsverzögerungsschaltung:



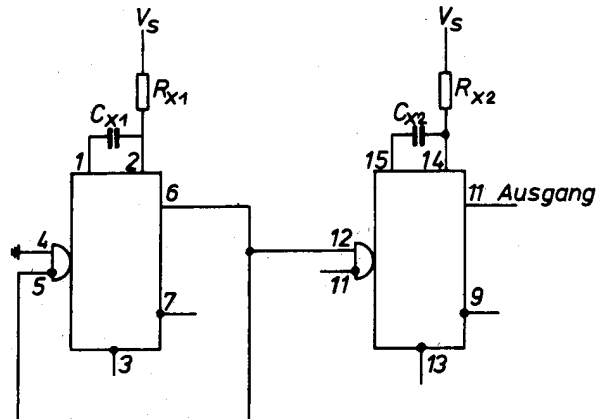
Das Zeitdiagramm der Schaltung ist hier abgebildet:



Die zeitliche Länge des Impulses berechnet sich nach der folgenden Formel:

$$T = 0,32 R_X C_X \left(1 + \frac{0,7}{R_X}\right)$$

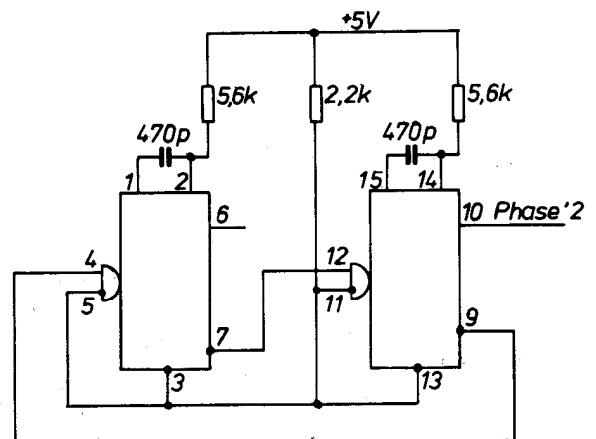
9602 als Impulsgenerator



Die Ausgangsfrequenz dieser Schaltung wird bei dieser Schaltung durch die Bauteile C_{X1} und R_{X1} bestimmt, während die Impulsbreite durch die Bauteile C_{X2} und R_{X2} festgelegt ist. Der monostabile Multivibrator 2 verlängert diesen Impuls auf die entsprechende Länge.

Auf dem MPU-Modul eines elektronischen Flippers ist ebenfalls der 9602 zur Schwingungserzeugung eingesetzt. Der 9602 erzeugt bei diesem Anwendungsfall die Signale Phase 1 und Phase 2 für den Microprozessor und andere Schaltungsteile.

Diese Schaltung ist hier abgebildet:



Diese Schaltung ist wie die bereits besprochene Impulsverzögerungsstufe aufgebaut, wobei der 1. monostabile Multivibrator vom invertierten Ausgang des 2. monostabilen Multivibrators getriggert wird.

Für die Frequenzerzeugung mit einem Zeitgeber IC und die Frequenzerzeugung mit Hilfe eines R-C Generators gilt, daß die Übereinstimmung der gewünschten Frequenz von den Toleranzen der verwendeten Widerstände und Kondensatoren abhängt.

Da diese Toleranzen naturgemäß sehr groß sind, können diese Schaltungen nur dort eingesetzt werden, wo die Frequenzgenauigkeit und Frequenzstabilität eine untergeordnete Rolle spielen.

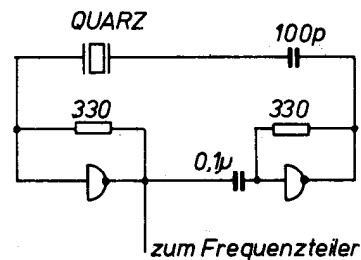
Werden bei einer Schaltung hohe Anforderungen an die Frequenzgenauigkeit und Frequenzstabilität gestellt, wie dies bei TV-Geräten der Fall ist, kommen für die Frequenzerzeugung Quarze zur Anwendung. Die Grundschaltung und eine weitere Schaltung mit Quarzen sind im folgenden Kapitel beschrieben.

Frequenzerzeugung mit Hilfe eines Quarzes

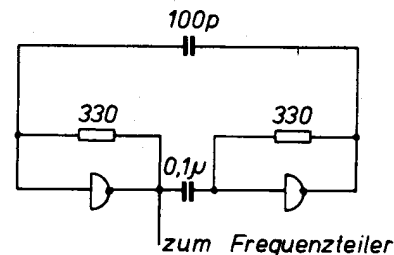
Bevor mit der Beschreibung einer Schaltung zur Frequenzerzeugung mit Hilfe eines Quarzes begonnen wird, soll erst einmal erklärt werden, was ein Quarz ist und wie ein Quarz arbeitet.

Ein Quarz ist ein Kristallplättchen, das durch den Strom, der durch zwei aufgedämpfte Elektroden fließt, piezoelektrisch ins Schwingen versetzt wird. Die Frequenz, auf der der Quarz schwingt, ist durch seine Bauform, Größe und einige andere mechanische Eigenschaften festgelegt und sehr stabil. Auch Temperaturschwankungen beeinflussen die Schwingfrequenz des Quarzes nicht oder nur in geringem Maße, wovon sich Besitzer von Quarzuhren in jedem Winter und Sommer täglich überzeugen können.

In den meisten Logic Boards von TV-Geräten, die in der TTL-Technik aufgebaut sind, ist folgende Schaltung zur Anwendung gekommen:



Diese Schaltung stellt eine Weiterentwicklung der folgenden Schaltung dar:



Der Unterschied zwischen der 1. und der 2. Schaltung besteht darin, daß in der 2. Schaltung der Quarz fehlt. Also ist der Quarz nur als frequenzstabilisierendes Bauteil in die Schaltung eingebaut worden. Die Schwingungserzeugung erfolgt mit den beiden Inverterstufen, den 0,1 mikro F, 100 pF Kondensatoren sowie den beiden 330 Ohm Widerständen. Durch Veränderungen der Widerstands- und Kondensator-Werte kann die Schwingfrequenz der Schaltung grob beeinflußt werden. Natürlich sind die Widerstands- und Kondensator-Werte der 1. Schaltung so ausgelegt, daß die Frequenz, auf der die Schaltung schwingt, ungefähr der des Quarzes entspricht.

In TV-Geräten müssen deshalb stabile Frequenzen erzeugt werden, weil von der Frequenz der fre-

Notizen:

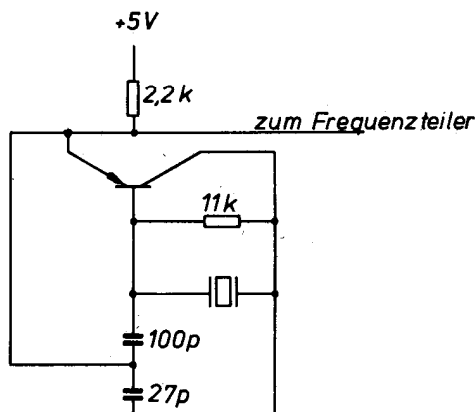
quenzerzeugenden Schaltung die Synchronimpulse für die Synchronisierung des Monitors heruntergeteilt werden.

Würde man für diesen Zweck einen einfachen RC-Generator benutzen, wie er in der 2. Schaltung abgebildet ist, hat dies Auswirkungen auf die Stabilität des Bildes: Linien, die genau senkrecht verlaufen müssen, werden bei einem instabilen Frequenzgenerator in einer Wellenform abgebildet.

Mit der Einführung des Microprozessors in die Geräte der Spielautomatenbranche kommt den Quarzen noch eine weit größere Bedeutung zu. Microprozessoren müssen sehr genaue zueinander phasenverschobene Signale erhalten, um einwandfrei arbeiten zu können.

So kam es bei einem Gerät, dessen Quarz durch mechanische Erschütterungen zeitweise die Schwingfrequenz änderte, zu Funktionsstörungen, weil der Microprozessor nicht einwandfrei angesteuert wurde.

In einem Microprozessorsystem, das mit einem Z80 Microprozessor arbeitet, wird folgende Schaltung zur Frequenzerzeugung benutzt:



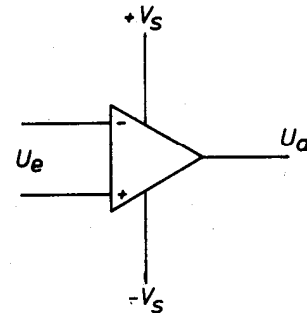
Die ungefähre Frequenzbestimmung erfolgt bei dieser Schaltung durch den 100 pF und 27 pF Kondensator sowie durch den 1 k Ohm Widerstand. Der Transistor übernimmt die Verstärkerfunktion, die bei den vorher besprochenen Schaltungen durch die Inverterstufen erfolgte.

Operationsverstärker

Bisher wurden im Kursus Electronic für Aufsteller nur digital arbeitende ICs besprochen. Neben den digital arbeitenden ICs findet man auch auf den Logic Boards analog arbeitende ICs. Der Unterschied zwischen einem digitalen und einem analogen Signal wurde bereits besprochen (S. 9 ff.)

Analoge ICs findet man zumeist in den Tonstufen von Logic Boards. Dort werden sie eingesetzt, um in der Vorstufe die einzelnen gewünschten Töne und Geräusche zu erzeugen, zu verändern und zu verstärken.

Das Schaltbild eines Operationsverstärkers ist hier abgebildet:



Ein Operationsverstärker besitzt einen invertierenden Eingang, der mit - gekennzeichnet ist und einen nichtinvertierenden Eingang, welcher mit + bezeichnet ist. Der Ausgang ist mit U_A gekennzeichnet. Ein idealer Operationsverstärker besitzt die folgenden Eigenschaften:

Die Differenzverstärkung der Spannung an den Eingängen ist unendlich.

Die Gleichtaktverstärkung ist Null.

Der Eingangswiderstand ist unendlich groß.

Der Ausgangswiderstand ist Null.

Die Frequenzbandbreite ist unendlich.

Offset und Drift sind Null.

Natürlich ist es unmöglich, einen Operationsverstärker mit solchen idealen Eigenschaften herzustellen.

Jeder Operationsverstärker, der auf dem Markt ist und angewendet wird, hat eine Differenzverstärkung, die kleiner ist als unendlich, eine Gleichtaktverstärkung, die größer ist als Null, einen Eingangswiderstand, der kleiner ist als unendlich, einen Ausgangswiderstand, der größer ist als Null, eine Frequenzbandbreite, die kleiner ist als unendlich und eine Offset und Drift, die größer ist als Null.

Notizen:

Jeder Operationsverstärker, der auf dem Markt ist und angewendet wird, hat eine Differenzverstärkung, die kleiner ist als unendlich, eine Gleichtaktverstärkung, die größer ist als Null, einen Eingangswiderstand, der kleiner ist als unendlich, einen Ausgangswiderstand, der größer ist als Null, eine Frequenzbandbreite, die kleiner ist als unendlich und eine Offset und Drift, die größer ist als Null.

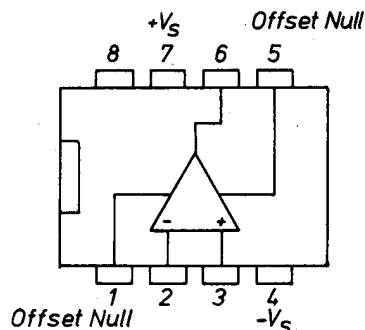
Durch Kompensationsschaltungen lassen sich jedoch bei Anwendungsfällen, bei denen es auf eine hohe Genauigkeit ankommt, nachteilige Eigenschaften in bestimmten Kennlinienbereichen ausgleichen.

Bei den Anwendungen von Operationsverstärkern auf Logic Boards von Spielautomaten werden diese Genauigkeiten nicht benötigt. Deshalb sind meist nur zwei Arten von Operationsverstärkern auf den Logic Boards zu finden. Der LM 741 und der LM 3900.

LM 741 Operationsverstärker

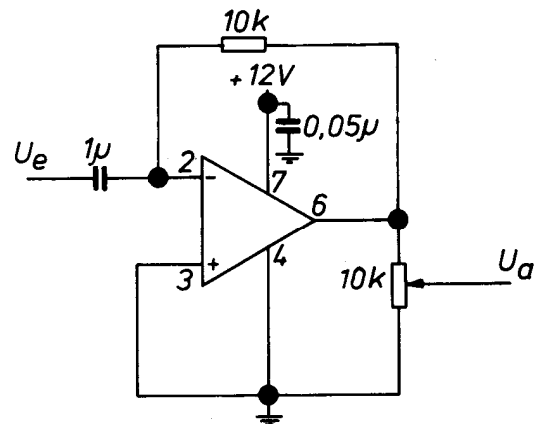
Der LM 741 ist ein vielseitiger Operationsverstärker, der meist als Treiberstufe für den Endverstärker in Tonstufen verwendet wird.

Das Anschlußbild des LM 741 ist hier abgebildet:



Notizen:

Eine Schaltung, in der der LM 741 eingesetzt wird, ist hier abgebildet. Es handelt sich um eine Treiberstufe eines Soundmoduls, das in einem Flipper angewendet wird.



Die Anschlüsse für Offset Null Pin 5 und 1 sind nicht angeschlossen.

Mit dem 10 k Ohm Widerstand zwischen den Pins 2 und 6 wird die Rückkopplung der Stufe und damit die Verstärkung eingestellt.

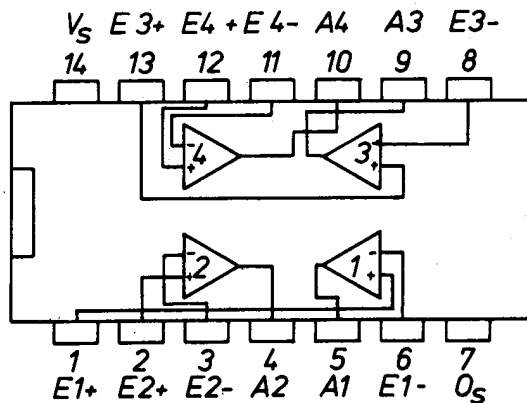
Der 0,05 micro F Kondensator an Pin 7 glättet die Betriebsspannung, um ein Brummen am Ausgang des Verstärkers zu verhindern.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß sehr selten Operationsverstärker ICs defekt sind. Meist sind bei Fehlern in Tonstufen eine falsche Ansteuerung oder defekte Widerstände und Kondensatoren die Fehlerquelle. Deshalb soll hier nicht weiter auf die Fehlersuche an Operationsverstärkern eingegangen werden.

LM 3900 vielfacher Operationsverstärker

Der LM 3900 besteht aus vier, unabhängig voneinander arbeitenden Operationsverstärkern. Der LM 3900 zeichnet sich dadurch aus, daß er intern kompensiert ist, d.h. es sind keine Offset Null-Anschlüsse vorhanden, und nur eine einzige Betriebsspannung wird benötigt, die zwischen +4V und +36V liegt.

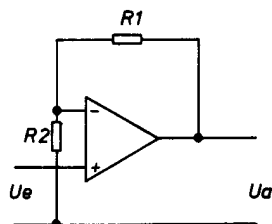
Das Anschlußbild des LM 3900 ist hier abgebildet:



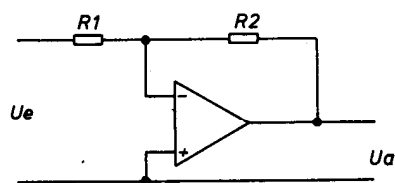
Durch die Eigenschaften, die ein Operationsverstärker besitzt, sind sehr viele Anwendungsfälle gegeben. Alle denkbaren Einsatzmöglichkeiten von Operationsverstärkern aufzählen zu wollen, käme einer Lebensaufgabe gleich.

Aus diesem Grund sollen in diesem Kursus Electronic für Aufsteller nur einige Grundschaltungen aufgeführt werden, die auf den Logic Boards von Spielautomaten eingesetzt werden.

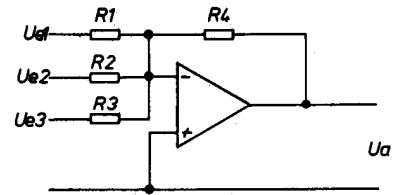
Spannungsfolger



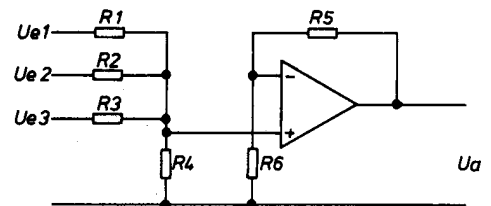
Invertierender Verstärker



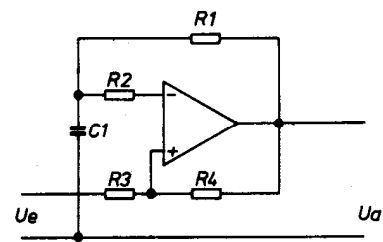
Invertierender Summierverstärker



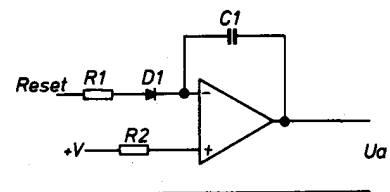
Nichtinvertierender Summierverstärker



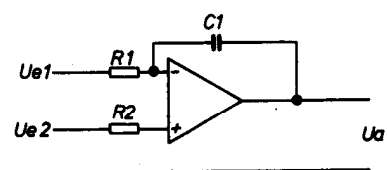
Spannungsgenerator Rechteck



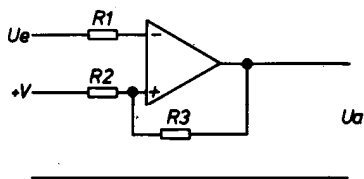
Sägezahn-Spannungsgenerator



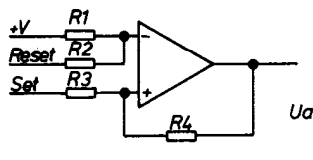
Differenzierintegrator



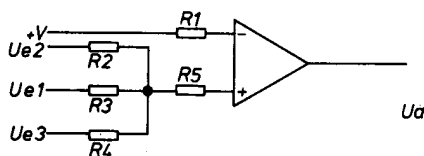
Schmitt-Trigger



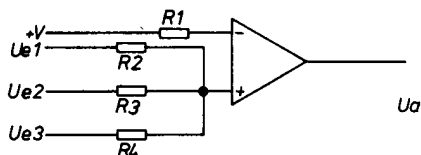
Bi-Stabiler Multivibrator



Und Glied



Oder Glied



Selbstverständlich ist die Auslegung der einzelnen Widerstands- und Kondensatorwerte entscheidend für die Eigenschaften der Schaltung. Um die Grund-

schaltungen so allgemein wie möglich darzustellen, wurde hierbei bewußt auf die Angabe der Widerstands- und Kondensatorwerte verzichtet.

Sollte Interesse an weiteren Einzelheiten über den Einsatz von Operationsverstärkern bestehen, so wird hier das Buch "Integrierte Linear- und Interface-Schaltungen", Grundlagen und Applikationshinweise von Texas Instruments ISBN 3-880 78-005-6, empfohlen.

Mit diesen Ausführungen über Operationsverstärker ist der erste Teil über die Grundlagen der auf Logic Boards verwendeten ICs abgeschlossen. Natürlich konnten nicht alle auf den Logic Boards verwendeten ICs in der Funktion besprochen werden. Dies würde den Rahmen des Kurses Electronic für Aufsteller sprengen.

Einzelheiten über die Funktion der in diesem Kursus nicht besprochenen ICs entnehmen Sie bitte den Datenbüchern von IC Herstellern. Diese Datenbücher sind gegen geringes Entgelt bei Siemens, Valvo, ITT, Texas Instruments, RCA, AMD, National, Motorola, Signetics oder den entsprechenden Distributoren zu beziehen.

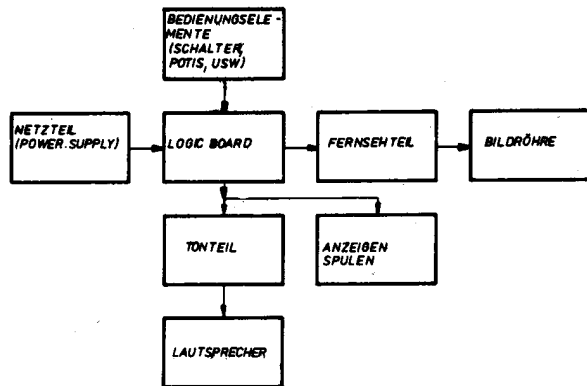
Bei der Bestellung der Datenbücher muß beachtet werden, daß die der Firmen Siemens, Valvo, ITT, Texas Instruments in deutscher Sprache, die Datenbücher der Firmen RCA, AMD, National, Motorola und Signetics in englischer Sprache geschrieben sind.

TV-Geräte - Allgemeiner Aufbau

Nachdem die Grundbegriffe und Grundfunktionen der Digitalelektronik in den bisherigen Folgen des Kurses Electronic für Aufsteller durchgesprochen worden sind, soll nun erstmals das erworbene Wissen theoretisch an einem TV-Gerät angewendet werden.

Notizen:

Bevor mit dem Einstieg in diese Materie begonnen wird, muß der Aufbau des TV-Gerätes und der Aufbau der einzelnen Stufen besprochen werden. In der folgenden Abbildung ist der Aufbau eines TV-Gerätes in einem Funktionsblockdiagramm, einem sogenannten Blockschaltbild, dargestellt.



Die einzelnen Blöcke haben die folgende Funktion: Das Netzteil, in den Schaltplänen und amerikanischen Unterlagen meist mit Power Supply bezeichnet, besteht aus dem Netzteil, den Gleichrichtern, einigen Siebkondensatoren und den für die erforderlichen Betriebsspannungen benötigten Spannungsstabilisatorbauteilen. Das Netzteil liefert die Spannungen, die vom Logic Board der Tonstufe und teilweise auch den Lampen benötigt werden. Der Aufbau und die Wirkungsweise eines Netzteils wird noch ausführlich beschrieben.

Das Logic Board erzeugt mit Hilfe von verschiedenen IC's und anderen Bauteilen das Spiel selbst. Die Erklärung der Funktion des Logic Boards wird den größten Raum in der Beschreibung der Funktion eines TV-Gerätes einnehmen. Bevor aber hiermit begonnen wird, ist es sinnvoll, die Funktion der anderen Stufen des TV-Gerätes zu erläutern.

Mit Hilfe von Bedienungselementen, die der Spieler betätigt, werden die Eingangssignale des Logic Boards und damit der Spielablauf beeinflusst. Bedienungselemente sind Münzschalter, Kontakte, Potentiometer, Lichtschranken und andere Bauteile. Diese Art von Bauteilen wurde bereits in den bisherigen Folgen dieses Lehrgangs ausführlich beschrieben.

Das Logic Board liefert das Eingangssignal für das Fernsehteil. Das Fernsehteil verstärkt das vom Logic Board gelieferte Signal und gibt es auf die Bildröhre. Gleichzeitig werden vom Fernsehteil die Ablenkspannungen erzeugt, mit denen der Elektronenstrahl der Bildröhre abgelenkt wird. Als Abfallprodukt aus den Ablenkspannungen wird die Anodenhochspannung der Bildröhre

gewonnen. Die Funktion des Fernsehteils wird ebenfalls an einem Blockschaltbild erläutert werden.

Vom Logic Board werden außerdem verschiedene Signale für die Tonerzeugung ausgegeben. Diese Signale sind die Auslösesignale für die verschiedenen Töne, die das Gerät unter bestimmten Voraussetzungen während oder nach dem Spiel erzeugt. Dieses Signal wird verstärkt und verformt und an den Lautsprecher gelegt.

Bei manchen Geräten liefert das Logic Board außerdem noch Signale, mit denen unter bestimmten Voraussetzungen während oder nach dem Spiel Lampen zum Aufleuchten oder Spulen zum Anziehen gebracht werden. Diese Lampen oder Spulen werden meist über Transistoren oder Thyristoren angesteuert.

Aufbau und Funktion eines Netzteils:

Ein Netzteil hat, wie bereits beschrieben, die Aufgabe, die für den Betrieb des Gerätes erforderlichen Spannungen zu erzeugen. Die Funktion eines Netzteils soll am Beispiel eines Netzteils erklärt werden, das in einem TV-Gerät eingebaut ist und mit einem 8080 Microprozessor auf dem Logic Board arbeitet. Das Gesamtschaltbild des Netzteils ist in der September-Fortsetzung des Kurses Electronic für Aufsteller abgebildet.

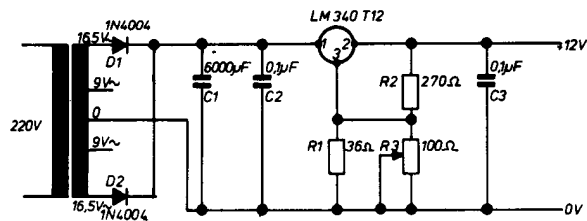
Das Netzteil liefert die folgenden Spannungen: + 12 V, + 5 V, - 5 V. Diese Spannungen sind stabilisiert und werden für die Spannungsversorgung des Microprozessors und der anderen auf dem Logic Board angebrachten IC's benötigt. Eine Stabilisierung dieser Spannungen ist deshalb erforderlich, da schon Spannungsschwankungen von mehr als $\pm 0,25$ V zu Fehlfunktionen der IC's und damit des gesamten Gerätes führen können. Es werden weiterhin eine unstabilisierte, pulsierende Gleichspannung von 14 V und eine unstabilisierte, pulsierende Gleichspannung von 14 V und eine unstabilisierte, gesiebte Gleichspannung von 20 V erzeugt. Die ungesiebte, pulsierende Gleichspannung von 14 V wird benutzt, um Anzeigelampen zu betreiben, die bei manchen Geräten eingebaut sind. Von der unstabilisierten, gesiebten Gleichspannung von 20 V wird die Tonausgangsstufe des Logic Boards versorgt.

Weiterhin wird vom Netzteil beim Einschalten des Gerätes ein Resetimpuls erzeugt, der den Microprozessor zurücksetzt.

Notizen:

Die einzelnen Spannungen, die das Netzteil liefert, werden wie folgt erzeugt:

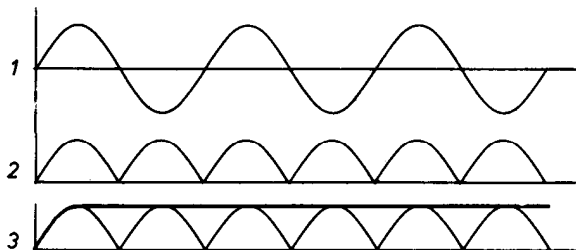
+ 12 V stabilisierte Betriebsspannung



Der Teil der Schaltung, der die + 12 V erzeugt, ist hier abgebildet. An der Primärseite des Transformators liegt eine Wechselspannung von 220 V an. Auf der Sekundärseite ist eine Wicklung mit insgesamt 5 Anzapfungen angebracht. Eine Mittelanzapfung und je zwei 9 V und 16,5 V Wechselspannungsabgriffe. Der Teil der Schaltung, der an die 9 V Wechselspannungsabgriffe angeschlossen ist, bleibt für die Erklärung der Funktion des + 12 V Stabilisatorteils unberücksichtigt und ist deshalb nicht eingezeichnet.

Die Dioden D1 und D2 richten die Wechselspannung gleich. Der Elko C 1 siebt die pulsierende Gleichspannung, die von den Dioden D1 und D2 geliefert wird und erzeugt dadurch eine fast saubere Gleichspannung.

In der folgenden Abbildung sind die einzelnen Spannungskurven abgebildet:



Notizen:

Abbildung 1 zeigt den Verlauf der Wechselspannung. Abbildung 2 zeigt eine pulsierende Gleichspannung. Diese Spannung steht an den Katoden der Dioden D1 und D2 an, wenn der Elko C1 und der Kondensator C2 nicht angeschlossen sind. Abbildung 3 zeigt den Spannungsverlauf an den Katoden von D1 und D2.

Die fette Linie zeigt den Spannungsverlauf mit dem angeschlossenen Elko C1 und Kondensator C2, die dünne Linie ohne angeschlossenen Elko C1 und Kondensator C2.

Der Elko C1 hat eine Kapazität von 6000 micro Farad. Direkt parallel zu C1 liegt der Kondensator C2 mit einer Kapazität von 0,1 micro Farad. Aus welchem Grund werden der Elko C1 und der Kondensator C2 direkt parallel geschaltet?

Überprüfen wir die 1. Möglichkeit: Der Elko C1 und der Kondensator C2 wurden deshalb parallel geschaltet, um die Gesamtkapazität zu erhöhen, mit der die pulsierende Gleichspannung gesiebt wird, die an der Katode der Dioden D1 und D2 ansteht; denn mit größer werdender Kapazität wird auch die Siebung der Gleichspannung besser und die Brummspannung geringer. Die Gesamtkapazität wird nach der Formel

$$C_{\text{ges}} = C_1 + C_2 = 6000 \text{ micro F} + 0,1 \text{ micro F} = 6000,1 \text{ micro F}$$

berechnet.

Aus dem Ergebnis läßt sich ableiten, daß die Gesamtkapazität nur in sehr geringem Umfang durch den Kondensator C2 vergrößert wird. Also kann die Erhöhung der Gesamtkapazität nicht der Grund für das Parallelschalten von C1 und C2 sein.

Das Parallelschalten von einem Elko mit großer Kapazität und einem Kondensator mit kleiner Kapazität hat einen anderen Grund:

Elkos - dies ist die Abkürzung für Electrolyt-Kondensatoren - sind meist gewickelte Kondensatoren. Eine Metallfolie wird hierbei aufgewickelt und von einem Metalltopf umgeben. Durch das Aufwickeln der Metallfolie entsteht eine kleine Induktivität. Diese kleine Induktivität führt dazu, daß niederfre-

quente Spannungen (0 - einige tausend Hertz) durch diese Art von Kondensatoren geglättet werden, hochfrequente Spannungen jedoch nicht. Aus diesem Grunde wird bei jedem Netzteil parallel zu einem Elko ein Scheibenkondensator mit einer Kapazität von ca. 0,1 micro Farad parallel geschaltet, der die hochfrequenten Spannungen glätten soll. An Pin 1 des Spannungsstabilisators LM 340 T 12 steht eine gesiebte Gleichspannung von ca. 23 V an.

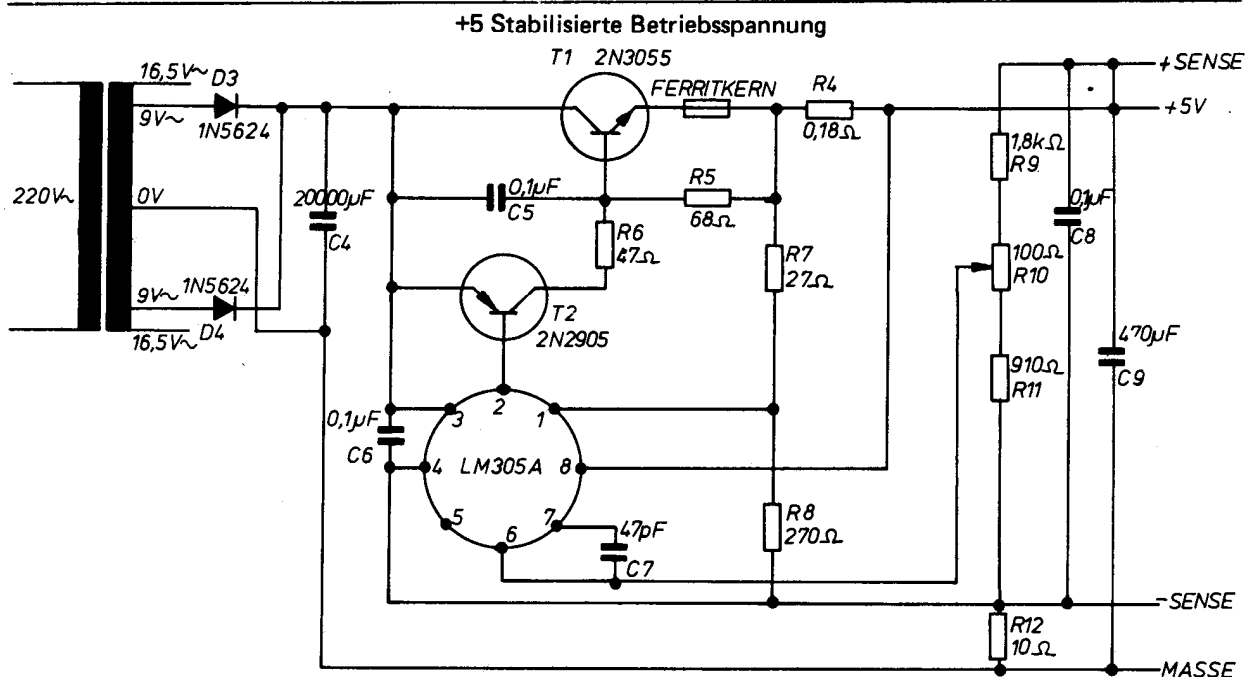
Dieser Spannungswert ergibt sich aus dem Effektivwert von 16,5 V Wechselspannung der durch den Siebelko C1 auf eine Spannung von 23 V erhöht wird.

Der LM 340 T 12 regelt diese Spannung auf einen Wert von 12 V am Ausgang herunter. Der LM 340 T 12 hat eine interne thermische Überlastsicherung und benötigt für die Einstellung der Spannung von 12 V am Ausgang keine weitere Widerstandsbeschaltung. Da aber bei diesem Gerät zwischen dem Netzteil und dem Logic Board relativ große

Entfernungen liegen, sind die Spannungsabfälle auf der Leitung sehr groß. Damit am Logic Board eine Spannung von + 12 V auch ankommt, muß deshalb vom Netzteil eine höhere Spannung als + 12 V erzeugt werden. Aus diesem Grund ist der Spannungsteiler R1, R2 und R3 in die Schaltung eingebaut. Durch Verstellen des Potentiometers R3 kann die vom LM 340 T 12 gelieferte Spannung so verändert werden, daß trotz der auf der Leitung auftretenden Spannungsabfälle eine Spannung von + 12 V am Logic Board ansteht.

Der LM 340 T 12 liefert einen maximalen Strom von 1A und besitzt außerdem eine interne Kurzschlußstrombegrenzung, die auch bei einem Kurzschluß nur einen Strom von 1A zuläßt.

Der Kondensator C3, 0,1 micro Farad am Ausgang der Schaltung, ebenfalls wie der Kondensator C1 ein Keramik-Scheibenkondensator, hat die Aufgabe, eventuell auftretende Störspannungen kurzzuschließen.



Der Teil der Schaltung, der die +5V erzeugt, ist auf Seite 2 abgebildet. Die Wechselspannung wird auf der Sekundärseite von den 9V Anzapfungen und der Mittelanzapfung des Transformators abgegriffen. Die Gleichrichtung der Wechselspannung erfolgt durch die Dioden D3 und D4. Die Siebung der pulsierenden Gleichspannung übernimmt der Elko C4.

Bitte beachten Sie, daß in diesem Fall nicht direkt parallel zu C4 der Keramik Kondensator C6 geschaltet ist, der hochfrequente Spannungen glätten soll. Diese Funktion erfüllt C6.

Die +5V Stabilisierungsschaltung besteht aus den Transistoren T1 und T2 sowie dem Regulator IC

LM 305 A. Der Transistor T1 (2N3055) ist der Längstransistor, dessen Kollektor an der gesiebten Gleichspannung liegt und an dessen Emitter die stabilisierte +5V Gleichspannung ansteht. Der Transistor T2, der Sollwertgeber, übernimmt Stromverstärkungsaufgaben. Dies ist deshalb notwendig, weil der LM 305 A nur einen Steuerstrom von maximal 45 mA liefert. Dieser Strom reicht nicht aus, um den Transistor T1 mit dem erforderlichen Basisstrom zu versorgen. Das Regulator IC LM 305 A ist ein häufig eingesetztes Bauteil. Die einzelnen Anschlußpins haben die folgende Belegung: Pin 1-Strombegrenzungseingang, Pin 2-Regulatorausgang, Pin 3-Eingang der unregulierten Spannung, Pin 4-Masse, Pin 5-Vergleichseingang, Pin 6-Rückkoppelungseingang, Pin 7-

Kompensationseingang, Pin 8-Eingang der regulierten Ausgangsspannung.

In der hier besprochenen Schaltung ist der Strombegrenzungseingang Pin 1 über R7 an die eine Seite von R4 angeschlossen. An der anderen Seite von R4 ist direkt Pin 8-Eingang der regulierten Ausgangsspannung angeschlossen. Sinkt die Spannung am Pin 8 vom LM 305 A, wird der Strom am Ausgangs Pin 2 derart verändert, daß der Widerstand der Kollektor-Emitterstrecke von T1 kleiner wird, und so wieder die gewünschte Spannung an Pin 8 ansteht. Über den Spannungsunterschied zwischen Pin 1 und Pin 8 des LM 305 A wird der Strom kontrolliert, der zur Zeit durch den Widerstand R 4 fließt. Ist der Spannungsunterschied zwischen Pin 1 und Pin 8, hervorgerufen durch einen zu großen Strom der durch den Widerstand R4 fließt, zu groß, regelt der LM 305 A über T2 den Basisstrom des Transistors T1 und damit den Emitter-Kollektorstrom dieses Transistors herunter. Dies hat den Vorteil, daß bei einem Kurzschluß auf der +5V Leitung der Transistor T1 nicht zerstört wird. An Pin 3 liegt die unregulierte Spannung an, die ebenfalls am Kollektor von T1 steht. Pin 4 liegt an der -Sense-Leitung und damit über den 10 Ohm Widerstand R12 an Masse. Pin 4 des LM 305 A liegt nicht direkt an Masse, damit bei der Regelung Spannungsabfälle, die auf der Leitung zwischen dem Netzteil und dem Logic Board auftreten, nicht zu einer Verfälschung der Regelung führen. Der Vergleichseingang Pin 5 ist bei dieser Schaltung nicht belegt. Der Rückkopplungseingang Pin 6 liegt an dem Poti R10, mit dem die Höhe der vom Netzteil gelieferten Spannung eingestellt wird. Pin 7 ist der Kompensationseingang für den Rückkopplungseingang Pin 6.

Zwischen Pin 6 und Pin 7 liegt C7, der die Rückkopplungsspannung siebt.

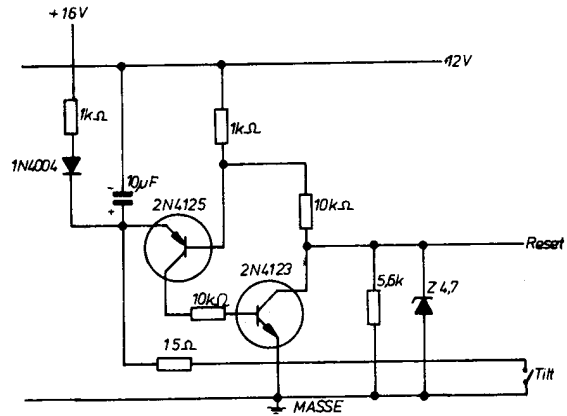
Der Kondensator C5 gleicht kurzzeitige Schwankungen auf der gesiebten Gleichspannung aus, die am Kollektor von T1 ansteht.

Die übrigen Kondensatoren und Widerstände führen Sieb- bzw. Spannungsteilerfunktionen aus.

Der Ferritkern, der an der Emitterleitung vom 2N 3055 liegt, hat die Aufgabe, Schwingneigungen im hohen Frequenzbereich zu unterdrücken.

Die -5V Stabilisierungsschaltung soll hier nicht näher besprochen werden, da sie von der Bauteilfunktion her identisch ist mit der +12V Stabilisierungsschaltung, die ausführlich behandelt wurde.

Desweiteren ist eine Resetimpulsschaltung auf dem Power Supply zu finden. Die Schaltung dieser Reset-schaltung ist hier abgebildet:



ERZEUGUNG DES RESETIMPULSES

Der Resetimpuls wird bei jedem Einschalten des Gerätes und jedem Betätigen des Schlagschalters an der Kassentür erzeugt. Durch den Resetimpuls wird das Microprozessorsystem auf "0" gesetzt, d.h. der gesamte Speicherinhalt der RAM's wird gelöscht.

Der Resetimpuls wird durch eine einfache Schaltung auf dem Power Supply erzeugt.

Beim Einschalten des Gerätes ist der 10microF Elko, der parallel zu der Basis-Emitterstrecke des 2N4125 liegt, entladen. Über den 1kOhm Widerstand in der Basisleitung des Transistors 2N4125 lädt sich der Elko auf. Während des Aufladevorgangs ist die Basis des 2N4125 positiver als der Emitter und der Transistor sperrt. Gleichzeitig sperrt auch der 2N4123. Dadurch steht am Resetausgang ein High-Signal von ca. 3V.

Nachdem der 10microF Elko aufgeladen ist, beginnt der 2N4125 zu leiten und schaltet den 2N4123 durch. Dadurch steht am Resetausgang ein Low-Signal von ca. 1V.

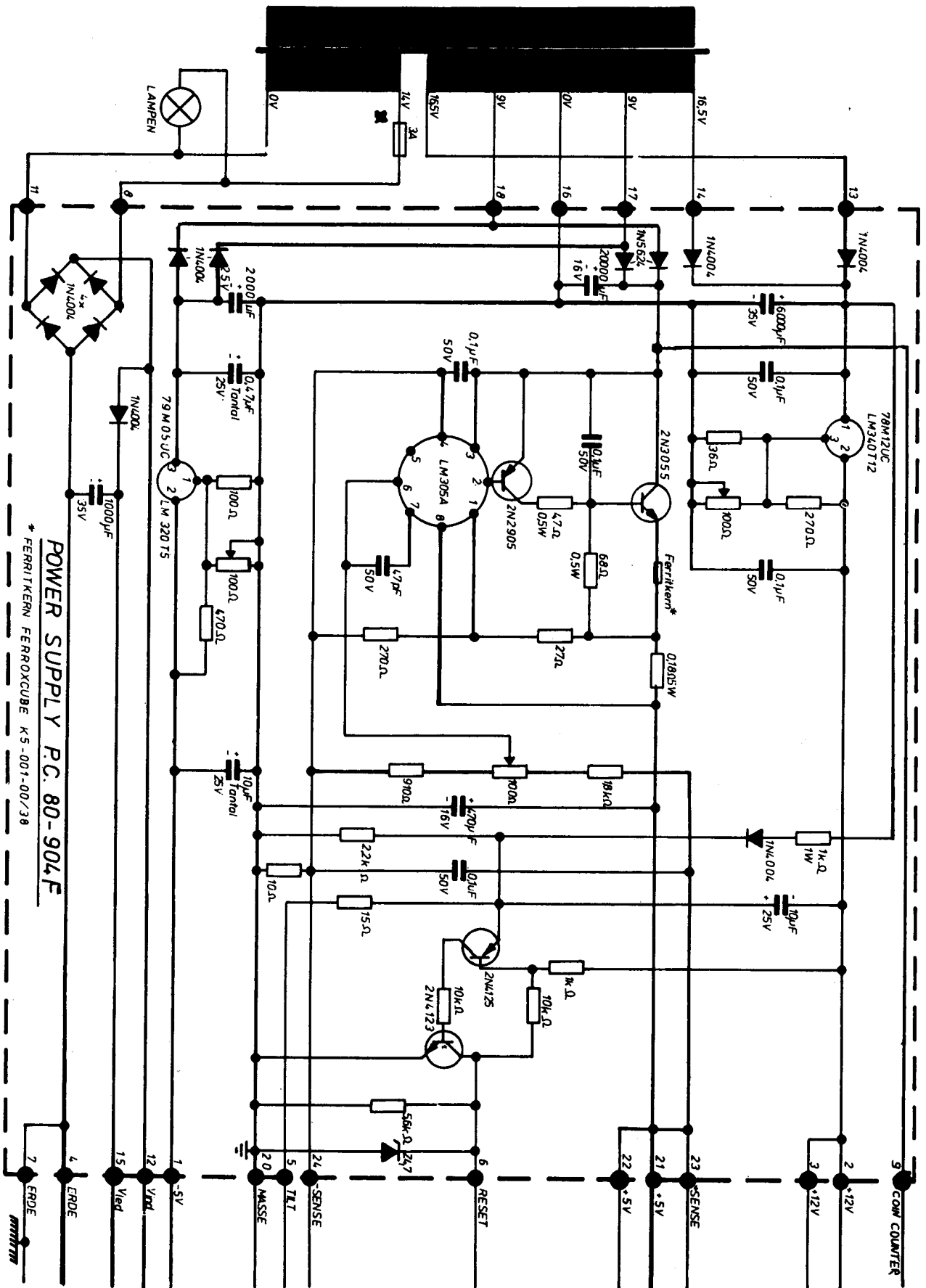
Das Gerät ist nun spielbereit.

Der Resetimpuls kann auch während des Betriebes des Gerätes durch betätigen des Tiltkontaktes erzeugt werden. Beim Schließen des Tiltkontaktes wird der Emitter des Transistors 2N4125 über 15 Ohm an Masse gelegt. Der Transistor sperrt. Dadurch ist der Basisstrom des 2N4123 "0" und der Resetimpuls von ca. 3V steht am Resetausgang.

Wird der Tiltkontakt geöffnet, steuern die Transistoren 2N4125 und 2N4123 durch. Am Reset-ausgang steht eine Spannung von ca. 1V an.

Die 4,7V Z-Diode begrenzt die Spannung, die auf die Resetleitung gegeben wird.

Die Gesamtschaltung des Netzteiles ist auf Seite 60 abgebildet.



Monitor

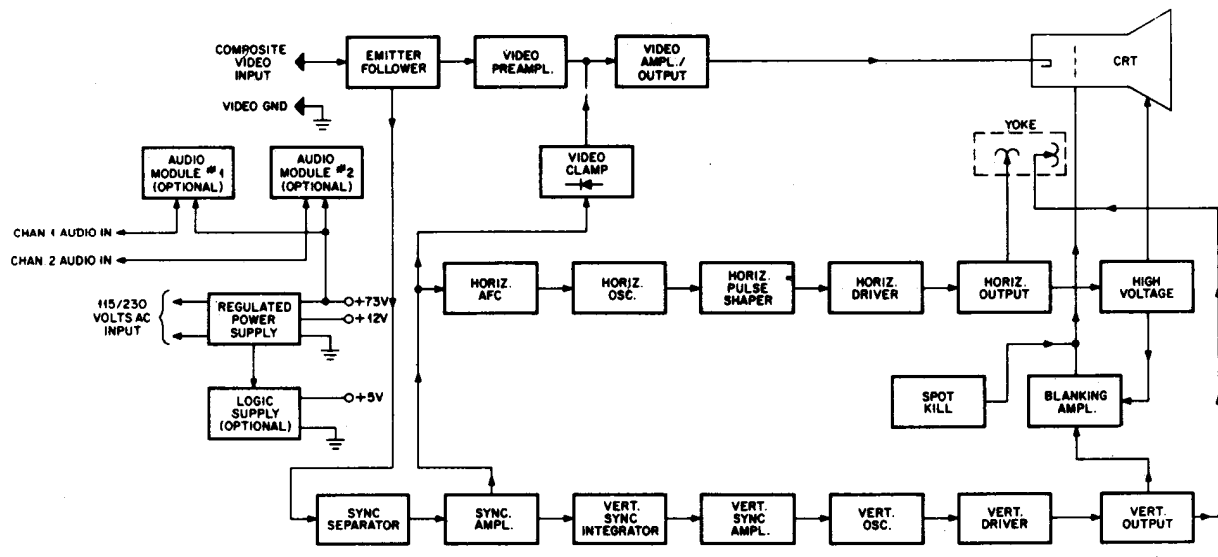
Wie bereits schon einmal in diesem Kursus "Elektronik für Aufsteller" erwähnt wurde, besteht ein TV-Gerät aus dem Netzteil, dem Logic Board und dem Monitor. Das Netzteil wurde an Hand eines Beispiels in den letzten Folgen besprochen. Bevor mit der Erklärung des Logic Boards begonnen wird, muß erst der Aufbau eines Monitors besprochen werden. Dies ist deshalb notwendig, weil erst aus der Funktion des Monitors und aus der Signalform, die dem Monitor zugeführt wird, die Zusammensetzung des Video Signals verstanden werden kann.

Bei dem Monitor, der hier besprochen wird, handelt es sich um einen Monitor der Motorola Serie M-

7000-155. Diese Erklärung ist deshalb typbezogen, weil der M-7000-155 bis vor kurzer Zeit am häufigsten von amerikanischen Herstellern in TV-Geräten verwendet wurde. Alle anderen verwendeten Monitore sind im Aufbau mehr oder weniger mit dem M-7000-155 verwandt, sodaß ohne weiteres die Funktion der einzelnen Schaltungsteile miteinander verglichen werden kann.

Beim folgenden Text handelt es sich um eine Übersetzung der Motorola Publikation 68P25253A47. Aus dieser Publikation sind auch die im Text abgedruckten Abbildungen entnommen.

Aus dem folgenden Blockschaltbild geht das Prinzip des Monitoraufbaues hervor.



Block Diagram

Netzteile

Das Netzteil ist mit einem Transformator bestückt, der Eingangswechselspannungen zwischen 103V und 130V oder 206V und 260V auf die für die angeschlossenen Regelstufen erforderlichen Eingangsspannungen heruntertransformiert. Diese Spannung wird durch einen Brückengleichrichter gleichgerichtet und auf die Regelstufen gegeben. Die Regelung

der Ausgangsspannung wird mit Hilfe einer positiven Rückkopplung auf die Referenz-Verstärker ICs erreicht.

+73V Spannungserzeugung (siehe Abb. 1)

Wenn die +73V Spannung ansteigt, steigt auch die Spannung an Pin 3 des IC1 an. Die Spannung an

Notizen:

IC 201 zurück. Dies verändert den ausgeglichenen Zustand an den Eingängen des Referenz-Verstärker ICs. Dadurch steigt die Spannung am Ausgang von IC 201 und die Spannung an der Basis von Q202. Dieses verursacht nun eine Zunahme der Verstärkung von Q202; die Spannung an der Basis von Q201 steigt an. Gleichzeitig nimmt auch der Basisstrom von Q201 zu und der Spannungsabfall über der Kollektor-Emitterstrecke dieses Transistors ab. Dadurch steigt die Spannung auf der +5V Leitung.

Der Kondensator C201 ist der Siebelko für die, durch

den Brückengleichrichter D201, gleichgerichtete Wechselspannung. Der Widerstand R201 ist ein Spannungsteiler, der die Basisspannung für den Transistor Q202 liefert. Die Widerstände R202 und R203 stellen die Operationsspannung für das IC 201 ein. R205 liefert den erforderlichen Strom für die Z-Diode D202.

Die Z-Diode D202 erzeugt eine konstante Referenzspannung für Pin 3 von IC 201. Der Kondensator C202 ist ein Miller-Effekt-Kondensator, welcher Instabilität beseitigt. Mit R206 wird die +5V Vorspannung für Pin 2 des IC 201 eingestellt.

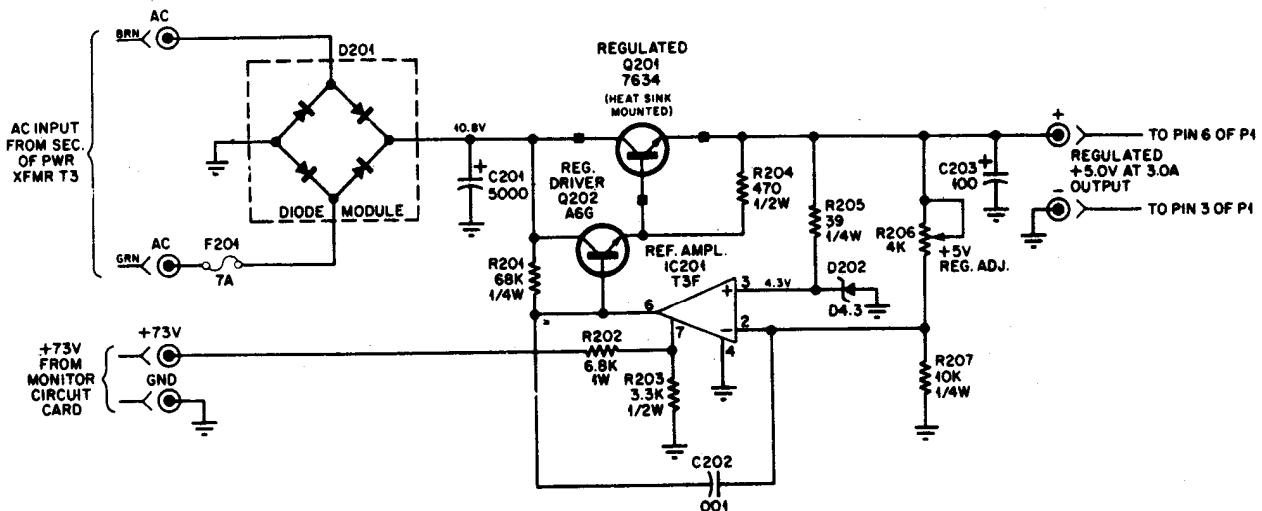


Abbildung 2

Video-Verstärkung und Ausgang (siehe Abb. 3)

Das zusammengesetzte Videosignal wird über die Eingangssteckverbindung P1 und den Kondensator C1 auf die Basis des Emittierfolgers Q1 gekoppelt. Der Transistor Q1 ist eine Verbindungsstufe, die die Impedanz der Videosignalquelle (Logic Board) an die Videovorverstärkerstufe und die Synchronimpulsabtrennstufe anpaßt. Der Widerstand R1 stellt den Ausgangswiderstand für die Videosignalquelle dar. Die Widerstände R2, R3, R4 und R5 stellen die erforderlichen Vorspannungen für diese Stufe ein. Der Kondensator C2 schließt hohe Video-Frequenzen nach Masse kurz. Das zusammengesetzte Video-Signal wird vom Emitter des Q1 über den Kondensator C33 an die Synchronimpulsabtrennstufe geleitet und durch den Kondensator C47 auf das Kontrastpotentiometer R6 gelegt.

Mit dem Kontrastpotentiometer wird die Amplitude des Videosignals verändert, welches durch den Kondensator C3 auf die Basis des Transistors Q2 gelegt

wird. Q2 und Q3 sind Komplementär-Transistoren, die direkt gekoppelt sind und in Emitterschaltung betrieben werden. Die Spannungsverstärkung beträgt ungefähr 12 und wird durch die Werte der Widerstände R9, R10, R11 und R12 bestimmt. Mit den Widerständen R7 und R8 wird die Basisspannung des Transistors Q2 eingestellt. Der Kondensator C48 wird für hochfrequente Spannungsspitzen benutzt. Die Ausgangsspannung der Video-Vorverstärkerstufe (im Schaltplan mit VIDEO PREAMP gekennzeichnet) wird über C4 an die Video Endstufe (im Schaltplan mit VIDEO OUTPUT gekennzeichnet) gekoppelt. Die Diode D2 begrenzt die Höhe der Synchronimpulse an der Basis von Q11 auf ungefähr +0,7V. Die Video-Endstufe wird als Kaskadenschaltung betrieben. Der Transistor Q4 wird in Emitterschaltung und Q5 in Basisschaltung betrieben. Die Kondensatoren C7 und C8 sowie der Widerstand R16 dienen dazu, Linearitätsfehler bei der Verstärkung hoher Frequenzen auszugleichen.

Die Diode D22 dient zur Temperaturkompensation.

Notizen:

Mit R18 wird der Verstärkungsfaktor dieser Stufe auf ungefähr 47 eingestellt. Die Diode D3 stellt die Basisspannung des Transistors Q5 auf ca. +6,2V ein, während der Kondensator C5 die dem Video-signal überlagerten Schwingungen der Basisleitung filtert (nach Masse kurzschließt). R 13 stellt eine Vorspannung für die Diode D2 ein. R 19 und D4 begrenzen den Strom der durch die Bildröhre fließt und stellen somit die Strahlstrombegrenzung dar. Der Kondensator C10 koppelt die Video-wechselspannung an die Katode der Bildröhre, wenn

durch einen hohen Strom, der durch die Bildröhre fließt, die Diode D4 nicht-leitend geworden ist. Der Widerstand R17 stellt den Arbeitswiderstand für den Transistor Q5 dar. R15 liefert den Strom für die Z-Diode D3. Die Kondensatoren C9 und C6 filtern Video-Frequenzen, die sich auf den +12V und +150V Gleichspannungsleitungen befinden, heraus (schließen diese nach Masse kurz). Der Widerstand R14 und die Z-Diode D1 werden benutzt, um die +12V Betriebsspannung für die Transistoren Q1, Q2 und Q3 zu liefern.

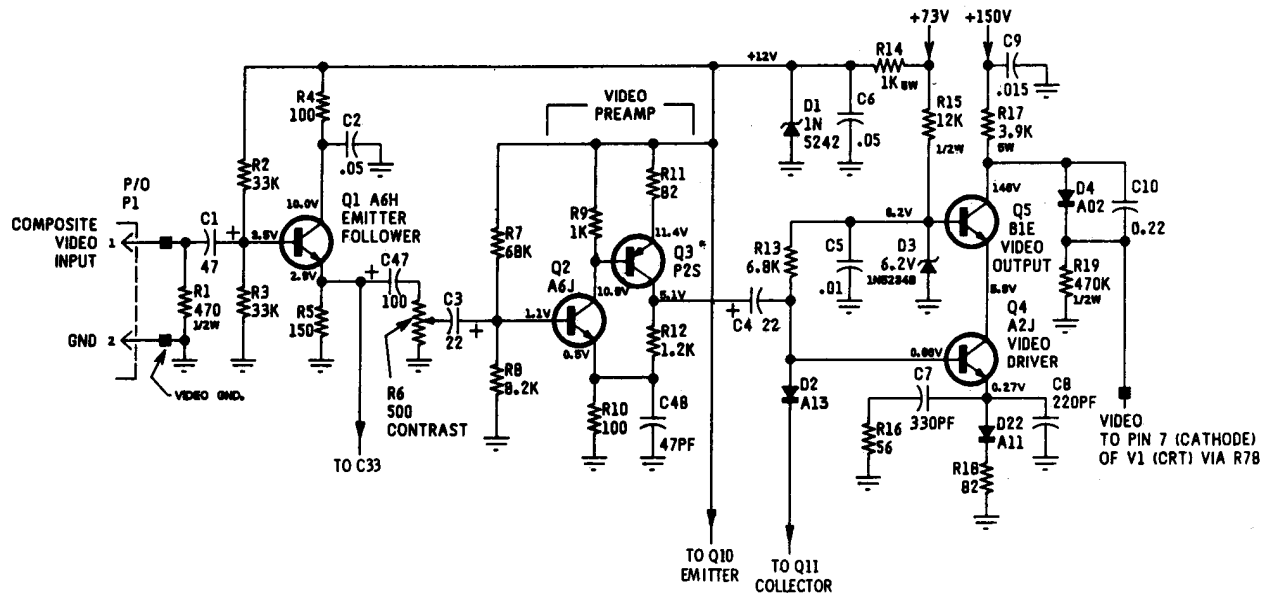


Abbildung 3

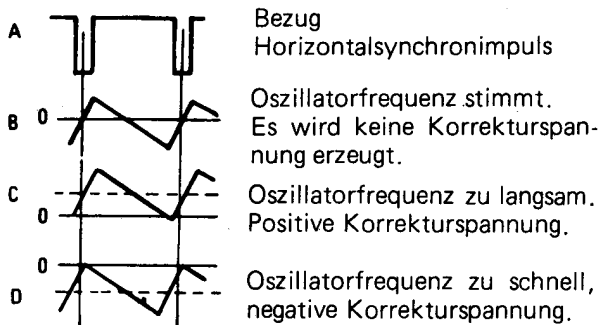
Horizontale Ablentschaltung (siehe Abb. 4)

Phasenvergleich

Die Phasenvergleichsschaltung besteht aus den Dioden D5 und D6, deren Katoden verbunden sind und an den Eingang der Schaltung angeschlossen sind. Zwei Eingangssignale werden benötigt, um das gewünschte Ausgangssignal zu erzeugen: Ein Eingangssignal wird vom Horizontalsynchronimpuls-Verstärker Q11 geliefert, das andere Signal von der Horizontal-Endstufe Q9. Die Ausgangsspannung der Phasenvergleichsschaltung muß die notwendige Polarität und Amplitude haben, um Phasendifferenzen zwischen den horizontalen Synchronimpulsen und der Schaltung auszugleichen, die die Zeitbasis für die Horizontalablenkung liefert. Vom Kollektor des Horizontal-Endstufentransistors Q9 wird das Signal durch den Widerstand R24 und den Kondensator C12 zu einem Sägezahnimpuls integriert. Während des Horizontal-Signalimpulses sind die Dioden D5 und D6 leitend, wodurch der Kondensator C12 an Masse liegt. Dies schließt auch die Sägezahnspannung, die an C12 ansteht, nach Masse kurz. Ist die Horizontal-Zeitbasis in einer Phase mit dem Synchronimpuls (Impulsform A), trifft er während des Nulldurchganges auf die Sägezahnspannung. Der Kondensator C12 wird hierdurch nicht aufgeladen (Impulsform B). Liegt der Horizontal-Oszil-

latorimpuls phasenverschoben hinter dem Synchronimpuls, wird der Sägezahnimpuls an einem Punkt negativ zur Nulllinie an C12 kurzgeschlossen. Dadurch erhält der Kondensator C12 eine positive Ladung (Impulsform C). Durch diese positive Polarität wird der Horizontaloszillator beschleunigt und somit der Phasenunterschied ausgeglichen. Trifft der Synchronimpuls andererseits verfrüht auf den Sägezahnimpuls, wird der Kondensator C12 kurzgeschlossen, wenn der Sägezahnimpuls positiv vom Nulldurchgang ist. Hieraus ergibt sich eine negative Aufladung von C12. Dies ist die richtige Polarität um den Horizontal-Oszillator zu verlangsamen (Impulsform D). Die Bauteile R23, C15, R25 und C17 bilden den Phasendetektorfilter. Die Bandbreite dieses Filters wurde so gewählt, daß die Korrektur des Horizontal-Oszillators ohne Vor- und Nachlauf vor sich geht. Der Kondensator C13 paßt den Phasendetektor an, sodaß das Bild genau in der Bildschirmmitte einrastet.

Notizen:



Horizontal-Oszillator

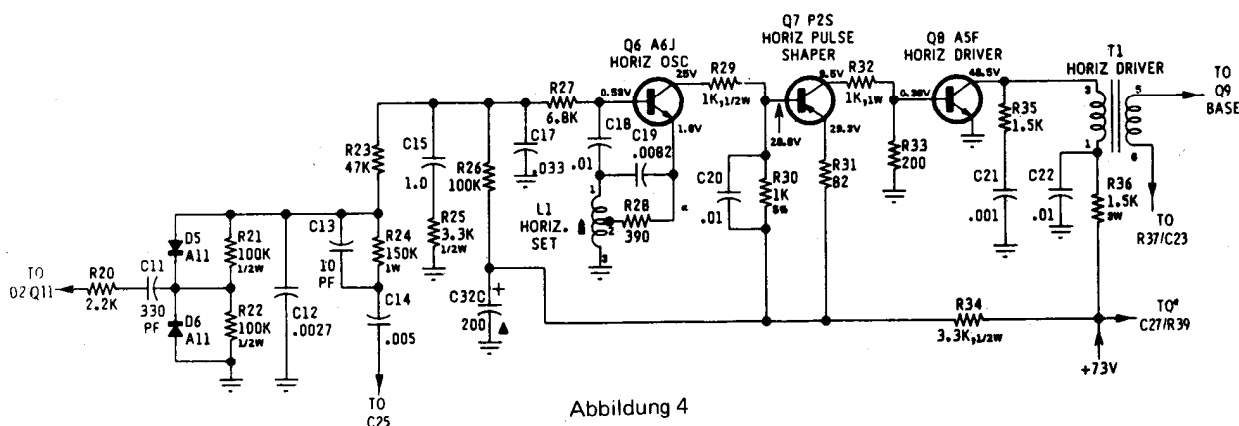
Der Horizontal-Oszillator ist nach dem Prinzip des Hartley Oszillators aufgebaut. Die Frequenz, mit der der Hartley Oszillator schwingt, ist abhängig von der Eingangsgleichspannung. Auf diese Weise ist es möglich, die Frequenz des Oszillators durch die vom Phasenvergleich gelieferte Gleichspannung zu verändern. Die Bauteile, die hauptsächlich die Grundfrequenz des Oszillators bestimmen, sind L1, C19 und R28. Der Oszillator arbeitet im Schalterbetrieb und wird dabei abwechselnd in den Sättigungsbereich gesteuert und wieder ausgeschaltet. Die Spannung, die im Einschaltaugenblick für die 1. Schwingung benötigt wird, kommt über R26.

Horizontale Impulsformer und Treiber

Der Horizontal-Impulsformer Q7 dient als eine Treiberstufe zwischen dem Horizontal-Oszillator und Treiber. Der Kondensator C20 und der Widerstand R30 stellen eine RC-Kombination dar, die die Eingangsimpulse in die benötigten Signale mit einer Impulspause von 50 % umformt, welche benötigt wird, um die Horizontalendstufe auszusteern.

Der Horizontaltreiber Q8 arbeitet als Schalter, um den Transistor Q9 der Horizontal-Endstufe über den Transformator T1 anzusteuern. Auf Grund der kleinen Impedanz der Treiberstufe und den schnellen Schaltzeiten ist die Verlustleistung von Q8 sehr gering.

Der Widerstand R35 und der Kondensator C21 haben die Aufgabe, die in der Primärwicklung T1 entstehende Induktionsspannung im Abschaltaugenblick von Q 8 zu unterdrücken. Der Widerstand R36 begrenzt den Strom, der durch den Kollektor von Q8 fließt. C22 filtert von der Horizontal-Endstufe hervorgerufene Spannungsschwankungen auf der Primärseite von T1.



Notizen:

Die Widerstände R45 und R46 erzeugen die Vorspannung für Q11. Das zusammengesetzte Synchronsignal wird durch Q11 verstärkt und invertiert. Danach wird es auf den vertikalen Synchron-Integrator Q12, den horizontalen Phasendetektor und die Videobegrenzungsdiode D2 gegeben. Die Widerstände R47, R48 und R43 bilden den Kollektorwiderstand für Q11 und erzeugen gleichzeitig die Vorspannung für Q12. Der Widerstand R50 begrenzt den Basisstrom des Transistors Q12. R51 stellt den Kollektorwiderstand für Q12 dar. Die Bauteile R52, C34, R53, C35 und R54 bilden einen doppelten Integrator, der die Horizontalsynchronimpulse vom zusammengesetzten Synchronsignal trennt. Die Vertikalsynchronimpulse werden vom Transistor Q13 verstärkt und dem Vertikaloszillator zugeführt.

Vertikaloszillator und Endstufe (siehe Abb. 7)

Der Vertikaloszillator besteht aus einer Kippstufe, die eine freischwingende Frequenz erzeugt. Die Frequenz wird durch den Wert der Widerstände R56 und R57 bestimmt. Die Reihenschaltung der Kondensatoren C37 und C38 wird über die Bau-

teile D14, R61 und R60 aufgeladen, bis D12 durchschaltet. Dies geschieht, wenn die Anodenspannung der Diode D12 die Gate Spannung um ungefähr ein Volt übersteigt. C37 und C38 werden durch D12 auf fast Null Volt entladen. Danach sperrt D12 und der Vorgang wiederholt sich aufs Neue. Der Widerstandswert von R61 und die Einstellung von R60 bestimmen die Amplitude der Spannung.

Die Diode D14 vergrößert den Spannungsunterschied zwischen der Basis des Transistors Q14 und Masse und gleicht damit den Spannungsunterschied aus, der durch den Spannungsabfall auf der Basis-Emitterstrecke entsteht. D13 kompensiert temperaturbedingte Verstärkungsschwankungen der Endstufe. Der Widerstand R96 stellt einen konstanten Arbeitswiderstand für den Oszillator dar, um Veränderungen der Eingangsimpedanz von Q14 auszugleichen. Der Transistor Q14 wird als Emitterfolger betrieben, und hat die Aufgabe, die hohe Impedanz der vom Oszillator gelieferten Sägezahnspannung in eine geringe Impedanz zur Aussteuerung von Q15 umzuwandeln.

Die Vertikaldrossel L5 wirkt während des linearen Anstiegs der Ablenkspannung als Stromquelle und

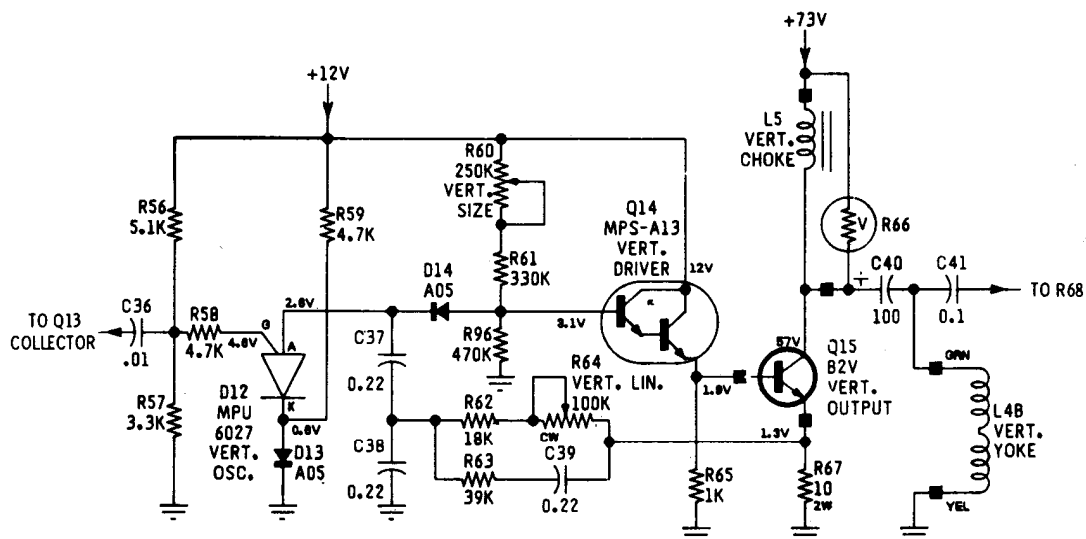


Abbildung 7

Notizen:

erzeugt einen Hochspannungsimpuls, der den Vertikalrücklaufimpuls unterstützt, wenn Q15 sperrt. Der Varistor R66 liegt parallel zu der Vertikaldrossel, um den Hochspannungsimpuls auf einen sicheren Wert zu begrenzen.

Da die Impedanz der Vertikaldrossel abnimmt, wenn der Kollektorstrom von Q15 zunimmt, hat dies eine Unlinearität des Bildes zur Folge. Um dies zu verhindern, wurden einige Kompensationsbauteile eingebaut.

Die Widerstände R62 und R64 koppeln die Emitterspannung von Q15 auf den gemeinsamen Punkt von C37 und C38. Über diesen Gegenkopplungsweg wird die Spannung zurückgekoppelt und von C38 integriert. Hierdurch wird das Sägezahnsignal verzerrt. Dies wird durch die nichtlineare Aufladung von C37 und C38 sowie durch die sich ändernde Impedanz von L5 erreicht. Einen zusätzlichen Rückkopplungsweg stellen R63 und C39 dar. Durch diesen Rückkopplungsweg erhält die Ansteuerung das richtige Signal, um eine einwandfreie Linearität zu erzeugen. Der Kondensator C40 koppelt das Wechsellspannungssignal auf die Vertikalablenkspule und blockt die Gleichspannung ab.

Leuchtfleckunterdrückung (siehe Abb. 8)

Die Leuchtfleckunterdrückung wird benötigt, um eine Elektronenstrahlkonzentration im Abschaltmoment auf einen bestimmten Teil der Bildröhre zu verhindern.

Dies wird erreicht, indem ein Anschluß des Potis R73 an +150V gelegt wird. Dadurch wird die Helligkeit im Abschalt Augenblick auf ein Maximum erhöht und die Hochspannung, die im Normalfall längere Zeit an der Bildröhre anstehen würde, sofort abgebaut.

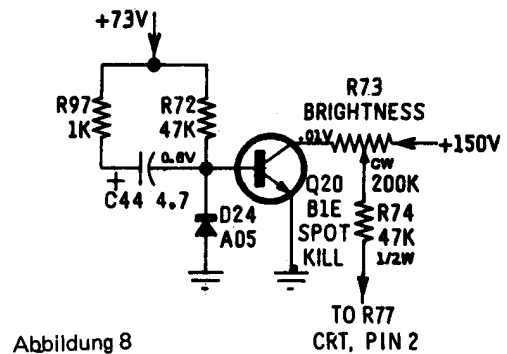


Abbildung 8

Ist der Monitor eingeschaltet, hat der Transistor Q20 durchgeschaltet und am Kollektor steht eine Spannung von nahezu 0V. Der Kondensator C44 wird über die Basis-Emitterstrecke von Q20 und dem Widerstand R97 aufgeladen. Über dem Widerstand R72 wird der Transistor Q20 mit der erforderlichen Basisvorspannung zum Durchsteuern versorgt. Wird der Monitor abgeschaltet, fehlen nach kurzer Zeit die +73V und der Transistor Q20 sperrt. Dadurch steht nun am Kollektor eine Spannung von ca. +150V. Die Diode D24 verhindert, daß ein negativer Spannungswert an die Basis Q20 gelangt.

Tonverstärker Modul (siehe Abb. 9)

Das Audiomodul ist eine nachrüstbare Einheit, die mit den Monitoren M-5010-155 und M-7010-155 verwendet werden kann. Das Modul wird mit der +73V Betriebsspannung des Monitors versorgt, die an den Pins P4 und P5 der Steckverbindung anliegt.

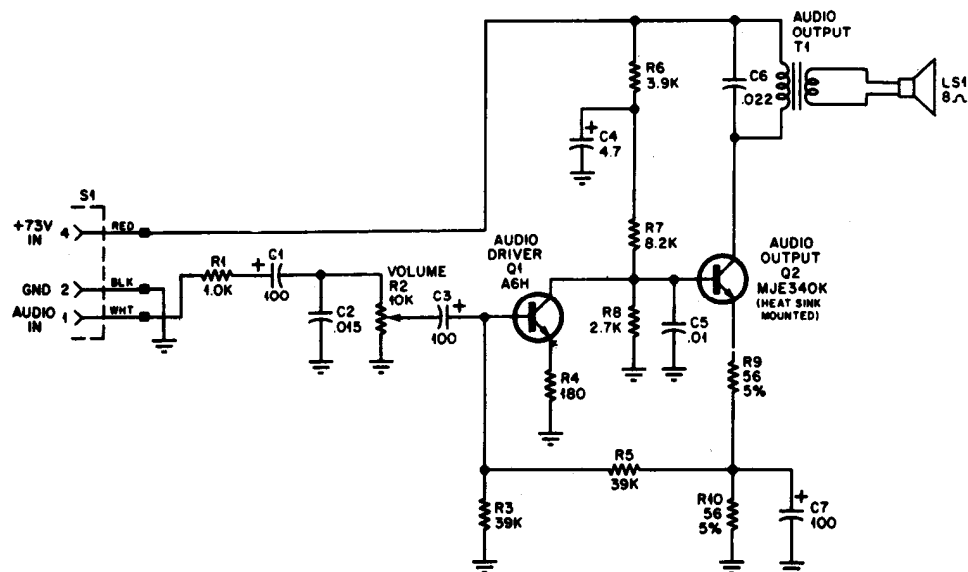


Abbildung 9

Das Ton-Eingangssignal steht am 12-poligen Eingangssteckverbinder P1 an, der sich an der Rückseite des Chassis befindet. Die Tonverstärkertransistoren Q1 und Q2 sind in einer Gegenkopplungsschaltung angeordnet, um die Stabilität der Vorspannung zu erhöhen.

Der Widerstand R1 und der Kondensator C2 bilden einen Tiefpaß, der hochfrequente Logic Impulse sperrt, die eventuell den Transistor Q1 durchsteuern könnten. Die Kondensatoren C1 und C3 blocken die Gleichspannung von R2 ab und verhindern damit, daß durch das Verstellen von R2 Brummspannungen mit verstärkt werden. Der Kondensator C3 verhindert außerdem, daß die Basisvorspannung von Q1 mit dem Verstellen von R2 verändert wird. Die Widerstände R3, R5, R9 und R10 bilden ein Rückkopplungsglied, welches die Vorspannung von Q1 und Q2 stabilisiert. Der Widerstand R9 stellt den Emittergegenkopplungswiderstand für Q2 dar, der Verzerrungen verringert. C7 ist ein Siebelko, der eine Wechselspannungsgegenkopplung in dem Rückkopplungsglied verhindert. Der Widerstand R6 und der Kondensator C4 stellen eine zusätzliche Siebung der +73V Betriebsspannung dar. Die Widerstände R7 und R8 bilden den aufgeteilten Kollektorwiderstand für Q1. Q1 ist der Treibertransistor für Q2. Der Transformator T1 paßt die hohe Ausgangsimpedanz von Q2 an die geringe Impedanz des Lautsprechers an. Die Kondensatoren C5 und C6 schließen hohe Frequenzen kurz.

Horizontal- und Vertikalrücklaufimpulsunterdrückung (siehe Abb. 10)

Mit der Horizontal- und Vertikalrücklaufimpulsunterdrückung wird die Bildröhre während jedes einzelnen Horizontal- und Vertikalrücklaufes dunkel gesteuert. Über den Kondensator C41 wird der Vertikalrücklaufimpuls und über den Kondensator C31 der Horizontalrücklaufimpuls auf die Basis des Transistors Q16 gekoppelt. Der Widerstand R68 bestimmt die Größe des Vertikalimpulses, der Widerstand R69 die Größe des Horizontalimpulses. Der Kondensator C42 überbrückt für die ansteigende und abfallende Flanke des Horizontalrücklaufimpulses den Widerstand R69. Über den Widerstand R70 wird C41 entladen, wenn der Rücklaufimpuls negativ wird. Die Diode D15 verhindert, daß die Überspannung, die bei den Rücklaufimpulsen entsteht, den negativen Spannungswert an der Basis von Q20 übersteigt. Durch den Widerstand R71 wird der Transistor Q16 zwischen den Rücklaufimpulsen gesperrt. Die Widerstände R75 und R76 erzeugen die Kollektorspannung für Q16. Der Kondensator C43 koppelt das Rücklaufimpulssignal auf die Bildröhre.

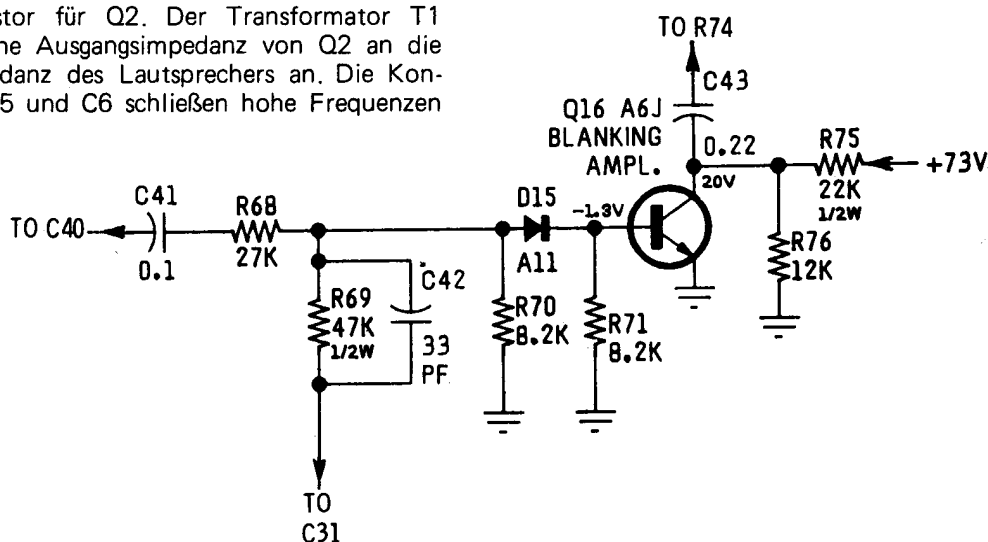


Abbildung 10

Notizen:

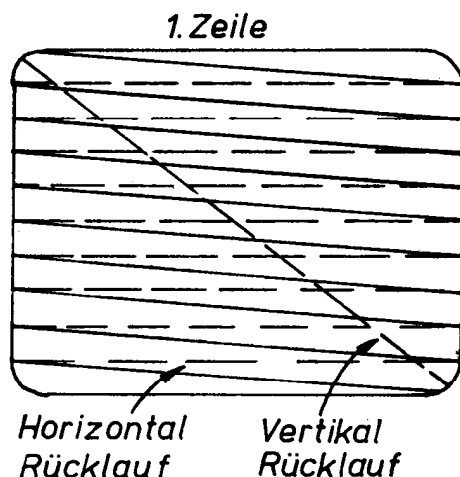
Zusammenfassung Monitor

Der Monitor macht die vom Logic Board gelieferten Signale auf der Bildröhre sichtbar. Das Signal, das er vom Logic Board geliefert bekommt, ist das sogenannte Video-Signal. Das Wort Video ist italienischen Ursprungs und bedeutet "sehen".

Das Video-Signal setzt sich aus den Synchronimpulsen und dem Bildinhalt zusammen. Die Synchronimpulse werden benötigt, um die Oszillatoren der vertikal und horizontal Ablenkstufen zu synchronisieren. Zwischen den Synchronimpulsen ist das Bildinhalts-signal untergebracht.

In den folgenden Absätzen soll die Ablenkung des Elektronenstrahls auf der Bildröhre und damit die Entstehung eines Bildes erklärt werden.

Durch die vertikal und horizontal Ablenkstufen wird die augenblickliche Position des Elektronenstrahls kontrolliert und erzeugt so ein sich wiederholendes Muster von Linien, das auch als Raster bezeichnet wird. In der untenstehenden Abbildung ist die Ablenkung des Elektronenstrahls auf der Bildröhre vereinfacht dargestellt.



Nach dem Synchronimpuls beginnt der Elektronenstrahl theoretisch in der linken oberen Ecke der Bildröhre. Der Elektronenstrahl wird nun derart abgelenkt, daß dieser auf einer fast horizontalen Linie zum rechten Bildschirmrand gelangt. Hat der Elektronenstrahl den rechten Bildschirmrand erreicht, setzt der Synchronimpuls ein und der Elektronenstrahl wird durch den Zeilenrücklaufimpuls wieder an den linken Bildschirmrand abgelenkt. Der Zeilenrücklaufimpuls wird oft auch mit Horizontal-Rücklaufimpuls bezeichnet. Während des Horizontal-Rücklaufimpulses ist die Bildröhre durch einen intern im Monitor erzeugten Impuls gesperrt. Dadurch wird erreicht, daß während des Horizontal-

Rücklaufimpulses keine ungewollte Information auf dem Bildschirm erscheint. Der Impuls, der die Bildröhre während der Rücklaufimpulse sperrt, trägt die Bezeichnung Blanking. Dieser Blanking-Impuls darf nicht mit der Bezeichnung Blanking verwechselt werden, die häufig in Schaltplänen von TTL-Logic Boards oder IC-Datenblättern zu finden ist.

Nachdem der Elektronenstrahl wieder an der linken Seite der Bildröhre angekommen ist, wird die Bildröhre wieder leitend gemacht und der Elektronenstrahl schreibt die 2. Zeile auf den Bildschirm. Aufgrund der Tatsache, daß der Elektronenstrahl vertikal als auch horizontal abgelenkt wird, erscheint die 2. Zeile direkt unterhalb der 1. Zeile auf dem Bildschirm. Der Elektronenstrahl wird auf diese Weise zwischen dem linken und dem rechten Bildschirmrand hin- und herbewegt bis dieser am Ende der letzten Zeile angelangt ist. Das Ende der letzten Zeile befindet sich in der unteren rechten Ecke der Bildröhre. An diesem Punkt wird der Elektronenstrahl an die obere linke Ecke der Bildröhre zurückgelenkt und beginnt von vorn mit der Erzeugung eines solchen Bildmusters. Dieser Rücklaufimpuls wird als Bild- oder Vertikalrücklaufimpuls bezeichnet. Bei diesem Vertikalrücklaufimpuls wird, um zu verhindern, daß unerwünschte Bildinformationen auf dem Bildschirm erscheinen, ebenfalls die Bildröhre durch einen intern im Monitor erzeugten Impuls gesperrt.

Jedes Mal wenn der Elektronenstrahl einmal über den gesamten Bildschirm gelenkt worden ist, wurden 272 horizontale Linien auf dem Bildschirm geschrieben. Dies wird gleichzeitig als ein Halbbild bezeichnet. Zwei Halbbilder bilden ein Bild. Der Monitor ist auf eine Vertikalfrequenz von 30 Bildern pro Sekunde ausgelegt. Da ein Bild aus zwei Halbbildern besteht, muß die Frequenz des Vertikaloszillators des Monitors als 60 Hz betragen.

Das zeitlich richtige Einsetzen des Synchronimpulses ist damit der Grund für ein einwandfrei auf dem Bildschirm geschriebenes Bild. Fehlen die Synchronimpulse, beginnt das Bild nach oben oder unten oder auch diagonal durchzulaufen. Wie werden nun die Synchronimpulse von einem Logic Board erzeugt? Für diese Erklärung betrachten wir uns den horizontalen und vertikalen Synchronisationsschaltkreis eines Logic Boards.

Zeitgeber- und Synchronisationsschaltkreis eines Logic Boards

Der Zeitgeber- und Synchronisationsschaltkreis produziert das Synchronisationssignal durch das Zusammenfassen verschiedener Rechteckimpulse, die von der Clockfrequenz heruntergeteilt wurden.

Diese Clockfrequenz wird von einem Quarzbestückten Oszillator mit einer Grundfrequenz von 14,318 MHz erzeugt. Der Oszillator ist zusammen mit dem Horizontalteil des Synchronisationsschaltkreises abgebildet.

Der Oszillator besteht in unserem Fall aus zwei zurückgekoppelten Verstärkern, die je aus einem Inverter und einem Mitkopplungs-Widerstand bestehen. Beide Verstärker sind durch einen 0,1 microF Kondensator miteinander gekoppelt. Ein dritter Inverter arbeitet als Verstärkerstufe, der das Signal auf das Flip-Flop F14 gibt. Das Flip-Flop F14 arbeitet als Frequenzteiler und erzeugt damit das Clocksignal von 7 MHz. Am Eingang von Flip-Flop F14 ist das Signal sinusförmig. Am Ausgang von F14 steht eine Rechteckspannung an.

Bei den meisten Logic Boards von Video Geräten findet man im Zeitgeber- und Synchronisationsschaltkreis Bausteine des Typs 7493 oder 74161. Bei dem Logic Board, das hier besprochen werden soll - es handelt sich um den Wheels II von Midway - wurden 74161 verwendet. Beim 74161 handelt es sich um einen synchronen, setzbaren 4 Bit-Binärzähler. Dieser Typ von Zähler wird hauptsächlich sonst in Schaltungsteilen angewendet, in denen Bewegungen auf dem Bildschirm erzeugt werden. Ein Beispiel für einen solchen Schaltungsteil ist der Ballbewegungsschaltkreis bei einem Ping-Pong Video Gerät.

Der Zeitgeber- und Synchronisationsschaltkreis hat eine doppelte Aufgabe zu erfüllen: Durch Frequenzteilung wird das Clocksignal in verschiedene Signale von geringerer Frequenz umgewandelt und den übrigen Teilen des Logic Boards diese Signale mit einer präzisen Frequenz und Dauer zur Verfügung stellt. Diese Signale werden dann unter anderem

dazu benutzt, um komplizierte Bilder, wie zum Beispiel Autos oder ähnliche Dinge auf dem Bildschirm zu erzeugen. Die Bewegungen dieser Bilder verlaufen synchron zum Clocksignal und zur Bewegung des Elektronenstrahls der Bildröhre. Weiterhin werden einige dieser Signale mit geringerer Frequenz zusammengefaßt und erzeugen so das Synchronsignal, mit dem die Vertikal- und Horizontaloszillatoren des Monitors synchronisiert werden.

Horizontale Zeitgeberschaltung

Die horizontale Zeitgeberschaltung besteht aus mehreren Zähler-IC's und Flip-Flops, die zu einem neunfachen Teiler zusammengeschaltet sind. Auf diese Weise wird die Clockfrequenz in jeder Zählerstufe halbiert, sodaß die letzte Zählerstufe ein Signal liefert, dessen Frequenz 1/512 der Clockfrequenz beträgt. Zur besseren Unterscheidung werden die Ausgänge dieser Zählstufen mit 1H, 2H, 4H . . . usw. gekennzeichnet. In der folgenden Aufstellung sind den Zählerausgängen der horizontalen Zeitgeberschaltung die entsprechenden Frequenzen zugeordnet:

Zählerausgang	Frequenz
Oszillator	14,314000 Hz
Clock	7157000 Hz
1 H	3578500 Hz
2 H	1789250 Hz
4 H	894625 Hz
8 H	447313,5 Hz
16 H	223656,25 Hz
32 H	111828,12 Hz
64 H	55914,06 Hz
128 H	27957,03 Hz
256 H	13978,52 Hz

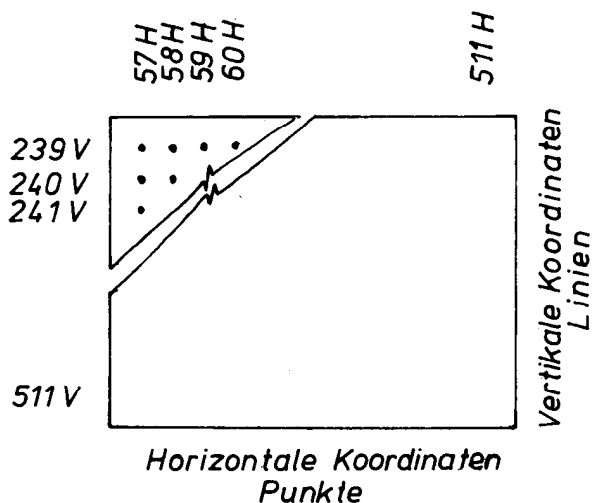
Der neunfache Frequenzteiler wird von den beiden 4 Bitzählern L11 und L10 und als 9. Stufe von dem

Notizen:

Flip-Flop M10 gebildet. Werden die Ausgangssignale der einzelnen Zählerstufen auf einem Oszilloscope miteinander verglichen, stellt man fest, daß eine Schwingung der Ausgangssignale der einzelnen Zählerstufen immer doppelt so breit ist, wie die der vorhergehenden Zählerstufe.

Der horizontale Rücksetzimpuls ($\overline{H\ RST}$) wird durch das UND-Glied P11 erzeugt. Die Bezeichnung $\overline{H\ RST}$ ist in diesem Fall etwas irreführend, da die Zähler 74161 nicht auf Null gesetzt werden, sondern auf eine vorgegebene Zahl, von der dann abgezählt wird.

Um die Erzeugung des Horizontal-Synchronimpulses und später auch des Vertikal-Synchronimpulses besser verstehen zu können, muß vorher noch etwas über die Bezeichnung der einzelnen Punkte auf dem Bildschirm gesagt werden. In der TV-Geräte Industrie hat man sich darauf geeinigt, jedem Punkt auf dem Bildschirm eine vertikale und eine horizontale Position zuzuordnen. Die niedrigste verwendete Vertikal- und Horizontalposition ist vom Aufbau der Synchronisationsschaltung abhängig. In unserem Beispiel ist die niedrigste Horizontalposition 57H, die niedrigste Vertikalposition 239V.



Die Kombination der vertikalen und horizontalen Adresse stellt die Koordinaten für jeden beliebigen Punkt auf dem Raster dar. Als Beispiel soll ein Punkt ungefähr in der Mitte der Bildröhre beleuchtet werden. In unserem Fall muß der Elektronenstrahl dann bei der Position 367V und 284H intensiviert werden.

Das Koordinatensystem der einzelnen Bildpunkte ist in der obigen Abbildung zu sehen. Bei den meisten anderen TV-Geräten wird die 1. Zeile mit 1V, d.h. 1. Vertikal, bezeichnet. Bei diesem Logic Board muß aufgrund des Schaltungsaufbaus des Syncronschaltkreises die 1. Zeile mit 239V bezeichnet werden.

Da das Raster aus 272 Zeilen besteht, wird die letzte Zeile mit der Bezeichnung 511V versehen. Jeder adressierbare Punkt auf dieser Zeile hat ebenfalls eine Koordinatenbezeichnung. Bei diesem Gerät ist der 1. Punkt mit 57H, der 2. mit 58H und der letzte mit 511H bezeichnet.

Zurück zur Synchronimpulserzeugung:

Der horizontale Rücksetzimpuls ($\overline{H\ RST}$) wird durch die Addition von den Übertragsanzapfungen der beiden Zähler IC's und des Flip-Flop M10 erzeugt. Aufgrund der Tatsache, daß der Übertragsimpuls beim 1. Zähler bei 15, beim 2. Zähler bei 240 und am Ausgang des Flip-Flops M10 bei 256 liegt, wird der Restimpuls bei 511 ($15+240+256=511$) erzeugt.

An diesem Punkt bringt man leicht einige Dinge durcheinander. Genau genommen stellt die Nummer 511 nicht die gesamte Länge der Zeile dar, obwohl der äußerste rechte Punkt des Bildschirms mit 511 gekennzeichnet ist. Da die Zähler IC's L11 und L10 bereits auf die Zahl 111010111110101 eingestellt sind, beginnt die horizontale Zählerkette nach jedem Resetimpuls bei 57 zu zählen. Die genaue Länge einer Zeile beträgt demnach $511 - 57 = 454$ Clockimpulse. Mit anderen Worten wird der $\overline{H\ RST}$ Impuls beim 454. Clockimpuls erzeugt. Beim 454. Clockimpuls erreicht der Elektronenstrahl den äußersten rechten Rand der Bildröhre.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß jede Zeile des Rasters in 454 separate Zeitelemente eingeteilt ist, die einem separaten adressierbaren Punkt entsprechen und erleuchtet werden können, um Symbole oder Bilder zu zeichnen.

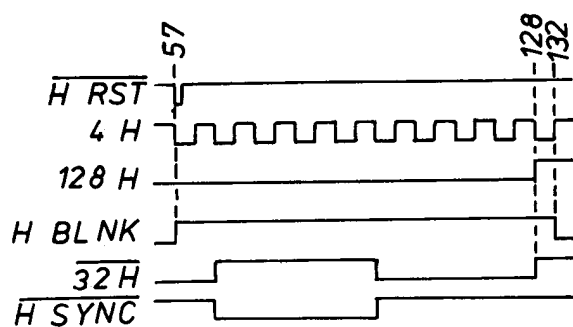
Die zeitlichen Zusammenhänge zwischen der Erzeugung des $\overline{H\ BLNK}$ und des $\overline{H\ SYNC}$ sind in der untenstehenden Abbildung dargestellt. Als erstes wird durch den $\overline{H\ RST}$ Impuls der Flip-Flop F14 zurückgesetzt. Der 128H Ausgang führt High Signal bei 128. Genau genommen liegt der Zählimpuls 128 nicht bei 128 sondern bei 71. Der Grund hierfür ist, daß der $\overline{H\ RST}$ Impuls bei 57 auftritt ($128-57=71$). Dieses High Signal wird 4 Clockimpulse später durch 4H oder beim 75. Clockimpuls dazu benutzt, ein $\overline{H\ BLNK}$ Impuls zu erzeugen, welches die Impulsbreite von 57 auf 132 ausweitet. Jedes Ausgangssignal von F14 ist zeitlich durch die Impulslänge des High Signals bestimmt.

Notizen:

Horizontal-Synchronisation

Der Horizontal-Synchronimpuls $\overline{H SYNC}$ wird durch das NAND Glied H14 erzeugt. Es ist interessant, daß zwei der Signale die benutzt werden, um den Synchronimpuls zu erzeugen, eigentlich nicht benötigt werden.

Auf jeden Fall bleibt $32H$, abzugreifen an H14-Pin 13, auf Low, bis der 64. Clockimpuls erscheint. Nun ändert sich das Signal an H14 Pin 13 von Low auf High und bleibt auf High bis der 96. Clockimpuls erscheint. Das Resultat hieraus ist ein $\overline{H SYNC}$ Impuls mit einem Low Signal zwischen 64H und 96H. Beachten Sie, daß 64H und 256H ebenfalls an H14 angeschlossen sind, aber die Funktion der Schaltung nicht beeinflussen. Diese Signale wurden sicherlich deshalb mit bei der Schaltung berücksichtigt, um eine Rückwirkung des Synchronimpulses zu verhindern. Dies ist aber nicht notwendig, da der Impuls durch das Blanking Zeitfenster begrenzt wird. Die Signale 64H und 256H können von der Schaltung abgenommen werden, ohne die Funktion dieser zu beeinflussen.



H SYNC Erzeugung

Vertikale Zeitgeberschaltung

Die vertikale Zeitgeberschaltung ist praktisch identisch mit der horizontalen Zeitgeberschal-

tung. Der einzige Unterschied besteht darin, daß anstatt Clockimpulse von der vertikalen Zeitgeberschaltung $\overline{H RST}$ Impulse gezählt werden. Da der $\overline{H RST}$ Impuls der Definition für eine Zeile entspricht, zählt die vertikale Zeitgeberschaltung Zeilen, während die horizontale Zeitgeberschaltung Punkte auf einer Zeile zählt. Der vertikale Rücksetzimpuls entspricht also der Definition eines vollen Feldes von horizontalen Linien.

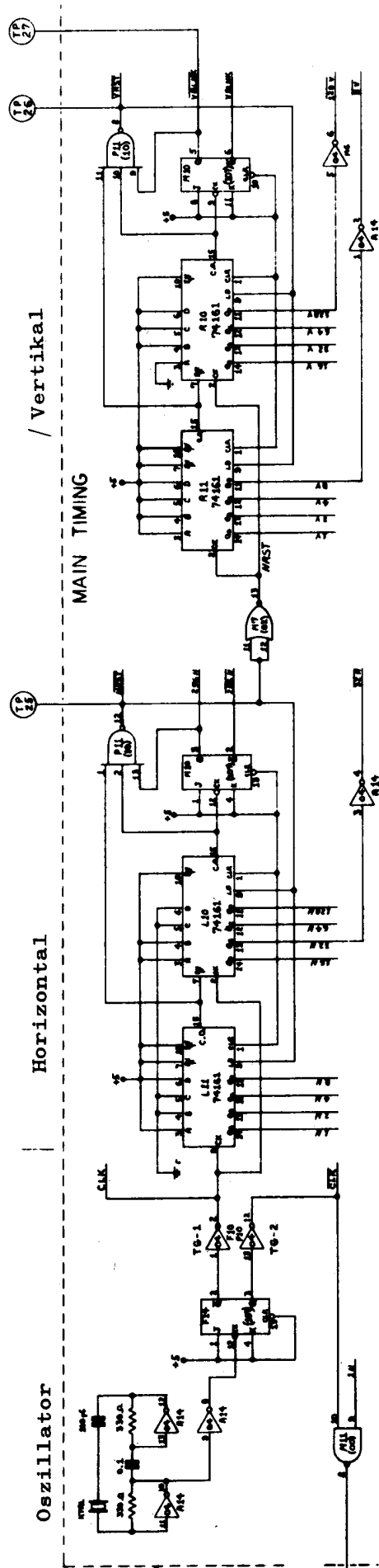
Zwei Zähler und ein Flip-Flop teilen die $\overline{H RST}$ Frequenz neunfach hinunter. Bei jeder Zählerstufe ist die Frequenz nur noch halb so hoch wie an der vorherigen Stufe. Die neun Ausgänge dieser Zählerkette werden bezeichnet 1V, 2V, 4V, 8V, 16V, 32V, 64V, 128V und 256V. Der vertikale Resetimpuls wird durch die Verknüpfung der Ausgänge beider Zähler (15V + 240V) mit dem Ausgang des Flip-Flops, das die 9. Zählerstufe darstellt (256V) erzeugt.

Das Ergebnis hiervon ist, daß der Resetimpuls bei 511 erzeugt wird. Da dieser Zähler aber mit 11111110111111 (239) gesetzt sind, wird der Resetimpuls beim 272. $\overline{H RST}$ Impuls (511 - 239 = 272) erzeugt. Deshalb werden auf den Bildschirm 272 horizontale Linien geschrieben, wovon jede einzelne separat zu adressieren ist.

Vertikal-Blanking

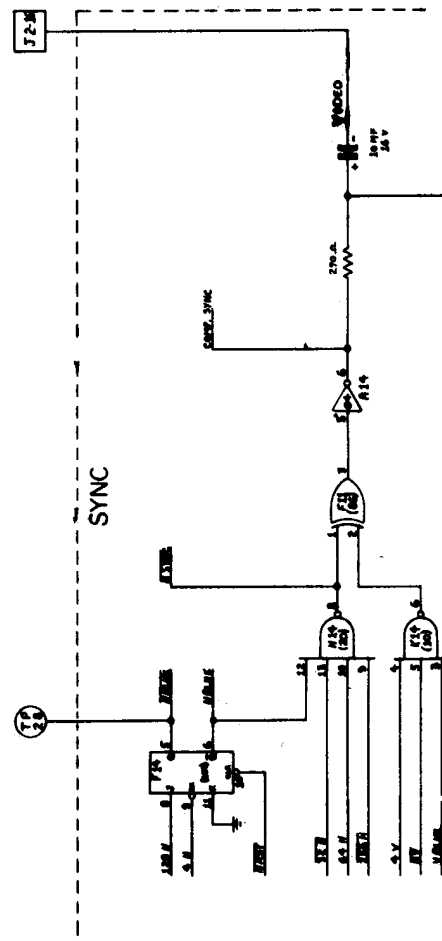
Da V BLNK vom Ausgang des 9. Bits der Zählerkette gebildet wird, ist dies identisch mit 256V. In der Zeit, in der der Rückstellimpuls erzeugt wird, ist V BLNK ein Low Signal. Dieses Signal bleibt ein Low Signal, bis der 2. Zähler wiederum aufgefüllt ist. Dies produziert einen V BLNK Impuls der eine Breite von 17V hat und zwischen 239V und 256V zeitlich angeordnet ist.

Notizen:



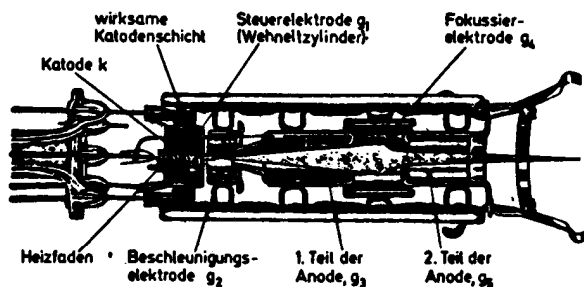
HELLIGKEITSREGELUNG (Brightness)

Die Kathode umgibt ein einseitig geschlossener Zylinder (WEHNELT-ZYLINDER g1), in dessen Topfboden (STEUERGITTER) ein kleines Loch ist, durch das die Elektronen auf ihrem Weg zur Anode hindurch müssen. An dieses Steuergitter wird eine gegenüber der Kathode negative Spannung angelegt. Durch Veränderung dieser Steuerungsspannung zwischen -30V und -80V wird der Elektronenstrom stärker oder schwächer und dadurch der Leuchtfleck auf dem Bildschirm entsprechend heller oder dunkler.



Auf die Steuerelektrode folgt oft in geringem Abstand eine **Beschleunigungselektrode g₂**, an die eine gegen die Kathode **konstante, positive Spannung** von einigen hundert Volt (+300V) angelegt wird.

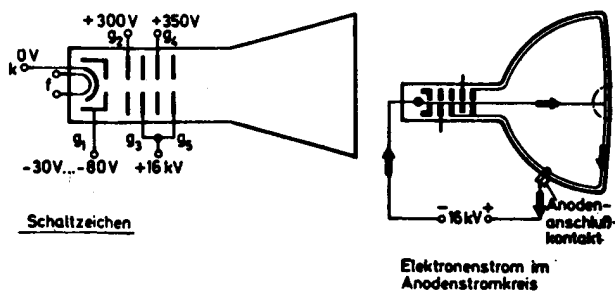
Zur Hauptbeschleunigung dient eine nachfolgende **ANODE g₃ und g₅**. Diese ist meist in zwei zylinderförmige Elektroden aufgeteilt, die jeweils an eine positive Spannung von mehreren tausend Volt (+16 kV) angeschlossen sind. Ein leitender Innenbelag (Graphit) des Röhrenkolbens ist mit dem Anodenanschluß außerhalb vom Kolbentrichter verbunden.



Elektronenoptik im Schnitt

FOKUSSIERUNG (Focus)

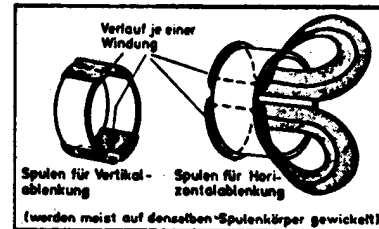
Das Zusammenführen (Bündeln) von Strahlen in einem Brennpunkt bezeichnet man als **FOKUSSIERUNG**. Bei Lichtstrahlen erfolgt dies mit Glaslinsen. Werden Elektronenstrahlen mittels elektrischer Felder, die man als elektrische Linsen bezeichnet, gebündelt, nennt man dies **ELEKTROSTATISCHE FOKUSSIERUNG**. Sie kann durch Spannungsänderung an der Fokussierelektrode g₄ eingestellt werden:



STRAHENABLENKUNG

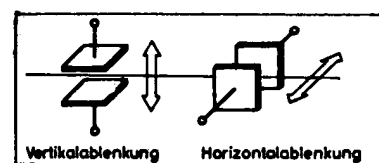
Damit auf dem Bildschirm nicht nur ein Leuchtfleck sondern ein Bild entsteht, muß der Elektronenstrahl über die Leuchtschicht geführt werden. Dazu ist ein Ablensystem erforderlich. Bei **MAGNETISCHER STRAHLENABLENKUNG** läßt man ein

magnetisches Feld senkrecht zur Strahlenrichtung auf den Elektronenstrahl einwirken. Um den Strahl sowohl in **horizontaler** als auch in **vertikaler** Richtung ablenken zu können, benötigt man zwei Spulenpaare, deren Magnetfelder senkrecht zueinander stehen.



Der Ablenspulenatz wird über den Röhrenhals in Höhe der letzten Anode geschoben. Die Ablenkung ist vom Spulenstrom abhängig und benötigt eine hohe Leistung.

Die **ELEKTROSTATISCHE STRAHLENABLENKUNG** wird schon bei ganz neuen TV-Geräten verwendet. Bei ihr durchläuft der Elektronenstrahl das elektrische Feld zwischen zwei Metallplatten. Er wird dabei von der negativen Platte abgestoßen und von der positiven Platte angezogen. Die Ablenkung hängt von der an den Platten anliegenden Spannung ab und erfolgt nahezu leistungslos und trägheitslos. Bringt man hintereinander zwei senkrecht zueinander stehende Plattenpaare an, kann der Strahl sowohl in **horizontaler** als auch in **vertikaler** Richtung und damit auf jeden beliebigen Punkt des Bildschirms abgelenkt werden. Die horizontale Ablenkung wird bei Oszilloskopen als x-Ablenkung, die vertikale Ablenkung als y-Ablenkung bezeichnet.



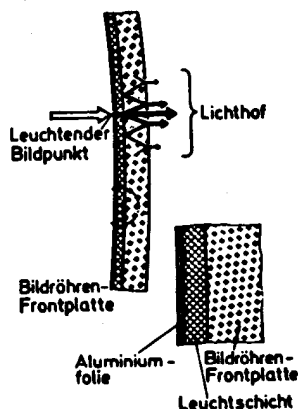
LEUCHTSCHICHT

Die Elektronen sind nun zu einem Elektronenstrahl gebündelt (Focus), werden durch die Anode g₃ und g₅ beschleunigt und treffen mit hoher Geschwindigkeit an einen, durch die Ableneinheit bestimmten Punkt, auf der Leuchtschicht auf.

Damit das Licht des **BILDPUNKTES** möglichst voll zum Betrachter abgestrahlt wird, ist die 15 um dicke Leuchtschicht meist mit einer Aluminium-Folie hinterlegt. Diese ist auch nur

wenige um dick und läßt die Elektronen ungehindert durch. Außerdem erreicht man dadurch einen besseren **Kontrast** des Bildes.

Der Bildschirm besteht meist aus GRAUGLAS als Material. Dadurch stört von außen einfallendes Licht, z.B. einer Raumbelichtung, nur wenig und das Grauglas setzt die Lichthofbildung um den Bildpunkt herab.



8080 STANDARD-BOARD

Den Anfang macht der "Gun Fight" von Midway. Er war das erste microprozessorgesteuerte TV-Gerät, das in Großserie produziert wurde. Für ihn und alle nachfolgenden Schwarz-Weiß-Geräte entwickelte die Firma Midway das 8080 Standard-Board, dessen Blockschaltbild in Abb. 1 zu sehen ist. . . Es besteht aus zwei Platinen, die durch einen 72 pol. Steckverbinder im rechten Winkel miteinander verbunden sind: dem Mother-Board (Mother PCB) und der Game-Logic (Game PCB). Die Game-Logic kann mit

der Spielfläche eines Flippers verglichen werden. So wie die Spielfläche das flippertypische Spielsystem enthält und sich mit jeder neuen Flippergeneration ändert, so ändert sich auch die Game-Logic mit jedem neuen TV-Gerät. Eingabesignale von den Bedienungselementen (Player's Control) werden von ihr über den MUX-DATA-BUS and das Mother-Board und Ausgabesignale, die vom Mother-Board über den OUTPUT-DATA-BUS kommen, an die Ausgabeeinheiten, z.B. Explosionsleuchten, weitergegeben. Außerdem wird auf der Game-Logic der Sound erzeugt.

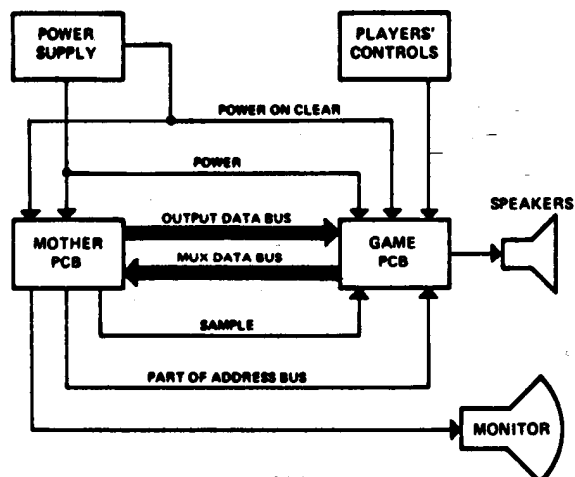


Abb. 1

Nun zum Mother-Board. Es wird zusammen mit der Game-Logic vom Power Supply mit Spannung (Power) und mit dem Resetimpuls (Power on Clear) versorgt, der den Microprozessor und alle gespeicherten Daten auf 0 setzt. Die Aufgabe des Mother-Boards ist, das Videosignal zu erzeugen. Dieses Videosignal überträgt gleichzeitig die SYNCHRONIMPULSE und die BILDINFORMATION zum Monitor.

Notizen:

BILDINFORMATION

Die Bildinformation steuert digital die Kathode der Bildröhre. Ist das Signal H, dann wird die Kathode auf Masse (OV) gesteuert, es werden Elektronen abgesandt, zu einem Elektronenstrahl gebündelt und auf dem Leuchtschirm erscheint durch den Strahl ein Leuchtfleck. Ist die Bildinformation L, bleibt der Bildschirm dunkel.

Bildinformation H = Leuchtfleck
L = Bildschirm dunkel

Die Leuchtflecke werden auch als BILDPUNKTE bezeichnet. Viele Bildpunkte bilden zusammen eine Zeile, viele Zeilen ein Raster (komplettes Bild).

In der Januar-Ausgabe wurde das Raster vom Wheels II besprochen, das aus 454 Bildpunkten pro Zeile und aus 272 Zeilen pro Raster besteht.

SYNCHRONISATIONSPULSE

In der Abb. 4 ist oben links der Quarz mit einer Schwingfrequenz von 19,968 MHz abgebildet. Das Quarzsignal an C7 Pin 2 ist sinusförmig und hat eine Amplitude von 0,5 V_{ss} (siehe Abb. 2)

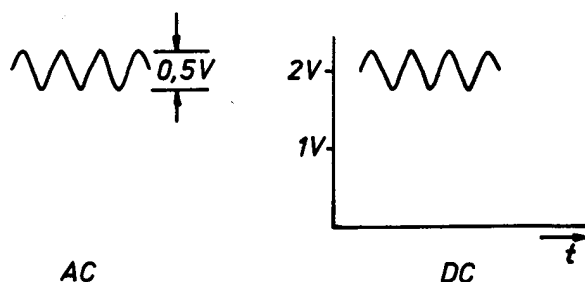


Abb. 2

An C7 Pin 14 können 10 MHz abgegriffen werden, da das erste Flip-Flop (Bit A) vom C7, einem Dezimalzähler, die 20 MHz Quarzfrequenz auf die Hälfte herunterteilt.

Mit diesen 10 MHz wird dann das D Flip-Flop B5 (7474) getaktet. B5 reduziert auf 5 MHz.

Diese 5 MHz sind die Clockfrequenz der Zählerkette bestehend aus den programmierbaren 4 Bit Binärzählern (74161) D5, E5, E6 und E7.

BILDPUNKT

Rechnet man diese Clockfrequenz von 5 MHz (f) nach der Formel $t \approx 1/f$ um, erhält man die Zeit

(t) von 200 ns. Diese 200 ns benötigt der Elektronenstrahl einer Bildröhre, um auf dem Bildschirm einen Bildpunkt sichtbar zu machen

$$1 \text{ BILDPUNKT} = 200 \text{ ns}$$

ZEILE

Bei Midway besteht das Bildschirmraster aus **320 BILDPUNKTEN pro Zeile**. Rechnet man pro Bildpunkt 200 ns, dann benötigt der Elektronenstrahl bei Midwaygeräten 64.000 ns zum Schreiben einer Zeile.

$$1 \text{ ZEILE} = 320 \times 200 \text{ ns} = 64 \text{ us}$$

Eine Zeile wird auf dem Monitor von links nach rechts geschrieben. (siehe Abb. 3).

HALBBILD

In der Januar-Ausgabe 1980 wurde schon ausführlich über das Halbbild (Raster) gesprochen. Hier noch einmal kurz das Wichtigste für die Midway Geräte mit dem 8080 Standard-Board:

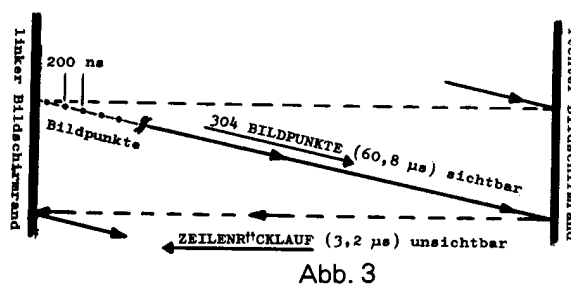


Abb. 3

Das Halbbild beginnt am oberen linken Bildschirmrand mit der 1. Zeile. Es werden 304 Bildpunkte fast **horizontal** von links nach rechts geschrieben. Da jeder Bildpunkt 200 ns braucht, wird der letzte Bildpunkt am rechten Bildschirmrand also nach $304 \times 200 \text{ ns} = 60,8 \text{ us}$ erreicht. Jetzt wird ein ZEILENRÜCKLAUFIMPULS von 16 Bildpunkten Länge erzeugt. Für die Zeit von $16 \times 200 \text{ ns} = 3,2 \text{ us}$ unterdrückt er den Elektronenstrahl und lenkt ihn mit der horizontalen Ablenkspule nach links zurück. Gleichzeitig wird der Elektronenstrahl mit der vertikalen Ablenkspule um einen Zeilenabstand nach unten bewegt. Die erste Zeile ist fertig.

Das ganze wiederholt sich 258 Mal. Sind die 304 Bildpunkte der 258. Zeile nach $258 \times 64 \text{ us} = 16,512 \text{ ms}$ geschrieben, erfolgt jetzt **nicht** der Zeilenrücklauf, sondern der Strahl wird unter-

Man kann also ein Bild 30 Mal in der Sekunde verändern. Da das menschliche Auge nur 16 Bilder pro Sekunde unterscheiden kann, gehen die einzelnen Bilder bei dieser Geschwindigkeit ineinander über. Dadurch entsteht der Eindruck, daß sich die Symbole bewegen.

The figure consists of two side-by-side diagrams, labeled '1. Halbbild' and '2. Halbbild'. Each diagram shows a rectangular frame containing several horizontal lines. The lines are labeled with numbers on the left side of each frame. In the first diagram, the labels are 1, 3, 5, 255, and 257. In the second diagram, the labels are 2, 4, 6, 254, 256, and 258. The lines are drawn with a dashed pattern, and the overall appearance is that of a technical drawing or a diagram of a digital image structure.

Ein Halbbild benötigt also die Zeit von 16,768 ms.

FERNSEHBILD

Ein Bild besteht aus zwei Halbbildern. Beim ersten Halbbild werden alle Zeilen mit ungerader Nummer geschrieben, d.h. die 1. Zeile, dann die 3. Zeile, dann die 5. Zeile usw. bis zum Bildkippimpuls.(s. oben).

Ist der Elektronenstrahl auf dem Bildschirm wieder oben links, ergänzt das zweite Halbbild zum gesamten Bild. Denn jetzt werden alle geraden Zeilen geschrieben, d.h. die 2.-Zeile, dann die 4. Zeile, dann die 6. Zeile usw. bis der Bildkippimpuls den Strahl ein zweites Mal nach oben links abgelenkt hat.

Der ganze Vorgang wiederholt sich 30 Mal in der Sekunde. Es werden also 30 Bilder bzw. 60 Halbbilder in der Sekunde geschrieben.

1 HALBBILD = 262 Zeilen (16,768 ms)
1 BILD = 2 HALBBILDER = 524 ZEILEN
1 SEKUNDE = 30 BILDER

Ein Bild hat insgesamt 2×262 Zeilen = 524 Zeilen.

ZEILENRÜCKLAUFIMPULS

Der Elektronenstrahl wird vom Fernsehchassis automatisch durch die entsprechenden Oszillatoren und Endstufen horizontal und vertical abgelenkt.

Damit das zu schreibende Bild genau in der Mitte vom Bildschirm liegt, muß der Elektronenstrahl mit der Steuerplatine synchronisiert werden z. B. der Elektronenstrahl muß oben links am Bildschirmrand sein, wenn die Bildinformation auch die obere linke Ecke des zu schreibenden Bildes beinhaltet. Eine Möglichkeit wäre, den Elektronenstrahl nach seiner augenblicklichen Position abzufragen, und danach müßte die Steuerplatine die entsprechende Bildinformation senden. Dies wäre zu aufwendig. Deshalb bestimmt die Steuerplatine beides, die Bildinformation und die Position des Elektronenstrahls:

- 1.) Mit dem Rücklaufimpuls triggert sie den Horizontal-Oszillator und unterdrückt während des Zeilenrücklaufs den Elektronenstrahl.

2.) Da der Rücklaufimpuls das Ende der Zeile angibt und die Steuerplatine ihn selbst erzeugt, kann sie die Bildinformation entsprechend aufteilen.

Beides kann das 8080 Standard-Board mit Hilfe einer Zählerkette (Abb. 4). Da ein Bildpunkt 200ns benötigt, braucht der Elektronenstrahl für eine Zeile mit 304 Bildpunkten eine Zeit von 60,8 μ s. Startet man Steuerplatine und Fernsehchassis im gleichen Augenblick und die Steuerplatine zählt alle 200ns je ein Clockimpuls, kann sie mit der Anzahl der Clockimpulse die genaue Position des Elektronenstrahls bestimmen.

Notizen:

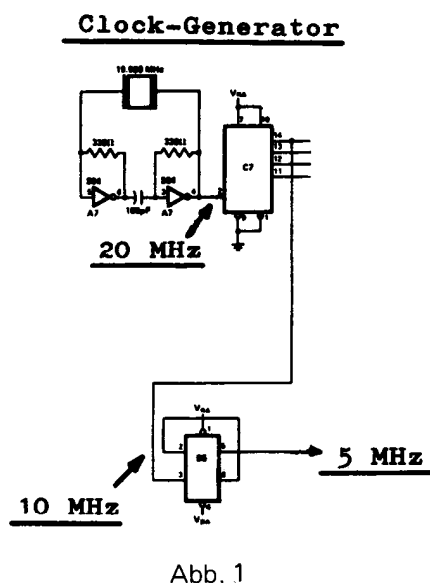


In nebenstehender Abb. 4 sieht man die komplette Zählerkette für die horizontale und vertikale Synchronisation eines Fernsehchassis. Diese Zählerkette kann in 3 Gruppen eingeteilt werden:

1. Clock-Generator (Abb. 1)
2. Horizontale-Zählerstufe (Abb. 2)
3. Vertikale-Zählerstufe (Abb. 3)

CLOCK-GENERATOR

Der Clock-Generator wurde ausführlich in der März-Ausgabe unter "Synchronisationsimpulse" beschrieben.



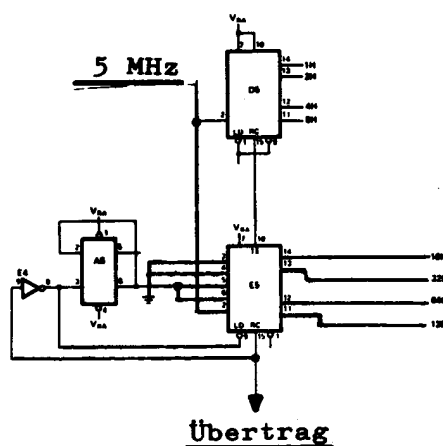
HORIZONTALE-ZÄHLERSTUFE

Alle 200 ns wird vom Elektronenstrahl ein Bildpunkt geschrieben und alle 200 ns zählt die Zählerkette einen Clockimpuls.

Damit beide synchron zueinander arbeiten, muß die Horizontale-Zählerstufe genau in dem Augenblick den Zeilenrücklaufimpuls erzeugen, in dem der Elektronenstrahl am äußersten rechten Bildschirmrand ist.

Notizen:

Horizontale-Zählerstufe



Die Horizontale-Zählerstufe für das Auszählen der Zeilenrücklaufimpulse wird von D5 und E5 gebildet. Die Clockeingänge Pin 2 beider Zähler sind gebrückt und liegen am Clockgenerator B5 Pin 5 an einer Frequenz von 5 MHz. Die Ausgänge Pin 11-14 von D5 sind die Bits A-D (Pin 14 = A bis Pin 11 = D) und werden mit deren Wertigkeiten 1H, 2H, 4H und 8H (H = Horizontal) gekennzeichnet. Die Freigabeeingänge Pin 7 (PE) und Pin 10 (TE) liegen an VRA. VRA ist die +5V Spannung über einem 1K Vorwiderstand, mit der alle nicht belegten IC-Anschlüsse gebrückt werden, die auf H-Signal liegen müssen. PE und TE sind demnach H und D5 ist freigegeben. Pin 15 von D5, an dem der Übertragimpuls abgegriffen wird, ist mit E5 Pin 10 verbunden. Da erst ein pos. Übertragimpuls erfolgt, wenn alle 4 Ausgänge von D5 nach 16 Clockimpulsen auf H-Signal gesetzt sind, ist E5 durch das L-Signal am Freigabeeingang TE (Pin 10) vorerst verriegelt.

Beim 1. Clockimpuls sind die 4 Ausgänge von D5 und E5 auf L-Signal, das entspricht der Dezimalzahl 0. Beim 16. Clockimpuls erfolgt durch die H-Signale an den 4 Ausgängen von D5 ein pos. Übertragimpuls. Dieser Übertragimpuls gibt E5 über den TE-

Eingang frei, sodaß E5 mit dem 17. Clock gesetzt wird (Pin 14 = H). Der 17. Clock taktet auch die Ausgänge von D5 auf L-Signal (Dezimal 0) zurück. Dementsprechend kommt die neg. Flanke vom Übertragimpuls und verriegelt wieder E5. Ein Durchgang ist beendet.

E5 kann nur jeweils den 17., 33., 49., usw. Clockimpuls zählen. Nach 16 Durchgängen von D5 sind die 4 Ausgänge von E5 nacheinander durch den Übertragimpuls von D5 auf H-Signal gesetzt. 16 Durchgänge mit je 16 Clockimpulsen ergibt 256 Clockimpulse. Beim letzten, beim 256. Clock, sind alle 4 Ausgänge von D5 und E5 auf H-Signal, das entspricht der Dezimalzahl 255 (siehe Tabelle 1)

Die H-Signale an den 4 Ausgängen von E5 erzeugen an Pin 15 von E5 einen Übertragimpuls. Dieser Übertragimpuls gibt jetzt über den Inverter E4 auf den Lade-Eingang (load) Pin 9 von E5 ein L-Signal. Dieses L-Signal lädt in E5 die Zahl 12, denn das Flip-Flop A5 ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht ge-

setzt und sein Ausgang Q (Pin 6) ist H. An den Eingängen von E5 Pin 5 (Bit C = 4) und Pin 6 (Bit D = 8) liegt demnach ein H-Signal und das entspricht der Binärzahl 12. E5 muß dementsprechend noch einmal 4 Durchgänge (12, 13, 14, 15) von D5 zählen, das sind $4 \times 16 = 64$ Clockimpulse, bis seine 4 Ausgänge abermals H sind. Dann erfolgt ein zweiter Übertragimpuls von E5 und dieser lädt über E4 die Binärzahl 0. Denn in diesem Augenblick ist das Flip-Flop A5 schon gesetzt und der Ausgang Q liegt auf L-Signal. Der zweite Übertragimpuls von E5 erfolgt beim 320. Clock (siehe Tabelle 1 a). Da jede Zeile 320 Bildpunkte bzw. Clockimpulse hat, ist das Ende der Zeile erreicht und ein neuer Durchgang von D5 und E5 beginnt von neuem.

Der zweite Übertragimpuls von E5 gibt den Zähler E6 jeweils für einen Clockimpuls frei. E6 und E7 zählen dementsprechend nur jeden 320. Clockimpuls bzw. jede Zeile auf dem Bildschirm. Da die Zeilen vertikal von oben nach unten geschrieben wer-

Tabelle 1

CLOCK-IMPULS	<u>D5</u>				<u>Übertrag</u>	<u>E5</u>				<u>Dezimalzahl</u>
	A (1)	B (2)	C (4)	D (8)		E (16)	F (32)	G (64)	H (128)	
1.	L	L	L	L		L	L	L	L	0
16.	H	H	H	H	↑	L	L	L	L	15
17.	L	L	L	L	↓	H	L	L	L	16
32.	H	H	H	H	↑	H	L	L	L	31
33.	L	L	L	L	↓	L	H	L	L	32
48.	H	H	H	H	↑	L	H	L	L	47
49.	L	L	L	L	↓	H	H	L	L	48
240.	H	H	H	H	↑	L	H	H	H	239
241.	L	L	L	L	↓	H	H	H	H	240
256.	H	H	H	H	↑	H	H	H	H	lädt die 12
257.	L	L	L	L	↓	L	L	H	H	255
272.	H	H	H	H	↑	L	L	H	H	207
273.	L	L	L	L	↓	H	L	H	H	208
288.	H	H	H	H	↑	H	L	H	H	223
289.	L	L	L	L	↓	L	H	H	H	224
304.	H	H	H	H	↑	L	H	H	H	239
305.	L	L	L	L	↓	H	H	H	H	240
320.	H	H	H	H	↑	H	H	H	H	lädt die 0
321.	L	L	L	L	↓	L	L	L	L	255
										0

den bezeichnet man die Zähler E6 und E7 zusammen als "Vertikale-Zählerstufe". Diese Stufe arbeitet genau wie die Zähler D5 und E5. Man kann also wieder die Tabelle 1 a benutzen. Allerdings lädt der erste Übertragimpuls von E7 beim 256. Clock nicht wie bei E5 die Zahl 12, sondern die Binärzahl 10. Denn an E6 sind die Eingänge Pin 4 (Bit B = 2) und Pin 6 (Bit D = 8) an das Flip-Flop A5 Pin 8 gebrückt. Deshalb muß E6 noch einmal 6 Durchgänge (10, 11, 12, 13, 14, 15) weiter zählen und beide Zähler, E6 und E7, werden erst nach $256 + 6 = 262$ Clockimpulsen durch den zweiten Übertragimpuls von E6 auf 0 zurückgesetzt. Ein Halbbild hat 262 Zeilen bzw. Clockimpulse. Beim 262. Clockimpuls ist das Ende eines Halbbildes erreicht, die Zähler E6 und E7 werden zurückgesetzt und ein neues Halbbild kann von neuem begonnen werden.

VERTIKALE-ZÄHLERSTUFE

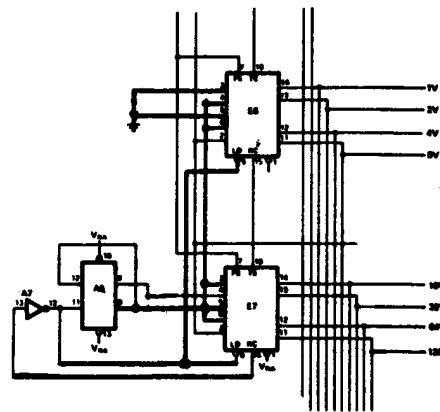


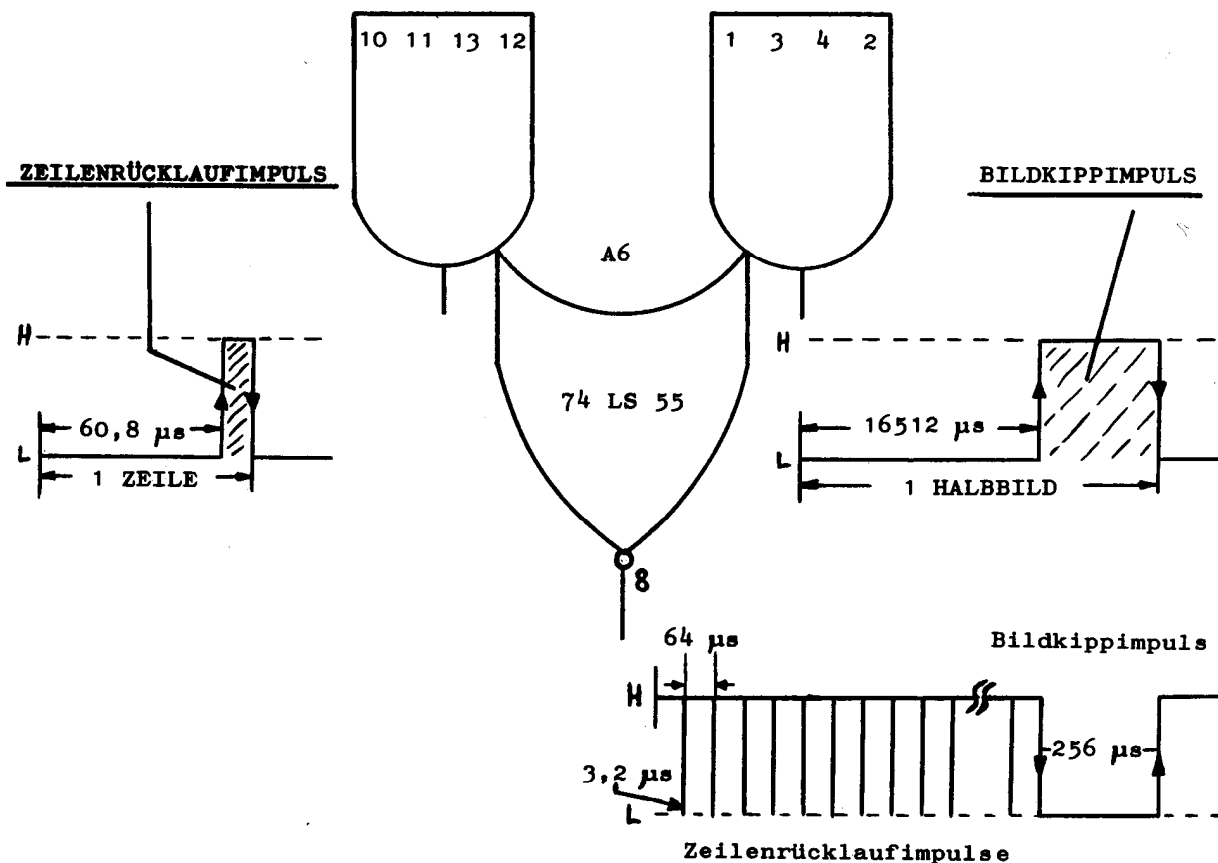
Abb. 3

SYNCHRONIMPULSE

Als Synchronimpuls bezeichnet man den Zeilenrücklauf und den Bildkipp. Sie triggern den horizontalen und vertikalen Oszillator auf dem Fernsehchassis.

Die Synchronimpulse werden über A6 (74 LS 55), einem AND/NOR-Gatter mit 2×4 Eingängen, zusammengefaßt. Beide Ausgänge der UND-Gatter sind normalerweise L, der Ausgang des NOR-Gatters ist überwiegend H.

ZEILENRÜCKLAUFIMPULSERZEUGUNG



Jeden 305. horizontalen Clockimpuls, alle 60,8 us, geht der Ausgang des linken UND-Gatters auf H-Signal. Durch dieses H-Signal wird der Ausgang des NOR-Gatters Pin 8 auf L gesteuert. Er bleibt dies für 3,2 us, die Länge des Zeilenrücklaufimpulses (siehe Abb. 5 links). Nach diesen 3,2 us, der Zeit, die der Elektronenstrahl von rechts nach links zurückläuft, wird der Ausgang des linken UND-Gatters wieder auf L gesteuert und der Ausgang des NOR-Gatters geht wieder auf H-Signal. Dieser Vorgang Wiederholt sich Zeile für Zeile 258 Mal.

Das linke UND-Gatter steuert den **ZEILENRÜCKLAUF**.

BILDKIPPIMPULSERZEUGUNG

Nachdem die 258. Zeile geschrieben worden ist, befindet sich der Elektronenstrahl in der rechten, unteren Ecke der Bildröhre und müßte normalerweise wieder nach links zurücklaufen. Zwar wird der Ausgang des linken UND-Gatters von A6 für den Zeilenrücklauf auf H-Signal gesteuert, doch jetzt, nach 16 512 us, geht auch der Ausgang des rechten UND-Gatters auf H-Signal. Beide Eingänge des NOR-Gatters sind gleichzeitig H und der Ausgang wird entsprechend L und bleibt L, dem Signal des rechten UND-Gatters folgend, für die Länge von 4 Zeilen, also 256 us lang. Dieser lange L-Impuls ist der BILDKIPPBEFEHL für das Fernsehchassis. Es muß den Elektronenstrahl von unten rechts nach oben links ablenken. Ein Halbbild ist komplett geschrieben.

Das rechte UND-Gatter steuert den BILDKIPP.

Der gesamte Vorgang wiederholt sich 60 mal in der Sekunde. In der Abb. 5 sieht man unten rechts die vielen Zeilenrücklaufimpulse in einer Zeile. Insgesamt sind es normalerweise 258 Stück, doch aus Platzmangel ist das Signal geschnitten (—). Ganz rechts ist der Bildkippimpuls mit einer Länge von 256 us eingezeichnet.

SYNCHRONISATIONSFEHLER

1.) An jedem Fernsehchassis befinden sich 2 Regler zum Abgleichen der horizontalen und vertikalen Synchronisation: "Horizontal-Hold" und "Vertical-Hold". SOLLTE DAS FERNSEHBILD VON OBEN NACH UNTEN ODER UMGEKEHRT DURCHLAUFEN, also nicht stillstehen, dann dreht man zuerst am Regler "Vertical-Hold". Dadurch versucht man die Steuerplatine mit dem Fernsehchassis zu synchronisieren. Das Bild muß normalerweise in einen bestimmten Bereich des Reglers optisch einrasten. Ist dies nicht der Fall, FEHLT DEM FERNSEHCHASSIS DER BILDKIPPIMPULS.

Sollte der Fehler am 8080-Standard-Board eines Midway-Gerätes liegen, überprüft man zuerst am A6 Pin 8 mit einem Oszilloskop die Synchronimpulse. Fehlt der 256 us lange Bildkippimpuls, ist der Fehler an den Eingängen Pin 1-4 von A6 oder an den

Zählern E6 und E7 zu suchen. Hier geht man am besten mit der VIDEOPROBE vor (siehe VIDEOPROBE). An den Zählerausgängen Pin 11-14 von E6 und E7 müssen auf dem Bildschirm waagerechte, weiße Balken zu sehen sein, die sich von E6 Pin 14 bis E7 Pin 11 immer wieder verdoppeln.

2.) STEHT DAS BILD STILL, IST JEDOCH DIAGONAL VERZERRT (siehe Abb. 6a) FEHLT DER ZEILENRÜCKLAUFIMPULS. In diesem Fall liegt ein horizontaler Synchronisationsfehler vor. Zuerst versucht man es mit dem Regler "Horizontal-Hold". Hilft das nicht, macht man mit der Videoprobe die Eingänge von A6 Pin 10-13 des linken UND-Gatters oder die Ausgänge der Zähler D5 und E5 sichtbar.

Dabei müssen senkrechte, weiße Balken zu sehen sein, die sich von D5 Pin 14 bis E5 Pin 11 jeweils verdoppeln. Auf der Abb. 6 ist zum Beispiel die Videoprobe von D5 Pin 12 zu sehen. Fehlen an einem Pin diese Balken, muß die entsprechende Leiterbahn und das IC auf Kurzschluß oder Unterbrechung geprüft werden.

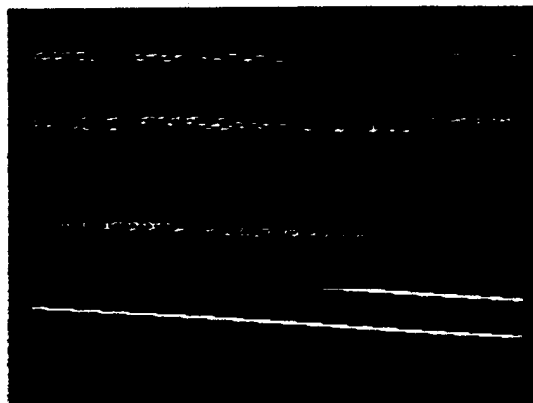


Abb. 6a

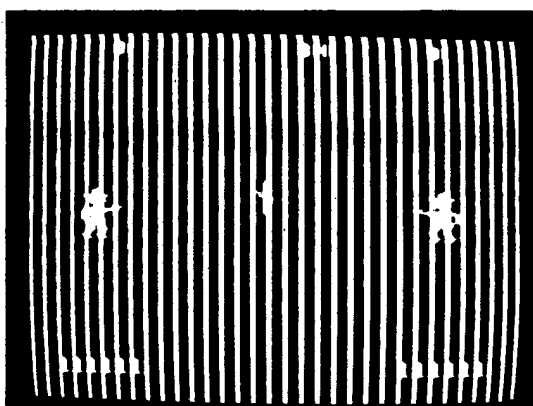


Abb. 6

Notizen:

3.) IST IN DER MITTE DES BILDSCHIRMES EIN DÜNNER, WAAGERECHTER, HELLER STRICH ZU SEHEN (siehe Abb. 7) überprüft man die Vertikal-Endstufe vom Fernsehchassis, denn in diesem Fall wird der Elektronenstrahl zwar von links nach rechts, aber nicht von oben nach unten, also vertikal, abgelenkt. Es kann aber auch die vertikale Ablenkspule auf dem Bildröhrenhals einen Defekt haben.

4.) BEI EINEM SENKRECHTEN BALKEN (siehe Abb. 8) liegt der Fehler an der Horizontal-Endstufe oder an der horizontalen Ablenkspule.

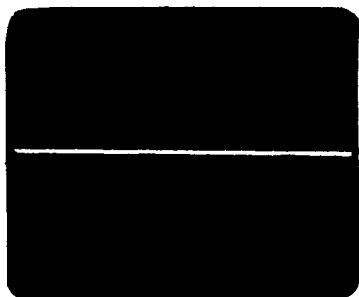


Abb. 7



Abb. 8

5.) Da die Elektronen von der Kathode im Bildröhrenhals die kürzeste Strecke zur Anode (Bildschirm) nehmen, ist bei einem BILDPUNKT IN DER MITTE des Bildschirms die horizontale UND vertikale Endstufe defekt. Der Elektronenstrahl wird in diesem Fall weder von oben nach unten, noch von links nach rechts abgelenkt.

VIDEOPROBE

Mit der Videoprobe lassen sich alle Ein- und Ausgänge der Zählerkette zur Auszählung von Synchronimpulsen sichtbar machen (siehe Ausgabe März/Abb. 4). Da jede TV-Platine diese Zählerkette für die Synchronisation des Fernsehchassis benötigt, kann die Videoprobe bei allen TV-Geräten verwendet werden.

Hierzu sucht man sich im Schaltplan die Steckverbindung mit der Videoleitung heraus. Meistens ist sie mit "Composite Video" bezeichnet. Bei den Midway-Geräten ist es Pin 18 der 18 pol Steckverbindung vom Motherboard. Diese Leitung verfolgt man jetzt bis zum Videokondensator zurück. Oft ist es ein 10 µf Elko. Dann lötet man an die +Seite, d.h. an die von der Steckverbindung abgewandte Seite des Kondensators, einen 4,7 k Widerstand (siehe Abb. 9).

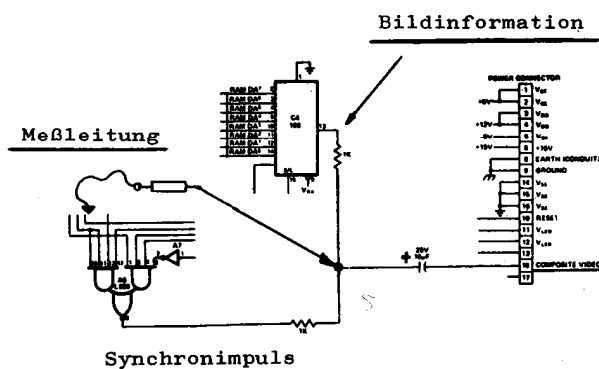


Abb. 9

Notizen:

Klemmt man an den Widerstand eine Meßleitung, können nun sämtliche Signale auf dem Bildschirm sichtbar gemacht werden. In der Abb. 6 ist als Beispiel das Videosignal vom Zähler D5 Pin 12 zu sehen. Es wird zusätzlich zum normalen Bildinhalt vom Fernsehchassis verarbeitet. An Pin 12 liegt das Rechtecksignal des Bit's C mit der Wertigkeit 4 an, d. h. zuerst steht für 4 Clockimpulse ein L-Signal (schwarzer Balken) und dann für 4 Clockimpulse ein H-Signal (weißer Balken) usw. an (siehe Abb. 10). Ein L-Signal sperrt die Kathode der Bildröhre und der Bildschirm bleibt dunkel. Ein H-Signal steuert die Kathode an Masse und die abgesandten Elektronen erzeugen Bildpunkte. Dieser Vorgang wiederholt sich Zeile für Zeile und bildet dadurch die senkrechten Balken.

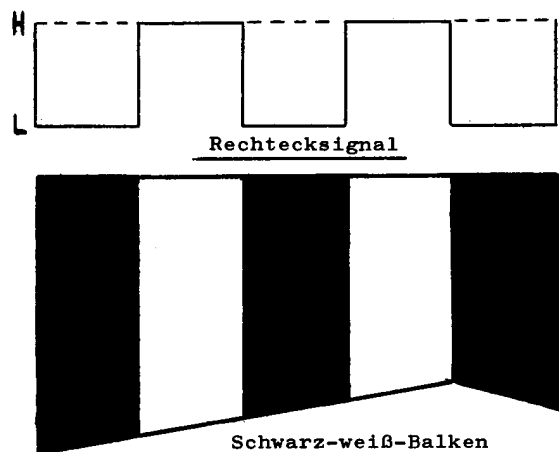


Abb. 10

Um die Arbeitsweise der Zählerkette besser verstehen zu können, sollte man die Zählerausgänge mit der Videoprobe auf dem Bildschirm sichtbar machen. Die Videoprobe, die dann auf dem Bildschirm zu sehen ist, muß man kennen, um nachher einen auftretenden Synchronisationsfehler schneller zu lokalisieren.

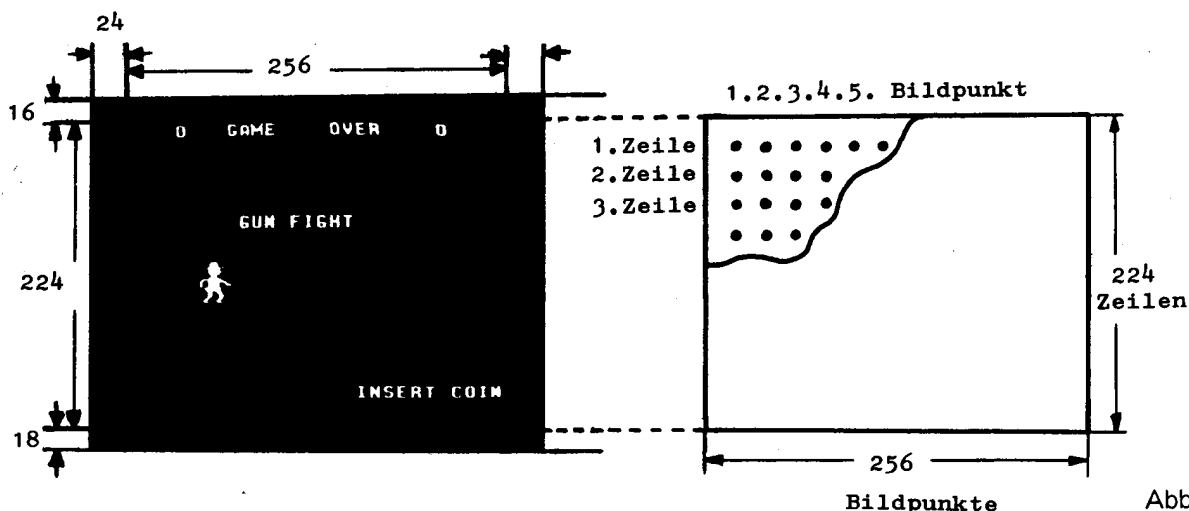


Abb. 1

BILDINHALT

Bis jetzt wurde eine Zeile in 304 geschriebene Bildpunkte und 16 Bildpunkte für den Zeilenrücklauf unterteilt. Da die Bildröhre an den Seiten gewölbt ist, macht man jedoch von den 304 geschriebenen Bildpunkten nur 256 wirklich sichtbar. Die verbleibenden 48 bilden einen unsichtbaren Rand von je 24 Bildpunkten an jeder Bildschirmseite (Abb. 1). Dieser Rand links und rechts ist mit der Videoprobe an A5 Pin 6 als dunkelgrauer Balken zu sehen.

Von den 262 Zeilen pro Halbbild werden 258 geschrieben und 4 Zeilen benötigt der Bildkipp. Insgesamt werden jedoch nur 224 Zeilen vom Elektronenstrahl ausgetastet. Die 16 Zeilen am oberen Bildschirmrand und die 18 am unteren ergeben die restlichen 34 Zeilen eines Halbbildes und können an A5 Pin 8 mit der Videoprobe sichtbar gemacht werden.

In der Abb. 1 sieht man als Beispiel das "Game-Over-Bild" eines "Gun-Fight". Es wurde in die sichtbaren und unsichtbaren Bildpunkte und Zeilen aufgeteilt. Die 256 Bildpunkte x 224 Zeilen ergeben die Größe des eigentlichen Halbbildes von 57.344 schwarzen und weißen Bildpunkten, das in der Abb. 1 rechts schematisch dargestellt ist.

Bevor das komplette Halbbild auf dem Bildschirm sichtbar wird, muß es erst vom Microprozessor aus vielen kleinen Einzelinformationen in 16 RAM's zusammengesetzt werden. Es handelt sich hier um **4 K Bit Dynamische RAM's**, die unter der Bezeichnung TMS 4060 von "Texas Instruments" oder als 2107 B von "Intel" produziert werden. Beide Typen werden auf dem Motherboard von Midway verwendet. Als Microprozessor (MPU) wird der 8080 von "Intel" eingesetzt, ein 8-Bit Prozessor. Da der MPU nur byteweise die Informationen

verarbeitet, werden die 16 RAM's in zwei Gruppen zu je 8 Stück aufgeteilt. Jede Gruppe kann 1 Byte gleichzeitig abspeichern oder auslesen.

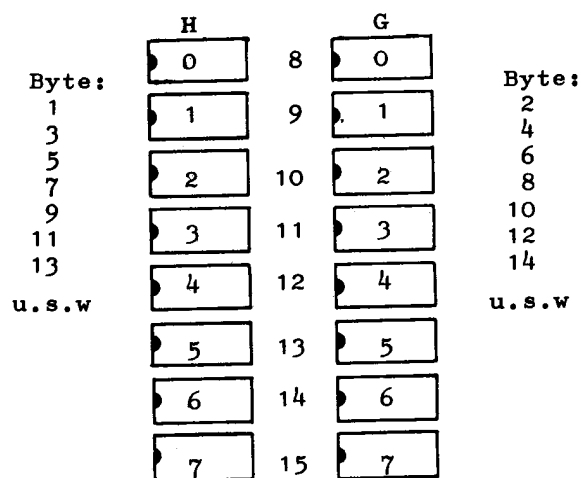


Abb. 2

In der Abb. 2 ist die Anordnung der beiden RAM-Reihen auf dem Motherboard abgebildet. Links sieht man die H-Reihe mit den RAM's H8 - H15 und rechts die G-Reihe mit G8 - G15. Diese Bezeichnungen geben auch gleichzeitig die Position der RAM's auf dem Motherboard an.

RAM (Random – Access – Memory)

Das RAM ist für den Microprozessor (MPU) wie ein Notizbuch, in das er sich alle wichtigen Daten und Befehle **schreiben** und, wenn er sie benötigt, jederzeit **nachlesen** kann. Wird in ein RAM eine Information abgespeichert, nennt man diesen Vorgang **SCHREIBEN**, das Abrufen dieser Information wird als **LESEN** bezeichnet. Man spricht deshalb vom RAM als einen **Schreib-Lese-Speicher**.

Was für uns die Handschrift ist, mit der wir Daten in ein Notizbuch schreiben, ist für den MPU das binäre Zahlensystem, das schon im letzten Jahr ausführlich besprochen wurde. Der MPU schreibt seine Informationen als Binär-Zahlen in ein RAM.

Ein RAM hat dazu Speicherplätze, weiterhin als BIT bezeichnet. Ein Bit kann ein H oder L beinhalten.

Notizen:

Dieses H oder L wird entweder durch einen Flip-Flop oder durch einen Kondensator gespeichert. 1 BIT = kleinste Speichereinheit; kann H oder L sein.

Werden in einem RAM Flip-Flop's als Speicher benutzt, ist es ein **STATISCHES RAM**. Das Flip-Flop einmal gesetzt, kann das H, also die Information, unbegrenzt halten, hat dafür aber eine sehr hohe Leistungsaufnahme.

Bestehen die Speicherplätze aus Kondensatoren, spricht man von einem **DYNAMISCHEN RAM**. Durch unvermeidliche Leckströme werden jedoch die Speicherkondensatoren ständig entladen und müssen deshalb periodisch (typisch alle 2 ms) aufgefrischt werden (refreshing).

Statisches RAM = Flip-Flop's als Speicher = Information wird unbegrenzt gehalten, hohe Leistungsaufnahme.

Dynamisches RAM = Kondensatoren als Speicher = Information muß mindestens alle 2 ms aufgefrischt werden (refreshing).

Die meisten Microprozessoren, die verwendet werden, können nur Befehle mit der Befehlslänge von 8 Bits verarbeiten. Deshalb werden die Speicherplätze in Gruppen zu je 8 Bits, sogenannte **BYTES** unterteilt. Ein Byte kann zwischen der Binär-Zahl 0 (alle 8 Bits auf L) bis zur 255 (alle 8 Bits auf H), jede beliebige Dezimalzahl (Befehl) beinhalten.

1 BYTE = 8 Bits = 256 verschiedene Daten.

Die Anzahl dieser Bits (Speicherplätze) wird als **SPEICHERKAPAZITÄT** in K = Kilo angegeben. 1 K ist nicht dezimal $10^3 = 1000$, sondern, da es in der Digitaltechnik nur 2 Zustände gibt, binär $2^{10} = 1024$.

1 K = $2^{10} = 1024$

Ein **statisches** RAM mit 1 K Speicherkapazität hat demnach 1024 **Flip-Flop's** als Speicherplätze, die in der Abb. 3, in Bytes aufgeteilt, schematisch dargestellt sind.

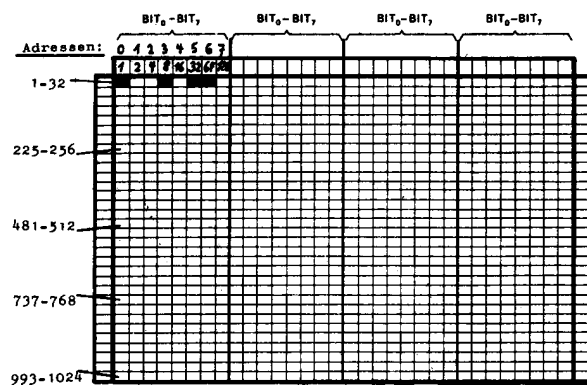


Abb. 3

Im 1. Byte wäre zum Beispiel, wenn ein schwarzes Feld = L und ein weißes Feld = H ist, die Binär-Zahl 150 abgespeichert. Denn das Bit 0 hat immer die Wertigkeit 1, Bit 1 = 2, Bit 2 = 4 usw. bis zum Bit 7 mit der Wertigkeit 128. Sind die Bits 1, 2, 4 und 7 auf H, ergibt das $2 + 4 + 16 + 128 = 150$. Um dieses Byte zu verarbeiten, müßte man die Adressen 1-8 aufrufen. So wie im ersten Byte können insgesamt 128 Befehle (Bytes) über eine Daten-

leitung in dieses RAM geschrieben und über die 1024 Einzeladressen aufgerufen werden.

In der Abb. 4 sieht man stark vergrößert die 4096 Speicherplätze, die auf einem Chip von 3,5 mm x 4 mm untergebracht sind.

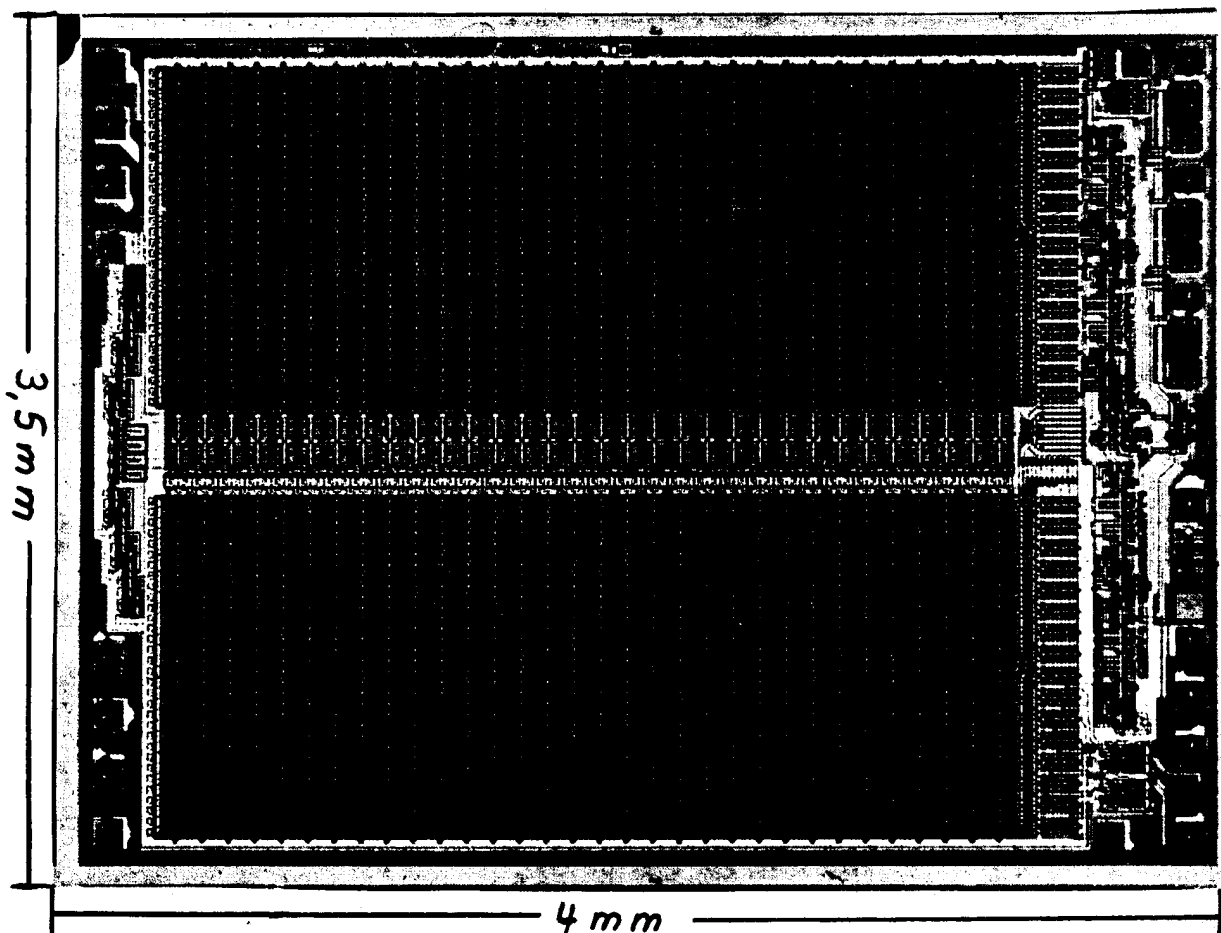
Speicherkapazität

Die Speicherkapazität wird auf 2 Arten angegeben: Entweder in Bit oder Byte. Ein 2 K **Bit RAM** hat 2048 Speicherplätze, die alle eine **eigene Adresse** haben. Man könnte maximal 2048 Einzelinformationen speichern. Dagegen hat ein 1 K **Byte RAM** 1024 Bytes mit je 8 Bits = 8192 Speicherplätzen. In diesem RAM können 1024 Bytes gespeichert werden, da **byteweise adressiert** wird.

Man muß also immer auf die volle Bezeichnung eines RAMS's achten:

- 1.) Speicherkapazität in K
- 2.) Art der Informationsspeicherung: Flip-Flop oder Kondensator
- 3.) Adressierung der Informationsspeicherung: Bit oder Byte

Abb. 4



SCHREIBEN

Will man eine Information in einem RAM abspeichern, muß das einzelne Flip-Flop des Speicherplatzes bei einem H als Data gesetzt oder der Kondensator aufgeladen werden. Dies geschieht über die DATENLEITUNGEN. Bei einem **Bit RAM** gibt es nur **1 Datenleitung**, über die die Information an die einzelnen Bits gegeben wird. Ein **Byte RAM** hat für das Abspeichern eines Bytes (8 Bits) 8 Datenleitungen, die mit D_0 - D_7 bezeichnet sind. Es erhalten immer 8 Bits gleichzeitig ihre Daten. Das Bit 0 seine Daten über die Datenleitung D_0 , Bit 1 über D_1 usw. bis Bit 7 über D_7 .

1 K Bit RAM = 1 Datenleitung, bitweise Adressierung

1 K Byte RAM = 8 Datenleitungen D_0 - D_7 , byteweise Adressierung

Der Microprozessor leitet über die Datenleitungen Informationen an das RAM zur Speicherung. Da er aber keinen Einfluß darauf hat, in welchem Bit oder Byte das RAM diese Daten ablegt, muß das RAM ihm die Adresse des gewählten Bits oder Bytes über die ADRESSENLEITUNG (EN) zurückschicken.

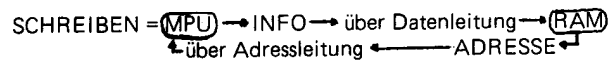
Die Anzahl der Adressleitungen richtet sich nach der Speicherkapazität des RAM's. Ein 1 K **Bit RAM** hat z.B. 1024 adressierte Bits, benötigt also für die 1024 Adressen (verschiedene Binär-Zahlen) **10 Adressleitungen** mit der Bezeichnung A_0 - A_9 . In einem 1 K **Byte RAM** hat nur jedes Byte eine eigene Adresse und man braucht dementsprechend auch **10 Adressleitungen**.

1 K Bit RAM = 1024 adressierte **Bits** = 10 Adressleitungen A_0 - A_9

1 K Byte RAM = 1024 adressierte **Bytes** = 10 Adressleitungen A_0 - A_9

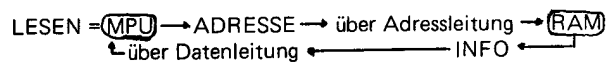
Notizen:

Über 10 Adressleitungen können von der Binär-Zahl 0 (alle 10 Leitungen auf L) bis zur 1023 (alle 10 Leitungen auf H) insgesamt 1024 verschiedene Adressen transportiert werden.



LESEN

Braucht der Microprozessor bestimmte gespeicherte Daten, wird umgekehrt gearbeitet. Er ruft die Adresse des entsprechenden Bits oder Bytes über die Adressleitung auf und bekommt die abgespeicherte Information über die Datenleitung zur Verarbeitung. Jeder Speicherplatz wird nach dem Auslesen seiner Information vom RAM automatisch wieder gelöscht.



Das Wichtigste noch einmal zusammengefaßt:

1. Ein RAM ist ein SCHREIB-LESE-SPEICHER.
2. Es gibt STATISCHE (Flip-Flop) oder DYNAMISCHE (Kondensator) Speicherplätze.
3. Die Speicherplätze werden als BIT oder in Gruppen zu 8 als Byte bezeichnet.
4. Die Anzahl der Speicherplätze nennt man SPEICHERKAPAZITÄT.
5. Die Speicherkapazität wird in K Bit oder K Byte angegeben.
6. Nach der Speicherkapazität richtet sich die Anzahl der ADRESSLEITUNGEN.
7. Ein K Bit RAM hat 1 DATENLEITUNG, ein K Byte RAM hat die 8 DATENLEITUNGEN D_0 - D_7 .
8. SCHREIBEN = Daten abspeichern.
9. LESEN = Daten abrufen.

DATEN SPEICHERN

In der Abb. 5 sind die ersten 3 Zeilen eines Halbbildes aufgezeichnet. So wie diese 3 Zeilen, ist das gesamte Halbbild in jeweils 32 Bytes pro Zeile aufgeteilt, da der Microprozessor (MPU) Informationen nur byteweise verarbeiten kann.

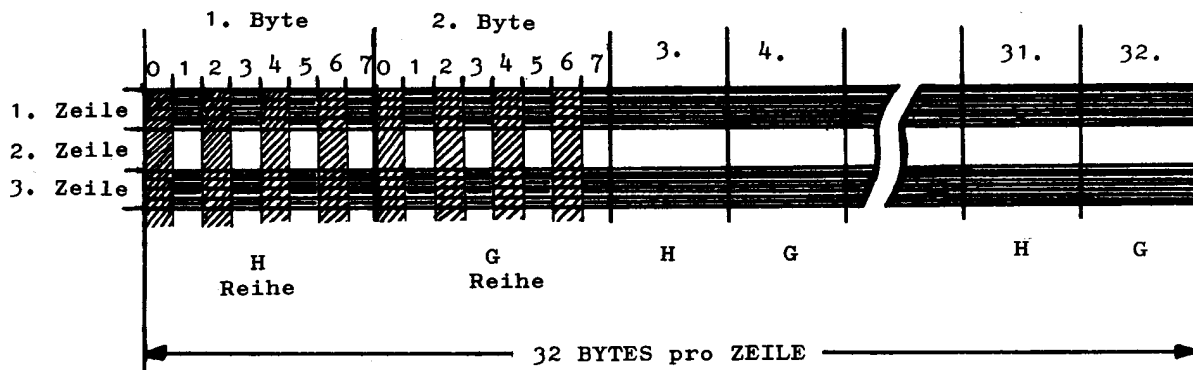


Abb. 5

Am Anfang setzt der MPU das 1. Byte der 1. Zeile zusammen und transportiert es auf dem DATA BUS zu den RAM's. Die Bezeichnung DATA BUS findet man in der Abb. 6 unten, Mitte. Dieser BUS, der zur Vereinfachung zeichnerisch als dicker Balken dargestellt ist, besteht in Wirklichkeit aus 8 Datenleitungen. Verfolgt man diese BUS-Leitung nach oben, sieht man, dass rechts die Datenleitungen D₀ - D₇ über 330 Ohm Widerstände zu den einzelnen RAM's abzweigen. Da in jedes dieser RAM's Informationen **bitweise** gespeichert werden, liegt jeweils nur 1 Datenleitung an. Außerdem wird man feststellen, daß die Dateneingänge der beiden RAM's in den jeweils gleichen Positionen (Abb. 2) miteinander gebrückt sind. H8 Pin 6 mit G8 Pin 6, H9 Pin 6 mit G9 Pin 6 usw.

Das 1. Byte mit seinen Bits 0-7 liegt jetzt an den Dateneingängen der 16 RAM's an: das Bit 0 über die Datenleitung D₀ an H8 und G8, Bit 1 über D₁ an H9 und G9, Bit 2 über D₂ an H10 und G10 usw. Damit nicht beide RAM-Reihen dieses 1. Byte doppelt übernehmen, wird eine Reihe, die G-Reihe, komplett über die CE-Leitung = Chip-Enable Leitung (Enable = Freigabe) verriegelt. Diese CE-Leitung der G-Reihe ist an alle Pin 17 der RAM's G8 - G15 durchgeschliffen und wird von C5 Pin 7 gesteuert. Liegt ein L-Signal an Pin 17, ist das RAM freigegeben, bei einem H-Signal verriegelt. Die CE-Leitung an H8 - H15 kommt von C5 Pin 2. Die H-Reihe ist also über CE Pin 17 freigegeben und speichert jetzt das 1. Byte, in jedem RAM ein Bit, ab. Deshalb findet man auf den RAM's die Bezeichnung Bit 0 - Bit 7. Das 2. Byte der 1. Zeile wird jetzt genauso vom Microprozessor über den DATA-BUS an die beiden RAM-Reihen trans-

portiert doch dieses Mal ist über die CE-Leitung von C5 die H-Reihe verriegelt und in die G-Reihe wird das 2. Byte geschrieben. In dieser Art wird Byte für Byte abwechselnd von der H-Reihe oder G-Reihe übernommen. In der Abb. 2 sieht man links und rechts die Nummern der Bytes, die in die entsprechende RAM-Reihe gespeichert werden.

Ist die 1. Zeile mit ihren 32 Bytes in den 16 RAM's abgespeichert, wird auf die gleiche Weise die 2. Zeile verarbeitet. Dann die 3. Zeile, die 4. Zeile usw. bis alle 224 Zeilen eines Halbbildes in den RAM's untergebracht sind

(siehe Abb. 6)

An jedem RAM Pin 12 liegt die WE = Write-Enable (Schreib-Freigabe) Leitung. Über diese Leitung gibt der Microprozessor die RAM's zum Schreiben, d.h. zur Datenaufnahme, frei. Ein L-Signal an Pin 12 gibt den RAM's den Befehl, die Daten, die am Eingang Pin 6 anliegen, zu übernehmen und abzuspeichern. Bei H-Signal werden alle RAM's ausgelesen.

AUSLESEN DER RAM's

Bei 256 Bildpunkten pro Zeile und 224 Zeilen pro Halbbild müssen 57.344 Bildpunkte einzeln vom Elektronenstrahl ausgetastet werden. Die Aufgabe der RAM's auf dem Midway Mother-Board ist, den augenblicklichen Zustand dieser schwarzen und weißen Bildpunkte als L- oder H-Signal zu speichern. Demnach ist jeder Bildpunkt durch ein Bit in den RAM's vertreten und der komplette Speicherinhalt der RAM's ist ein elektronischer "Spiegel" des aktuellen Halbbildes. Sollte der Spieler zum Beispiel ein Torpedo abschießen, kann der MPU während des Sichtbarmachens die Flugbahn dieses Geschosses aus den RAM's abfragen und auf Hindernisse prüfen. Bei Gegenständen in der Flugrichtung braucht er diese nur mit Hilfe der ROM's zu identifizieren und, falls sie vom Spieler getroffen werden, entsprechend zu verarbeiten.

Soll nun das normale Halbbild auf den Bildschirm geschrieben werden, muß es Bit für Bit über die 12 RAM-Adress-Leitung RAM AD₁ - RAM AD₁₂ aufgerufen und von den 7 RAM-Data-Leitungen RAM DA₀ - RAM DA₇ an das Schieberegister C4 transportiert werden.

Zum automatischen Auslesen verwendet man die 12 Synchronimpulse der Zähler E5 - E7. Falls der Spieler den Spielablauf beeinflusst, werden die speziellen Bytes direkt vom MPU mit den Adress-Leitungen AD₀ - AD₁₂ abgefragt. Damit jede RAM-Adress-Leitung beide Informationen transportieren kann, werden die Synchronimpulse mit den MPU-Adressen von den 9322 IC's, F5 - F7, sogenannte 2 auf 1 Multiplexer, gemultiplext*). In der Abb. 1 sieht man als Beispiel F5. An den Eingängen Pin 2, 5, 11 und 14 liegen jeweils die Synchronimpulse 16H - 128H und 1V - 128V. An den Eingängen Pin 3, 6, 10 und 13 stehen die Daten der MPU-Adressen AD₁ - AD₁₂. Ist der SEL (Select=Auswahl) Eingang Pin 1 auf H-Signal, wird die Information der 12 MPU-Adressen an die 4 Ausgänge Pin 4, 7, 9, und 12 der 3 Multiplexer gesteuert. (siehe Abb. 1)

Bei L-Signal werden die Informationen der Synchronimpulse zu den RAM's transportiert. In der nachfolgenden Tabelle ist die Zusammensetzung der RAM-Adress-Leitung zu sehen:

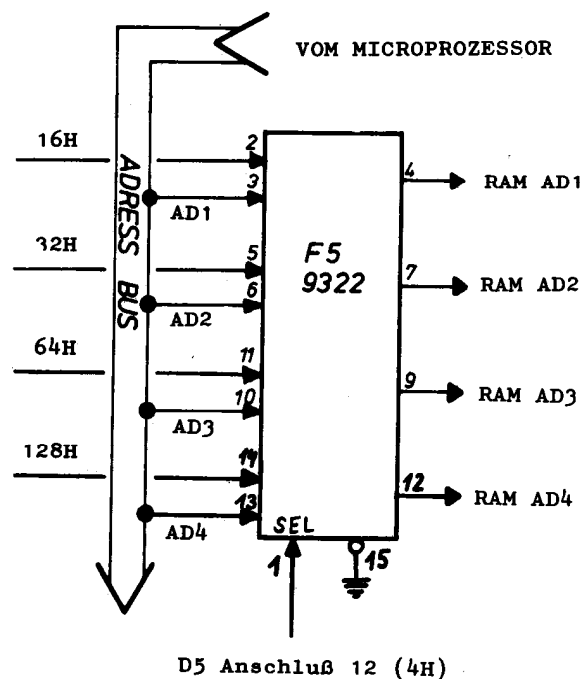


Abb. 1

die Ausgänge von E5 bis zum 16. Clock auf L bleiben (siehe Tabelle 1 in April-Ausgabe 1980). Das 3. Byte beginnt mit dem 17. Clockimpuls. Beim 17. Clock ist der Ausgang A (Pin 14) von E5 auf H-Signal, das entspricht der Adresse 1. Und genau unter dieser Adresse ist in der H-Reihe

Tabelle 1

RAM AD ₁	transportiert	entweder	16 H	oder	MPU-Adresse	AD ₁
RAM AD ₂	"	"	32 H	"	"	AD ₂
RAM AD ₃	"	"	64 H	"	"	AD ₃
RAM AD ₄	"	"	128 H	"	"	AD ₄
RAM AD ₅	"	"	1 V	"	"	AD ₅
RAM AD ₆	"	"	2 V	"	"	AD ₆
RAM AD ₇	"	"	4 V	"	"	AD ₇
RAM AD ₈	"	"	8 V	"	"	AD ₈
RAM AD ₉	"	"	16 V	"	"	AD ₉
RAM AD ₁₀	"	"	32 V	"	"	AD ₁₀
RAM AD ₁₁	"	"	64 V	"	"	AD ₁₁
RAM AD ₁₂	"	"	128 V	"	"	AD ₁₂

In den 2 x 8 RAM-Reihen ist jedes Byte bitweise abgespeichert. Die 8 Bits eines Bytes haben demnach alle die gleiche Adresse. Das Auswählen der RAM-Reihe erfolgt über die CE-Leitung Pin 17. Wenn zum Beispiel das 1. Byte der 1. Zeile abgefragt werden soll, muß zuerst die H-Reihe über CE freigegeben werden. Dann adressieren die Synchronimpulse 16H - 128H das entsprechende Bit in jedem der 8 RAM's mit der Adresse 0. Denn zu diesem Zeitpunkt sind erst 8 Clockimpulse vergangen und die 4 Ausgänge von E5 sind L. Das 2. Byte der 1. Zeile wird mit Hilfe der CE-Leitung aus der G-Reihe ausgelesen, die Adresse der 8 Bits ist ebenfalls 0, da

das 3. Byte in der G-Reihe das 4. Byte abgespeichert. So wird Byte für Byte und Zeile für Zeile von den Synchronimpulsen automatisch adressiert und die ausgegebenen Daten stehen immer im gleichen Zeitpunkt mit dem Elektronenstrahl an.

*)multiplexen: Übertragung zeitlich hintereinander folgender Informationen

Notizen:

Tabelle 2

BYTE:	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31
RAM-Reihe:	HG	HG	HG	HG	HG	H G	H G	H G	H G	H G	H G	H G	H G	H G	H G	H G
ADRESSE:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Soll zum Beispiel das 12. Byte in der 56. Zeile sichtbar gemacht werden, adressieren die 4 Ausgänge Pin 11-14 von E5 die Adressen 6 (A=L, B=H, C=H, D=L) und über die CE-Leitung wird im selben Augenblick die H-Reihe freigegeben (12. Byte). Dann wählen die Ausgänge Pin 11-14 von E6 und E7 die Zeilen an: E6 Pin 11 (D=8), E7 Pin 14 (E=16) und E7 Pin 13 (F=32) sind auf H-Signal.

Will der MPU ein bestimmtes Byte abfragen, muß er genauso mit den 4 Adress-Leitungen AD₁ - AD₄ das Byte, mit AD₅ - AD₁₂ die Zeilennummer und mit der CE-Leitung die RAM-Reihe adressieren. Sind die 8 Bits komplett in den entsprechenden 8 RAM's der H- oder G-Reihe adressiert, werden sie durch die 8 RAM-Data-Leitungen RAM DA₀ - RAM DA₇ von den Ausgängen Pin 7, über den Inverter D4 an das Schieberegister C4 transportiert. Die Clockfrequenz an Pin 6/7 des 74 166 Schieberegisters (siehe Abb. 2) beträgt 5 MHz. C4 wird demnach synchron zum Elektronenstrahl getaktet und gibt alle 200 ns ein Bit von einem Eingang an den Ausgang Pin 13. Zuerst wird das Bit 0 von RAM DA₀/Pin 14 an den Ausgang gelegt, dann das Bit 1 von RAM DA₁/Pin 12, dann das Bit 2 von RAM DA₂/Pin 11 usw. bis zum Schluß des Bytes das Bit 7 von RAM DA₇/Pin 2. Das Schieberegister gibt das parallel an den Eingängen anliegende Byte im Abstand von 200 ns seriell, d.h. bitweise an das Fernsehchassis, da der Elektronenstrahl nur Bildpunkt neben Bildpunkt schreiben kann.

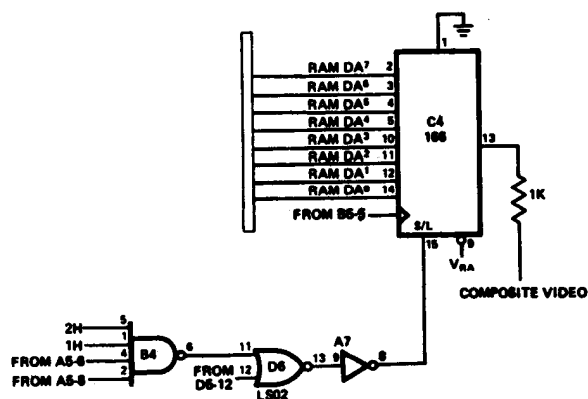


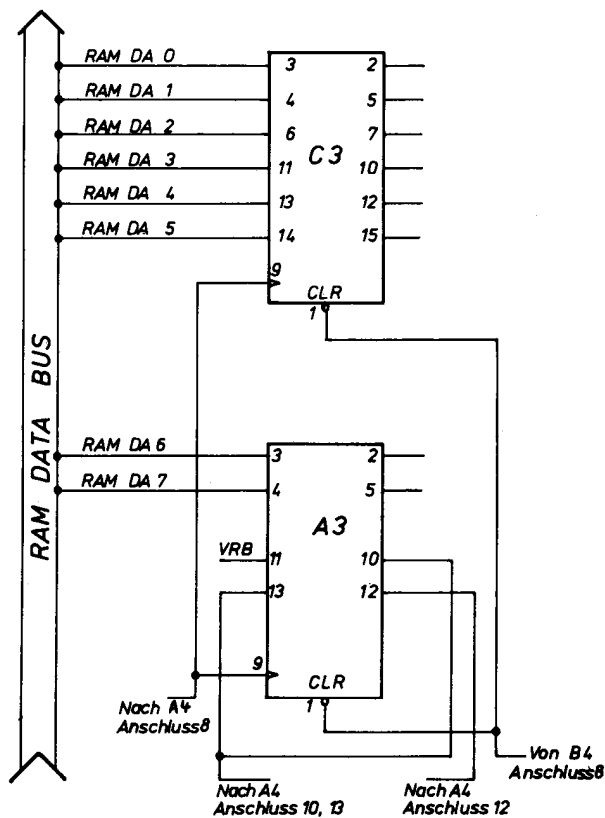
Abb. 2

Alle Bytes auf den RAM-Data-Leitungen RAM DA₀ - RAM DA₇ werden jedes Mal in den 74 174 6-Bit Registern C3 und A3 zwischengespeichert, damit sie der MPU jederzeit zur weiteren Verarbeitung abrufen kann. Dazu braucht er nur auf den Clockeingang Pin 9 ein H-Signal zu legen und die Bits 0-5 der Eingänge Pin 3, 4, 6, 11, 12, 14 von C3 und die Bits 6 + 7 an Pin 3 + 4 von A3 liegen an den Ausgängen 2, 5, 7, 10, 12, 15 und Pin 2, 5 von C3 + A3 an. (siehe Abb. 3)

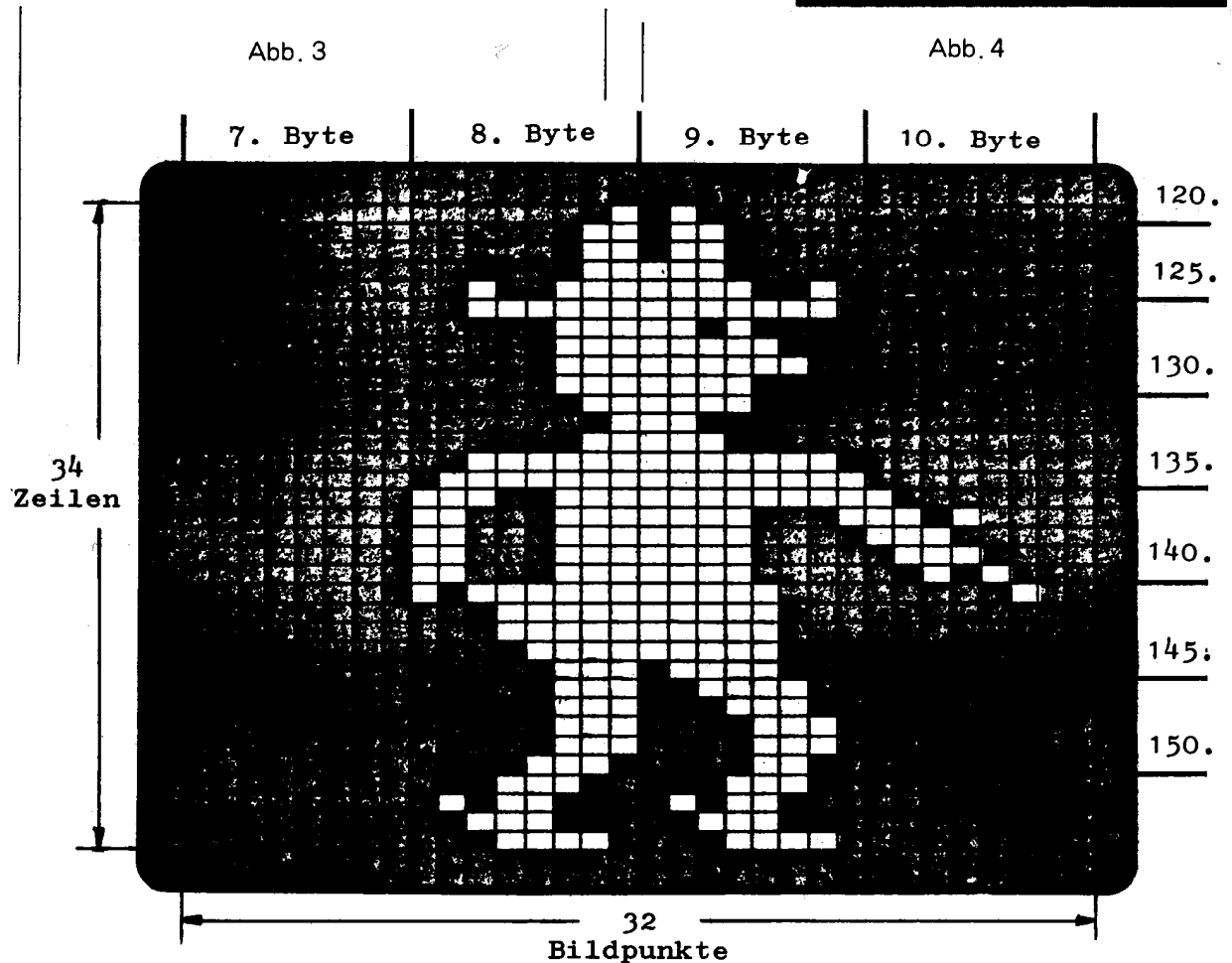
RAM-FEHLER

Wenn man die Videoprobe nacheinander an jeden Ausgang Pin 7 der RAM's anschließt, sieht man deutlich die entsprechenden Bits in Abständen von einem Byte Zeile für Zeile untereinander als

Notizen:



schwarze Balken. Dazu lötet man am Besten den 1K Widerstand vom Ausgang C4 Pin 13 ab. Jeder dieser senkrechten Balken beinhaltet die Information eines Bits von jedem der 32 Bytes pro Zeile. Würde man die Ausgänge der H- und G-Reihe getrennt prüfen, wären die Bits in Abständen von 2 Bytes zu sehen, da in jeder Reihe nur 16 Bytes pro Zeile jeweils um ein Byte versetzt, abgespeichert sind. Das Trennen der Ausgänge ist jedoch nicht möglich, da der MPU sofort in seiner Arbeit durch die fehlenden Daten unterbrochen würde.



Die Koordinaten des Cowboy sind waagrecht das 8. - 10. Byte und senkrecht die 120. - 154. Zeile. In den ROM's (Festwertspeicher) ist der Cowboy in einem Speicherfeld von 34 Zeilen x 32 Bits untergebracht und besteht nur aus H-Signalen (weißes Feld). Die schwarzen Felder (L-Signale) sind Daten, die genauso abgespeichert, doch auf dem Bildschirm nicht sichtbar gemacht werden. Der MPU holt sich diese H- und L-Signale als Daten byteweise von dem ROM's und speichert sie in den RAM's Zeile für Zeile ab. Aus den RAM's ausgelesen, werden Sie über das Schieberegister an das Fernsehchassis weitergegeben. Sämtliche H-Bits steuern die Kathode der Bildröhre auf GND (Masse) und der Elektronenstrahl beleuchtet Punkt für Punkt den Bildschirm in Abständen von 200 ns, genau wie es in der Abb. 5 dargestellt ist.

d.h., daß vertikale Linien zwar vorhanden, in den Zwischenräumen jedoch weitere Daten sichtbar sind und/oder, daß Daten in den Linien fehlen, ist dieser Fehler auf defekte RAM's oder fehlende Ansteuerung zurückzuführen. Viele Midway Geräte haben einen eingebauten RAM-Test, um das defekte RAM herauszufinden. Die Funktion dieses Tests ist in dem entsprechenden Handbuch nachzulesen.

Sollte kein RAM-Test eingebaut sein, kann man über den Generalimporteur eine RAM-TEST-PLATINE für sämtliche Midway Geräte beziehen. Zeigt der RAM-Test ein oder mehrere RAM's als fehlerhaft an, werden zuerst die 12 RAM-Adressen-Leitungen an Pin 2-4, 8-10, 13-15, 19-21 mit dem Oszilloskop oder der Videoprobe überprüft. Bei der Videoprobe müssen auf dem Bildschirm die waagerechten oder senkrechten Balken der Synchronimpulse mit dem Datenflimmern der MPU-Adresse zu sehen sein. Am Besten betrachtet man sich zuerst die Ein- und Ausgänge der RAM's auf einer fehlerfreien Platine, um sich genau die Videoproben einprägen zu können. Da die RAM-Adresse von RAM zu RAM durchgeschliffen sind, braucht man nur H8 + G8 und H15 + G15 zu prüfen. Bei einer fehlerhaften Adresse sucht man den Kurzschluß oder die Unterbrechung über die Multiplexer am MPU oder an den Synchronzählern E5 - E7. Als nächstes mißt man die CE-Leistung an Pin 17 mit dem Oszilloskop. Bei einem Fehler an der H-Reihe verfolgt man die Leitung zum Clock-Driver C5 Pin 2 und bei der G-Reihe zum Pin

7 zurück. Bei der Einstellung des Oszilloskops sollte man an die 12V-Amplitude des CE-Signals denken.

Sollte keine der bisherigen Messungen einen Fehler ergeben haben, prüft man an jedem RAM die Datenleitungen D₀ - D₇ an Pin 6 mit dem Oszilloskop. Bei einem Fehler ist die entsprechende Leitung über die BUS-Driver B3 + D3 zum MPU zurückzuverfolgen. Als Letztes bleibt nur noch die RAM-WE-Leitung an Pin 12. RAM-WE ist die Abkürzung für RAM-WRITE-ENABLE = Schreib-Freigabe. Über diese Leitung gibt der MPU direkt die RAM's zum Schreiben mit einem L-Signal frei und dadurch können die Daten von den Eingängen Pin 6 gespeichert werden. Sollte ein Fehler festgestellt werden, ist diese Leitung von F4 Pin 9 (Ausgang) über F4 Pin 10 (Eingang) zum MPU Pin 18 zu überprüfen. Ergibt keine der Messungen einen Fehler, tauscht man das/die vom RAM-Test angezeigte RAM (s) aus, nachdem man an Pin 1 die -5V, an Pin 11 die 35V, an Pin 18 die 312V und an Pin 5 +22 die Masse nachgemessen hat.

Notizen:

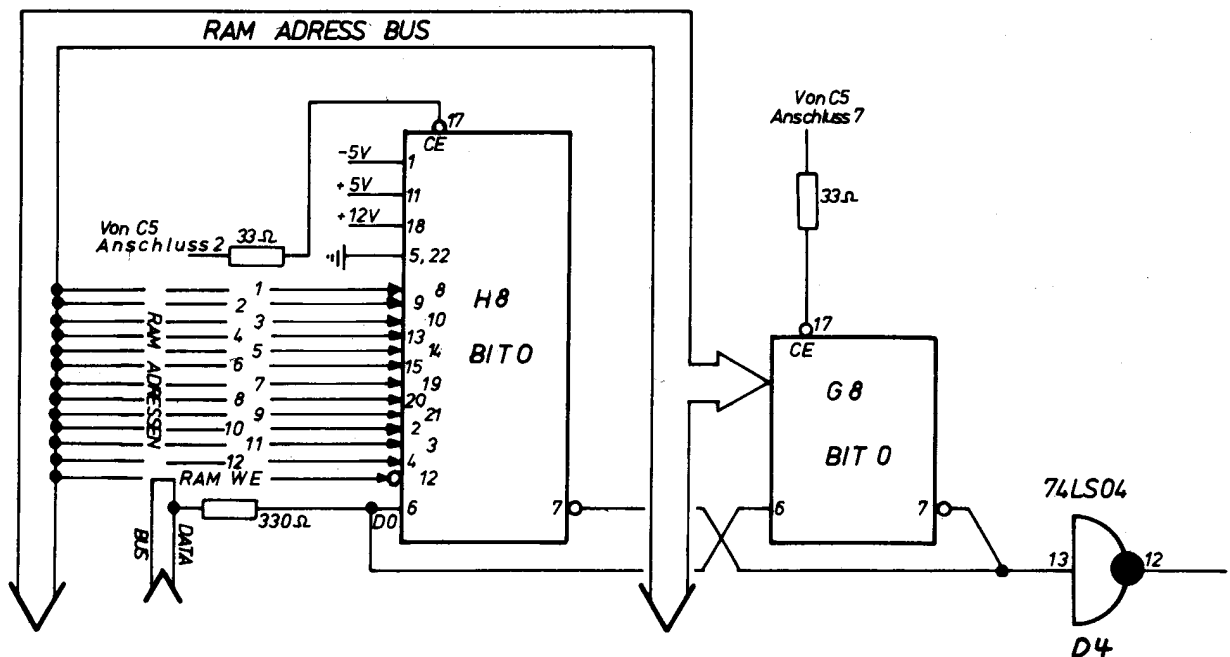


Abb. 7

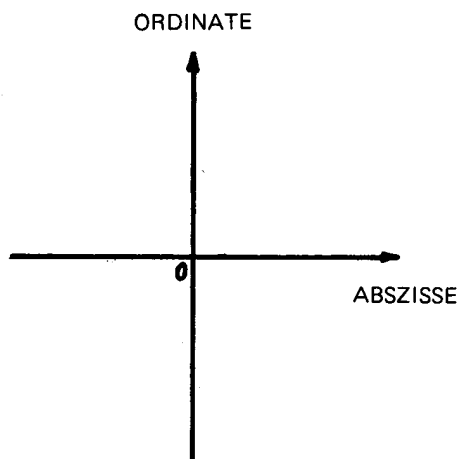
HALBLEITERBAUELEMENTE

Halbleiterwerkstoffe haben einen kristallinen Aufbau. Ihre Leitfähigkeit ist kleiner als die von Metallen, aber größer als die von Isolierstoffen. Als Halbleiterwerkstoffe besitzen Germanium und Silicium die größte Bedeutung. Zu den Halbleiterbauelementen gehören z.B. Dioden, Zener-Dioden, Thyristoren, Transistoren usw. Da diese Bauelemente bisher immer noch einen großen Aufgabenbereich haben, soll hier ausführlich auf sie eingegangen werden.

Um Näheres über ein bestimmtes Bauteil zu erfahren, schlägt man am Besten in sogenannten Datenbüchern nach. In diesen Datenbüchern und Tabellen kann alles Wissenswerte zu einem bestimmten Bauelement aus Kennlinien herausgelesen werden. Doch dazu muß man sich zuerst mit dem Umgang von Kennlinien vertraut machen.

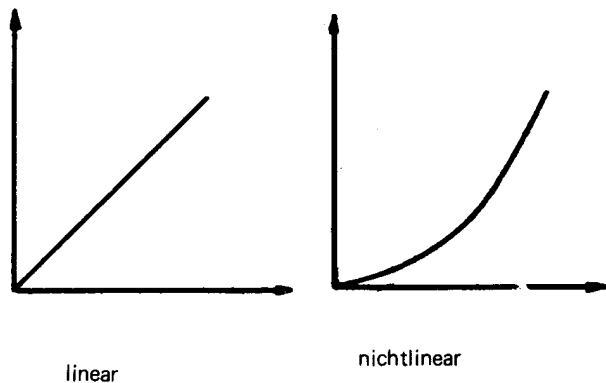
ARBEITEN MIT KENNLINIEN

Die Kennlinien haben eine große Bedeutung, da sie schnell und einfach die Eigenschaften und das Verhalten eines Bauelementes erkennen lassen. Man stellt die Kennlinie meist in einem Koordinatensystem dar, das aus zwei sich in einem Winkel von 90° schneidenden Achsen besteht.



In der Kennlinie ist die Abhängigkeit einer bestimmten Größe auf der ORDINATE von der Größe auf der ABSZISSE grafisch dargestellt.

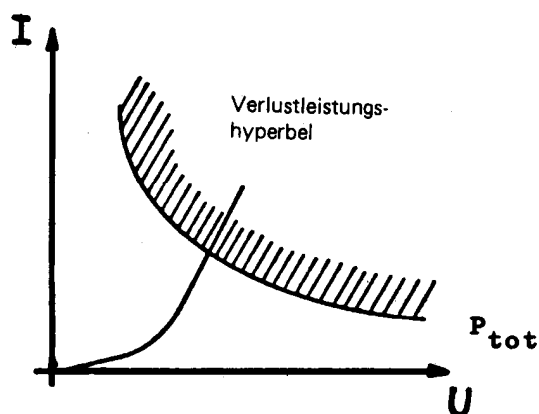
Der Strom ist zum Beispiel von der Spannung abhängig. Dementsprechend wird der Strom auf die Ordinate und die Spannung auf die Abszisse gezeichnet. Die Lage einzelner Punkte einer Kennlinie wird durch die Abstände von den beiden Achsen angegeben.



Sind beide Größen proportional zueinander, d.h., sie verändern sich im gleichen Verhältnis, dann wird die Kennlinie LINEAR. Ist eine Größe zu der anderen nicht im gleichen Verhältnis, d.h. steigt eine Größe schneller als die andere an, wird die Kennlinie NICHTLINEAR.

In jeder Kennlinie eines Halbleiterbauelementes muß die VERLUSTLEISTUNGSHYPERBEL eingezeichnet sein. Ein Bauelement darf nur im Bereich unter der Verlustleistungshyperbel betrieben werden. Liegt der Arbeitsbereich darüber, wird das Bauteil überhitzt und bei längerem Betrieb zerstört.

Notizen:

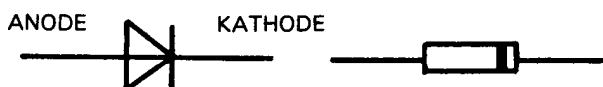


Bei Silicium-Dioden beträgt der Schließenspannungswert $+0,7\text{ V}$, bei Germanium-Dioden $+0,3\text{ V}$. Unterhalb der Schließenspannung U_D ist die Diode hochohmig. Mit wachsender Durchlaßspannung U_F (F =Forward = Vorwärts) steigt der Durchlaßstrom I_F erst langsam und dann immer schneller an.

Ist die Spannung U_F oberhalb der Schließenspannung U_D wird die Diode niederohmig, je nach Baugröße um die hundertmal. Kleine Spannungsänderungen haben in diesem Durchlaßbereich große Stromänderungen zur Folge. Die Diode darf jedoch nur bis zum maximalen Durchlaßstrom $I_{F\text{ max}}$ betrieben werden, da sonst die maximale Verlustleistung $P_{V\text{ max}}$ überschritten und die Diode zerstört wird.

DIODE

Die Diode wird überwiegend in Geldspielgeräten, aber auch in Flippern und TV-Geräten verwendet. Jede Gleichspannung muß zuerst aus einer Wechselspannung mit Dioden gleichgerichtet werden. Zu jeder Spule, die mit Gleichstrom betrieben wird, muß eine Freilaufdiode antiparallel liegen. Jede Kontakt-, Lampen-, Spulenmatrix muß durch Dioden entkoppelt werden. Die Diode hat demnach immer noch eine größere Bedeutung.

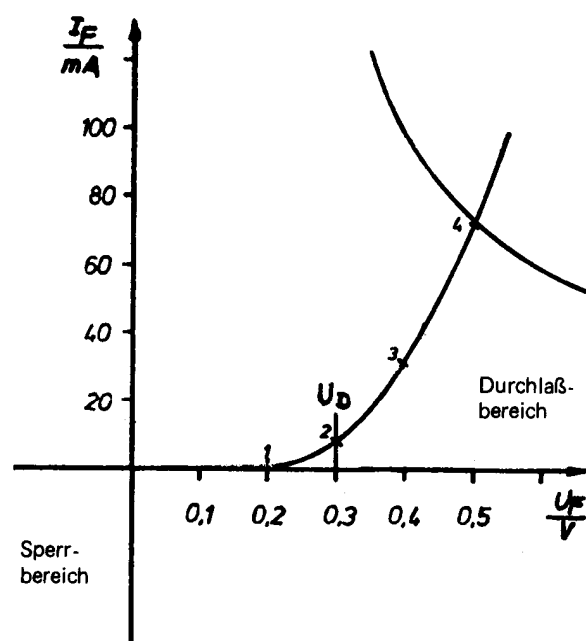
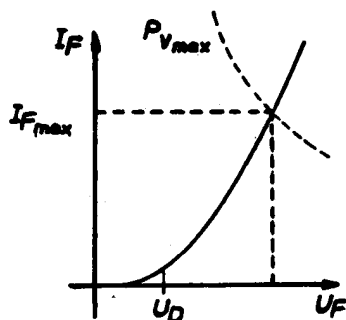


Die eine Anschlußseite der Diode wird als ANODE bezeichnet, die andere als KATHODE. Am Bauteil selbst ist die KATHODE durch einen Ring gekennzeichnet.

DURCHLASSBEREICH

Es gibt zwei Arten, eine Diode zu schalten: in Durchlaß- oder in Sperrrichtung.

Um eine Diode in Durchlaßrichtung zu betreiben, muß die ANODE um den Schließenspannungswert U_D positiver als die KATHODE sein.

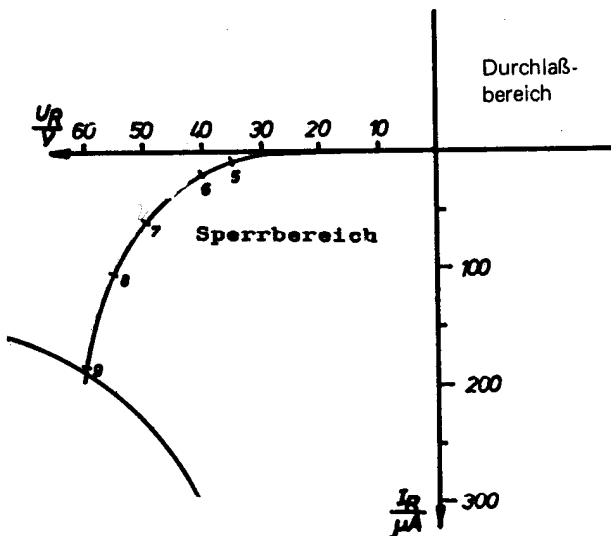


In der Abbildung ist die Kennlinie einer Germanium-Diode mit einer Schließenspannung U_D von $+0,3\text{ V}$ zu sehen. Die Anode kann laut Kennlinie bis an die Verlustleistungsgrenze um maximal $+0,5\text{ V}$ positiver als die Kathode gemacht werden. Der dann fließende Durchlaßstrom I_F kann bis zu 70 mA betragen, wenn die Kathode direkt an Masse liegt.

SPERRBEREICH

Macht man durch Anlegen einer positiven SPERRSPANNUNG U_R die Kathode positiver als die ANODE, wird die Diode in Sperrrichtung betrieben. Die Sperrspannung U_R (R =Reverse = Rückseite) darf den maximalen Wert $U_{R\text{ max}}$ nicht überschreiten, da sonst die Diode DURCHBRICHT und

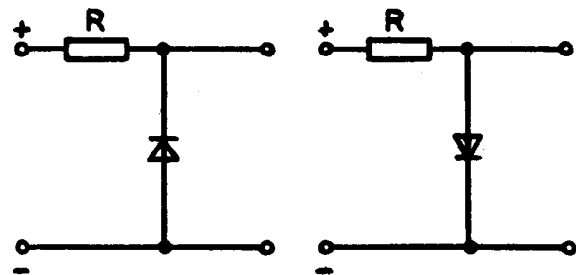
zerstört wird. In Sperrichtung geschaltet, ist der Innenwiderstand einer Diode sehr groß, je nach Baugröße um die 1 - 2 M Ω . In diesem Fall ist der SPERRSTROM I_R vernachlässigbar gering. Meist handelt es sich um Kriechströme, die über das Gehäuse fließen können.



In der abgebildeten Kennlinie ist deutlich zu sehen, daß die Sperrspannung U_R an der Kathode bis auf 30 V gegenüber der Anode erhöht werden kann, erst dann wird die Diode ganz langsam durchlässig. Bei 60 V Sperrspannung U_R ist der Maximalwert erreicht und es kommen ungefähr 180 μA zum Fließen. Der Sperrstrom I_R nimmt mit dem Querschnitt der Sperrschicht zu. Deshalb haben Dioden mit größerer Nennleistung P einen größeren Durchmesser.

Ein stärkerer Strom hat immer eine Temperaturerhöhung zur Folge. Durch die ansteigende Temperatur wird wiederum der Strom erhöht und die Diode erwärmt sich noch mehr. Dadurch schaukelt sie sich langsam hoch und die Verlustleistung kann schnell überschritten werden. Um den Strom zu be-

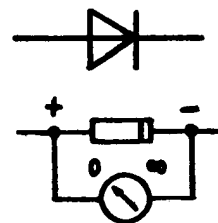
grenzen, muß in den meisten Fällen in dem Diodenkreis ein Widerstand R liegen.



Natürlich kann auch zuerst die Umgebungstemperatur ansteigen. Deshalb gibt der Hersteller meist auch eine Kennlinie für die Umgebungstemperatur an.

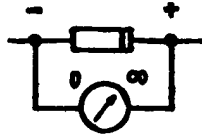
ÜBERPRÜFUNG EINER DIODE

Zur Überprüfung einer Diode verwendet man ein Ohm-Meter. Der + Pol des Meßgerätes wird an der ANODE, der - Pol an der KATHODE angeschlossen (DURCHLASSRICHTUNG). Im mittleren Meßbereich darf der Durchlaßwiderstand nur einige hundert Ω betragen. Bei einem Zeigerinstrument schlägt demnach der Zeiger in Richtung 0 aus. Sollte er auf ∞ (unendlich) bleiben oder der Innenwiderstand wird im K Ω - M Ω Bereich angezeigt, so ist die Diode defekt.



Notizen:

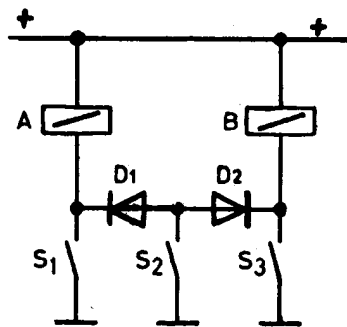
Will man die Diode in SPERRICHTUNG prüfen, wird der + Pol an die KATHODE, der - Pol an die ANODE geklemmt. Da der Sperrwiderstand einige M Ω beträgt, bleibt der Zeiger auf ∞ . Werden nur K Ω oder Ω angezeigt, ist die Diode defekt.



ANWENDUNG EINER DIODE

Diode als ENTKOPPLUNGSELEMENT

Sollen Bauelemente von verschiedenen Stellen aus eingeschaltet werden können, so ist es oft erforderlich, die einzelnen Stromkreise gegenseitig zu entkoppeln. Zum Beispiel bei Geldspielgeräten oder bei einer MATRIX:



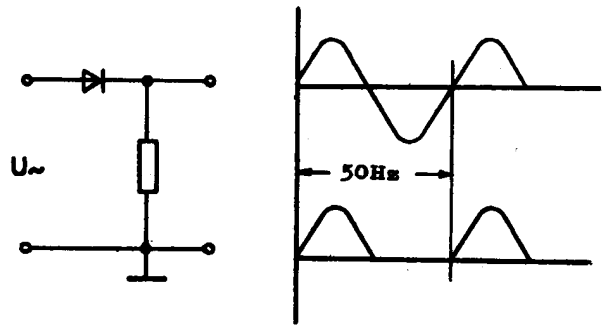
Zwei Relais A und B sollen von drei Schaltern so gesteuert werden, daß der Schalter S_1 nur das A-Relais, der Schalter S_3 nur das B-Relais und der Schalter S_2 beide Relais betätigt.

Die Diode D_1 verhindert den Anzug des B-Relais, wenn S_1 schließt. D_2 sperrt, wenn S_3 schließt. Nur bei geschlossenem S_2 arbeiten beide Relais, da über S_2 beide Dioden in Durchlaßrichtung geschaltet sind. Im gleichen Prinzip wird bei Flippern die Kontakt- oder Lampenmatrix entkoppelt, sodaß immer nur ein Kontakt oder eine Lampe zur Zeit angesteuert wird.

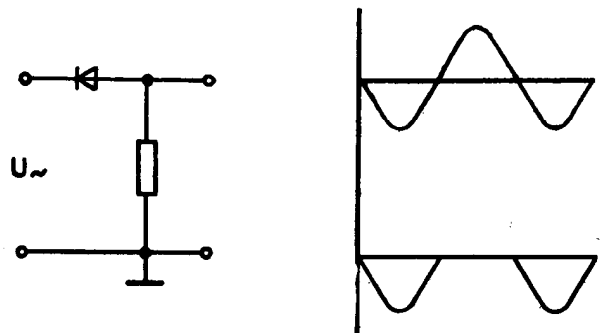
Diode als GLEICHRICHTER

Wird in einer Gleichrichterschaltung nur eine Diode verwendet, so findet der Durchlaßstrom nur einen Weg durch die Schaltung. Man nennt sie deshalb EINPHASIGE EINWEGSCHALTUNG. (Kurzzeichen E)

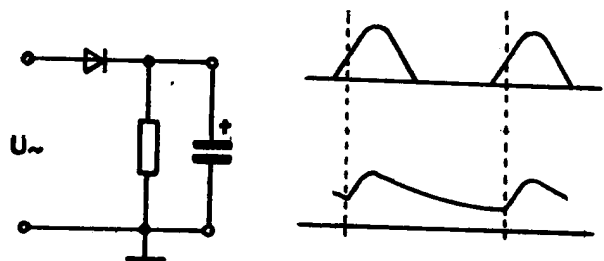
Diese Art von Gleichrichtung wird selten benutzt, da ein Trafo mit hoher Leistung gebraucht wird. Man verwendet die einphasige Einwegschaltung nur bei schwachen Strömen.



Ist die Diode wie abgebildet geschaltet, dann wird aus der 50 Hz Wechselspannung eine 50 Hz POSITIVE Halbwellenspannung. Da unser Netz einen 50 Hz Frequenz hat, kommt 50 Mal in der Sekunde eine positive und eine negative Halbwelle.



Wird man wie abgebildet die Diode um, erhält man eine 50 Hz NEGATIVE Halbwellenspannung. Denn nur für die negative Halbwelle ist die Diode in Durchlaßrichtung, die positive Halbwelle wird gesperrt.



Wird z. B. die positive Halbwellenspannung durch einen Kondensator geglättet, lädt sich der Kondensator mit dem Anstieg der positiven Halbwelle auf und entlädt sich dann bis zum nächsten Anstieg. Man hat dementsprechend eine sehr lange Entladungszeit (siehe Abb.) und es bleibt immer eine starke Oberwelle.

Notizen:

EINPHASIGE EINWEGSCHALTUNG:

1. Trafo mit hoher Leistung, deshalb nur für kleine Ströme
2. Trotz Glättung immer eine starke Oberwelle

MITTELPUNKT SCHALTUNG

Normalerweise wird aus der 50 Hz Wechselspannung eine 100 Hz Halbwellenspannung gleichgerichtet, da bei 100 Hz, nach dem Glätten mit einem Kondensator, nur noch eine kleine Oberwelle bleibt. Zum Gleichrichten verwendet man zum einen die Mittelpunktschaltung.

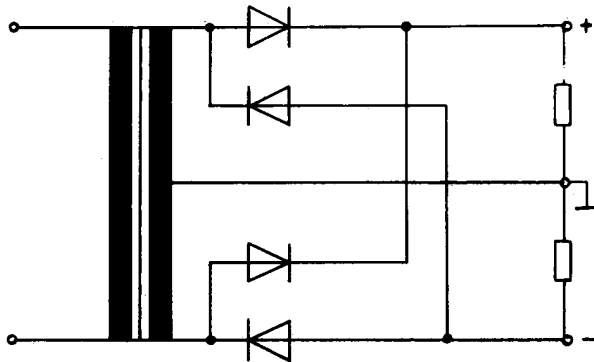


Abb. 1 a

Die Mittelpunktschaltung (Kurzzeichen M) besteht aus zwei Einwegschaltungen. Man benötigt einen Trafo mit Mittelabgriff, der als 0 Punkt angenommen wird. Es kann gleichzeitig über zwei parallel liegende Dioden (Abb. obere Hälfte) eine 100 Hz POSITIVE Halbwellenspannung und über die anderen beiden Dioden (Abb. untere Hälfte) eine 100 Hz NEGATIVE Halbwellenspannung gleichgerichtet werden. Man kann dementsprechend z.B. aus einer 5 V Wechselspannung eine +5 V und eine -5 V Gleichspannung erzeugen. Glättet man die 100 Hz Halbwellenspannung, lädt sich der Kondensator

mit dem Anstieg der ersten positiven Halbwelle auf. Mit dem Abfall der positiven Halbwelle will er sich entladen, doch kurz darauf kommt schon wieder der nächste Anstieg der nächsten positiven Halbwelle. Der Kondensator kann sich demnach nur etwas entladen und es bleibt fast keine Oberwelle. (Siehe Abb. Brückengleichrichter)

In dieser Form werden bei sämtlichen Midway TV-Geräten die Spannungen gleichgerichtet.

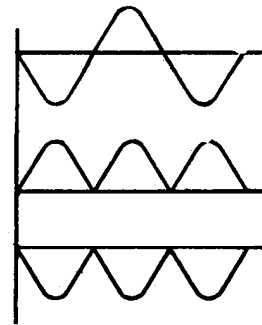


Abb. 1 b

MITTELPUNKTSCHALTUNG:

1. 1 Trafo = 2 Spannungen (eine positive und eine negative Halbwellenspannung)
2. 100 Hz Halbwellenspannung = kleine Oberwelle nach dem Glätten

BRÜCKENGLEICHRICHTER

Die **einphasige Brückengleichrichterschaltung** (Kurzzeichen B) wird für Leistungen bis etwa 2 KW am häufigsten verwendet. Gegenüber der Mittelpunktschaltung braucht man zwar zwei Dioden mehr,

Notizen:

jedoch wird kein Trafo mit Mittelanzapfung benötigt. Der Nachteil ist allerdings, dass entweder nur eine positive **oder** negative 100 Hz Halbwellenspannung erzeugt werden kann. Das Prinzip der Brückengleichrichtung wird bei Bally-Flippern verwendet.

In der Abbildung ist eine Spule zu sehen, die von einem Transistor an Masse geschaltet wird. Antiparallel zur Spule liegt die Diode. Wenn der Transistor leitet, zieht die Spule an, die Diode sperrt und der Strom fließt über die Spule. Beim Abschalt-

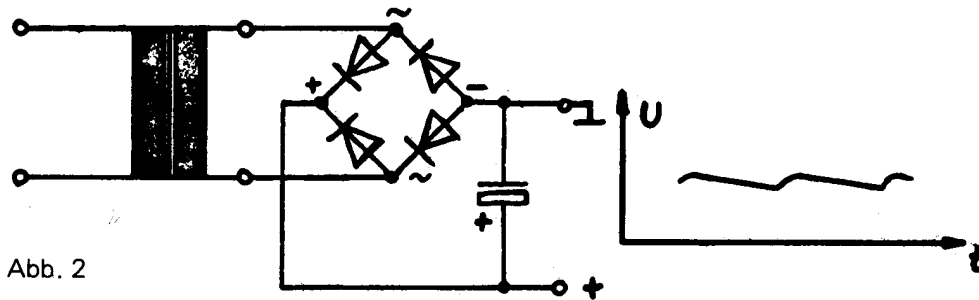


Abb. 2

BRÜCKENGLEICHRICHTUNG:

1. 1 Trafo = 1 Spannung (entweder positive oder negative Halbwellenspannung)
2. 100 Hz Halbwellenspannung

Die Diode im FUNKENLÖSCHKREIS

Wird ein induktiver Verbraucher abgeschaltet, so entsteht eine SELBSTINDUKTIONSSPANNUNG. Diese induzierte Spannung ist um so größer, je größer die Induktivität der Spule ist. Es kann eine Spannung bis zu mehreren 1000 V entstehen. Diese Spannung kann den Halbleiter, der die Spule schaltet, zerstören.

ten entsteht in der Spule die Selbstinduktionsspannung, die den Strom aufrecht erhalten will. Für sie ist die Diode durchlässig. Die Selbstinduktionsspannung wird demnach von der Diode kurzgeschlossen. Ein Fehlen der Diode hätte die sofortige Zerstörung des Transistors zur Folge.

An sämtlichen Flipperspulen, die mit Gleichstrom betrieben werden, muß antiparallel (Anode an – Kathode an +) eine Diode liegen.

Z-DIODE (Zener-Diode)



Abb. 1

Z-Dioden sind meist Siliziumdioden.

In Durchlaßrichtung arbeiten sie wie eine normale Diode. Ihr eigentlicher Anwendungsbereich ist in SPERRICHTUNG. Vergleicht man die Kennlinien einer Z-Diode mit einer normalen Diode im Sperrbereich, wird man feststellen, daß die normale Diode bei zunehmender Kathodenspannung langsam leitfähig wird. Die Z-Diode dagegen ist bis zum Erreichen der **Zenerspannung** U_Z fast vollständig gesperrt. Erst wenn der Zenerspannungswert erreicht ist, wird sie schlagartig leitfähig, hält aber den Zenerspannungswert annähernd **konstant**.

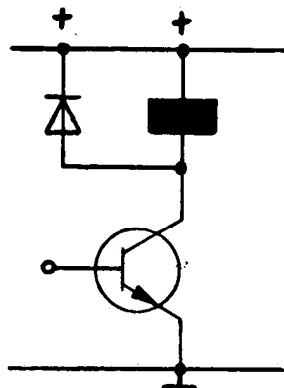


Abb. 3

Notizen:

Auch bei der Z-Diode ist die Verlustleistung P_{tot} unbedingt zu beachten. Deshalb muß die Z-Diode zum Schutz grundsätzlich einen Vorwiderstand R_V haben.

Es gibt Z-Dioden mit Zenerspannung zwischen 2,7 V bis zu einigen 100 V.

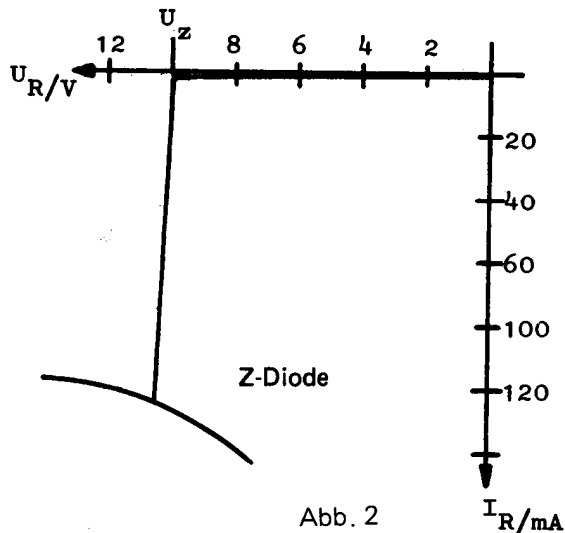


Abb. 2

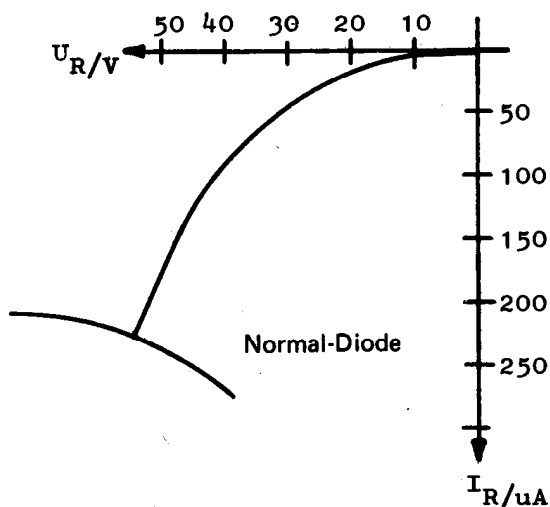
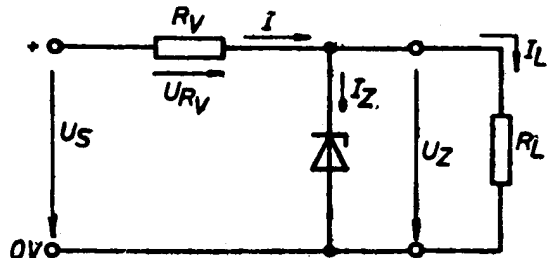


Abb. 3

Das Hauptanwendungsgebiet einer Z-Diode ist die Spannungsstabilisierung. Sie eignet sich hierfür deshalb sehr gut, da sich beim Überschreiten des

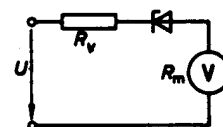
Zenerspannungswertes im Durchbruchbereich die Spannung an der Diode auch bei größeren Stromänderungen kaum ändert, d.h. der Zenerspannungswert bleibt konstant. Weiterhin werden Z-Dioden in Schaltungen zur Stromstabilisierung und zum Überlastungsschutz verwendet.

Spannungsstabilisierung mit einer Z-Diode



Als Beispiel für die Spannungsstabilisierung soll später die 190V-Regelung auf dem A3 Solenoid-Driver-Modul erklärt werden.

Ein anderes Anwendungsgebiet ist die Nullpunktunterdrückung von Spannungsmessgeräten. Dazu schaltet man eine Z-Diode in Reihe zum Instrument. Durch die Z-Diode beginnt der Spannungsmesser erst nach Überwindung der Zener-Spannung anzuzeigen.



Nullpunktunterdrückung

THYRISTOR (steuerbare Diode)



Abb. 1

Der Thyristor hat die Anschlüsse: Anode, Kathode und den Steuereingang: Gate.

Die wie eine normale Diode arbeitende Steuerdiode zwischen der Anode und Kathode wird nur dann leitfähig (man spricht vom ZÜNDEN); wenn das Gate gegenüber der Kathode positiver ist. Natürlich muß zum Zünden auch die Anode positiver sein (Durchlaßrichtung).

Notizen:

Aus der entsprechenden Kennlinie kann der Zündspannungswert U_F des Gate abgelesen werden.

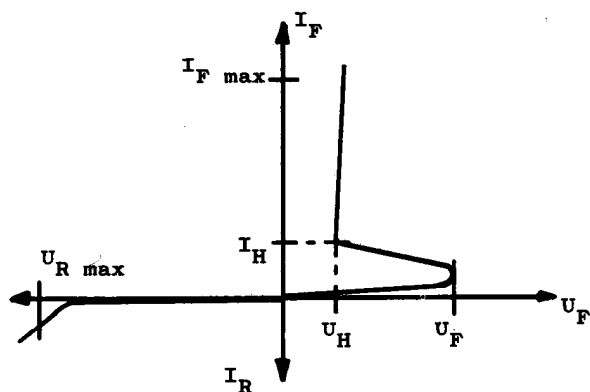


Abb. 2

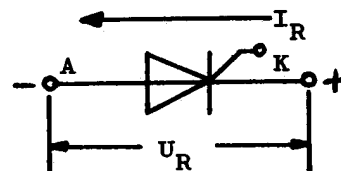


Abb. 4

Der Thyristor bleibt gesperrt und kann nicht gezündet werden, wenn die zwischen Kathode und Anode angelegte Sperrspannung U_R positiv an der Kathode ist. Dabei fließt dann der vernachlässigbare Sperrstrom I_R . In dem Beispiel könnte die Sperrspannung U_R maximal 900 V betragen.

Um auf dem Lamp-Driver-Modul A 5 von Bally den gezündeten Thyristor zu löschen, benutzt man die sogenannte Phasenanschnittsteuerung.

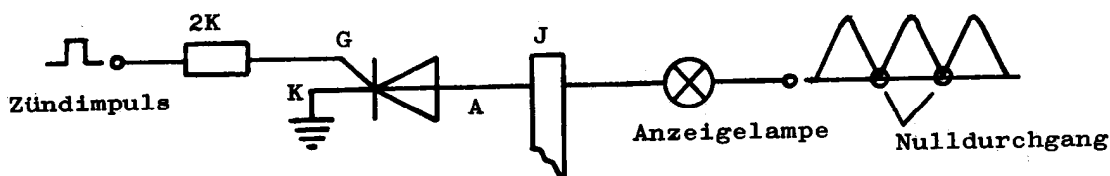


Abb. 5

Liegt die Kathode an Masse, müßte z.B. eine Zündspannung von 3 V verwendet werden, damit der erforderliche Zündstrom von 25 mA zum Fließen kommt. Da nach dem Zünden der Steuerstrom nicht erforderlich ist und nur zur unerwünschten Erwärmung des Thyristors beiträgt, wird mit einem positiven **Impuls** gezündet, dessen Dauer von der Zünddauer abhängt, die normalerweise zwischen 100 - 300 μ s beträgt. Bei sogenannten schnellen Thyristoren kann sie auch unter 5 μ s liegen.

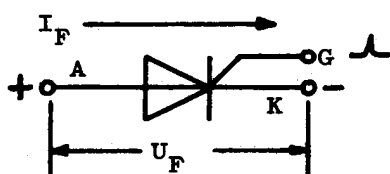


Abb. 3

Ist der Thyristor erst einmal gezündet, bleibt er leitfähig und es kommt der Dauerstrom I_F durch die Diode zum Fließen. I_F kann in unserem Beispiel ca. 2,5 A, kurzzeitig für maximal 10 ms auch 25 A, betragen.

Wird jetzt der Haltestrom I_H (20 mA) oder die Haltespannung U_H **unterschritten**, wird der Thyristor automatisch gelöscht und muß neu gezündet werden.

Da die Kathode fest an Masse liegt, wird im Nulldurchgang der 100 Hz-Halbwellenspannung (Anzeigenbeleuchtung) die Haltespannung U_H und der Haltestrom I_H unterschritten und der Thyristor wird automatisch gelöscht; d.h. jede 1/100 Sec. werden alle gezündeten Thyristoren automatisch gelöscht und müssen 100 mal in der Sekunde neu gezündet werden. Im Lampen-Selbsttest sieht es zwar so aus, als wenn alle Anzeigelampen gleichzeitig aufleuchten, doch das ist, durch die hohe Zündgeschwindigkeit, eine optische Täuschung. Man macht sich hier die Trägheit des Auges zu nutzen.

Auf jedem Lamp-Driver-Modul von Bally befinden sich insgesamt 60 Thyristoren (Q 1 - Q 60) zur Steuerung der Anzeigelampen, die in 4 Gruppen zu je 15 Stück aufgeteilt sind.

Jede Gruppe wird von einem 4-Bit Binärdecoder (U 1 - U 4) über 2 k Widerstände positiv gezündet. Die 16 dezimalen Ausgänge 0 - 15, Pin 4 - 11 und 13 - 20, können über die 4 **Lamp-Adress-Leitungen** **AD₀ - AD₃** im Dual-Code angewählt werden. Normalerweise sind die 15 dezimalen Ausgänge 0 - 14 auf L-Signal und der 16. Ausgang 15, Pin 15, ist High und wird deshalb zur Sicherheit nicht belegt. Die 4 Lamp-Adress-Leitungen Pin 2 + 3 und 21 + 22 sind von Decoder zu Decoder durchgeschliffen.

Damit nicht jeder Decoder den gleichen Ausgang anwählt und nur ein Thyristor zur Zeit zündet, werden die nicht benutzten Decoder durch die **Lamp-Data-Leitungen PD₀ - PD₃** durch ein H-Signal verriegelt.

Nur der Decoder, dessen Ausgang benötigt wird, bekommt an Pin 23 ein L-Signal. PD₀ verriegelt U 1, PD₁/U 2, PD₂/U 3 und PD₃/U 4.

Für die Zündimpulsdauer muß der selectierte Decoder den entsprechenden Ausgang auf H-Signal steuern. Deshalb wird die Zündimpulsdauer von der sogenannten **Strobe-Leitung** Pin 1 vorgegeben, die an alle 4 Decoder durchgeschliffen ist. Wenn die Strobe-Leitung H ist, kann der angewählte Decoder arbeiten, bei L-Signal sind alle Decoder verriegelt.

Zwei Thyristorentypen werden verwendet: die SCR's (MCR 106-1) und die 2 N 5060. Bei den SCR's, die im Schaltplan durch ein ** gekennzeichnet sind, handelt es sich um Leistungsthyristoren, die einen etwas höheren Zündstrom benötigen. Sie haben die Aufgabe, die Doppelleuchten zu steuern, wie z.B. "High-Score", "Game-Over", "Same-Player-Shoot-Again" u.s.w.

Zusammenfassend erklärt:

Soll ein Thyristor gezündet werden, z.B. Q 8 (Abb. 2, 4. von oben). muß zuerst der Decoder über die Lamp-Data-Leitung mit einem L-Signal freigegeben werden, im Beispiel U 1 durch PD₀. Dann wird durch die Lamp-Adress-Leitungen im Dual-Code der entsprechende Ausgang in diesem Decoder angewählt, im Beispiel U 1 Ausgang 3, Pin 8 dadurch, daß AD₀ = H, AD₁ = H, AD₂ = L und AD₃ = L wird. Da AD₀ mit dem Bit A, AD₁ mit B, AD₂ mit C und AD₃ mit D gleichgesetzt werden kann, entspricht A + B = H der Dezimalzahl 3. Alle 15 belegten dezimalen Ausgänge 0 - 14 sind normalerweise L. Für die Zeit, die die Strobe-Leitung = H ist, wird der angewählte Ausgang (z.B. 3) auf H-Signal gesteuert und der entsprechende Thyristor (z.B. Q 8) über einen 2 k Vorwiderstand positiv gezündet. Der Thyristor bleibt gezündet, bis der

nächste Nulldurchgang der 100 Hz Halbwellenspannungen ihn automatisch löscht. Da die Zündimpulsdauer sehr kurz ist, können pro Halbwelle mehrere Thyristoren bei Bedarf gezündet werden.

Der MPU muß die Kennnummer aller zu zündenden Thyristoren in einem entsprechenden RAM abspeichern und jede 1/100 Sekunde neu zünden.

Sämtliche Steuerleitungen an den Eingängen der Decoder werden vom MPU über eine sogenannte PIA (Peripheral-Interface-Adapter) ausgewählt und mit den entsprechenden Steuersignalen angesteuert. Damit ein H-Signal von der PIA auf dem MPU-Modul auch als H-Signal vom Decoder erkannt wird, liegen vor und hinter den Steckverbindungen und dem Kabelbaum sogenannte **PULL-UP-Widerstände**. Direkt am Ausgang der PIA sind es 3,3 k und auf dem Lamp-Driver-Modul, hinter der Steckverbindung J 4, 2,2 M (R 61 - R 69) gegen + 5 V. Die Steuersignale der Lamp-Adress-, der Lamp-Data und der Lamp-Strobe-Leitungen sind nur mit dem AID 1 oder einem Oszilloskop von der PIA (ausgangsseitig) bis zum entsprechenden Decoder (eingangsseitig) zu prüfen und zu verfolgen. Als Fehlersuchhilfe kann die Abb. 3 verwendet werden.

Liegt ein Lampen-Fehler vor, muß zuerst entschieden werden, ob es ein Thyristor- oder ein Steuerungsfehler ist. Sind es weniger als ca. 5 Lampen, ist es wahrscheinlich ein Thyristorfehler. In diesem Fall sucht man sich zuerst, über die nicht angesteuerte Anzeigelampe, im Schaltplan die entsprechenden Thyristoren. Dann legt man mit einem normalen Meßkabel die Anode des Thyristors an Masse, TP2. Brennt die Lampe, ist die Strecke von der Anode des Thyristors bis zur Lampenfassung in Ordnung. In diesem Fall wird der Thyristor auf dem Lamp-Driver-Modul künstlich gezündet, indem der TP3 (2 k an + 5 V) mit dem Gate verbunden wird. Zündet der Thyristor, d.h. brennt die Lampe, ist die Leiterbahn vom entsprechenden Decoderausgang zu prüfen, bzw. der Decoder auszutauschen.

Notizen:

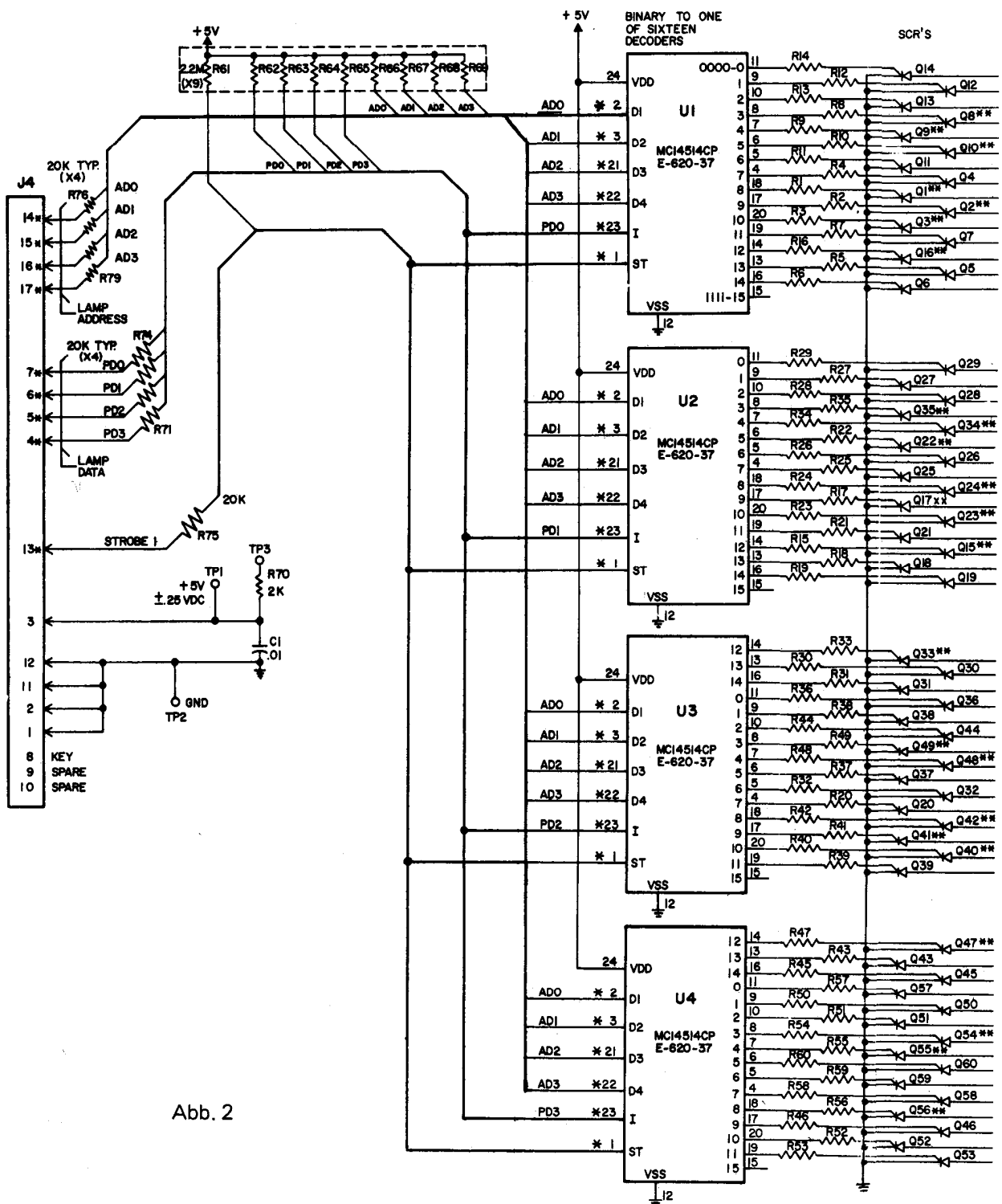


Abb. 2

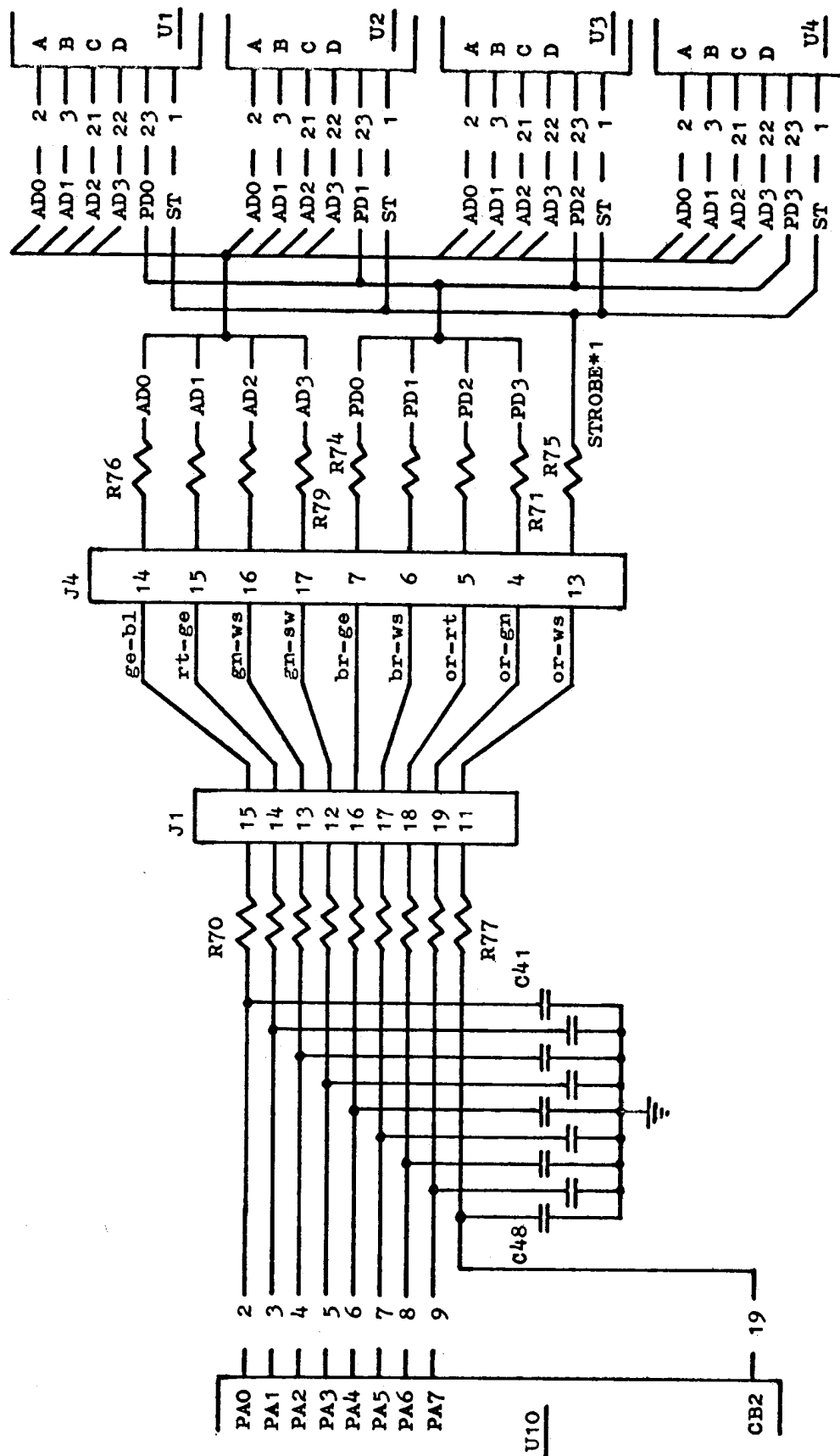


Abb. 3

Brennt die Lampe nicht, wenn mit TP3 der Thyristor gezündet wird, ist natürlich der Thyristor defekt. Sollte die Anzeigelampe nicht aufleuchten, wenn die Anode an Masse gelegt wird, kann die Masse an den entsprechenden Pin des Steckverbinders, dem Kabelbaum und an die Lampenfassung gelegt werden, um den Fehler zu lokalisieren.

Brennt eine oder mehrere Lampen **dauernd**, wird der entsprechende Thyristor durch anlegen von Masse an das Gate, gelöscht. Geht die Lampe aus, ist entweder die Steuerleitung zum Gate unterbrochen oder der Decoder defekt. Brennt die Lampe trotz künstlichem Löschen, wird der Thyristor getauscht.

Sind es mehr als 5 Anzeigelampen, ist es wahrscheinlicher, daß die Ansteuerung der Decoder fehlerhaft ist. Dann werden zuerst mit dem AID 1 sämtliche Leitungen am Steckverbinder J 4 Pin 4 - 7 und 13 - 17 auf dem Lamp-Driver-Modul kontrolliert. Fehlt ein Signal, verfolgt man die Leitung über den Kabelbaum bis zur PIA U 10 Ausgangspin zurück (siehe Abb. 3).

Stehen die Signale an J 4 an, werden die Leitungen hinter den Blockwiderständen R 71 - R 79 geprüft. Fehlt ein Signal, ist entweder der Widerstand defekt (unwahrscheinlich), der entsprechende Steckverbindungs-Pin unterbrochen oder einer der Decoder schließt diese Leitung kurz.

Stehen hinter den Blockwiderständen alle Signale an, wird als nächstes an den Eingangspins der Decoder gemessen. Fehlt ein Signal, ist die Unterbrechung zwischen dem Blockwiderstand und dem Decoder zu lokalisieren. Sind alle Signale vorhanden, sucht man über die nicht gesteuerten Lampen und Thyristoren den defekten Decoder heraus.

Natürlich kann auch das defekte Modul mit den AID 1 gefunden und am Aufstellplatz getauscht werden. Man kann dann in Ruhe das defekte Bauteil in der Werkstatt suchen.

TRANSISTOR

In den folgenden Erklärungen soll nun über den Transistor im Gleichstromkreis gesprochen werden, da in diesem speziellen Fall der Transistor ein elektronischer Schalter ist und als solches in den Bally-Flippern zur Ansteuerung von Spulen und Displays verwendet wird.

Ein Transistor besteht immer aus 3 Schichten, die sich aus N- und P-Leitern zusammensetzen. Das

Grundmaterial dieser Leiter ist entweder Germanium oder Silizium.

Die N-Leiter besitzen **negative Ladungsträger (ELEKTRONEN)**, deren Elektronenstrom von - nach + fließt. Die P-Leiter dagegen **positive Ladungsträger (LÖCHER)**, deren Löcherstrom von + nach - zum Fließen kommt.

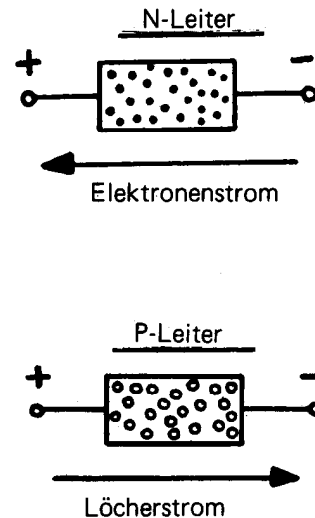


Abb. 1

Will man eine Diode herstellen, wird dazu ein P- und ein N-Leiter benötigt.

Beim Zusammenstoß der beiden Leiter entsteht ein PN-Übergang, eine sogenannte Sperrschicht, in der sich keine Ladungsträger befinden.

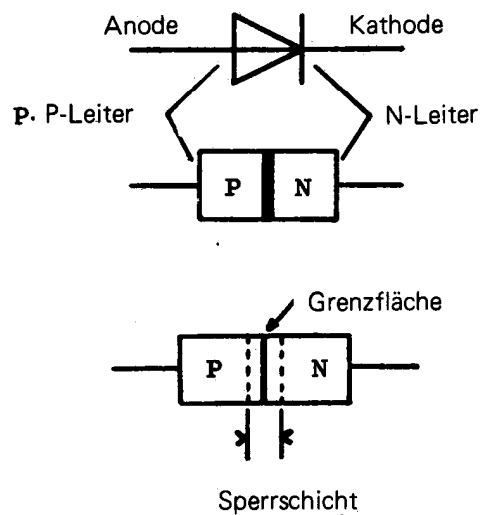


Abb. 2

Legt man an den P-Leiter eine negative Spannung (-) und an den N-Leiter eine positive Spannung (+), so versuchen die Elektronen des N-Leiters von - nach + und die Löcher des P-Leiters von + nach - zu fließen. Dadurch wird die **Sperrschicht sehr groß** und die Diode ist in **SPERRRICHTUNG** geschaltet. Erhöht man die Sperrspannung am N-Leiter (Kathode), so steigt zunächst der Elektronenstrom nur langsam an. Erst wenn die **DURCHBRUCHSSPANNUNG** erreicht ist (Kennlinie Sperrichtung), erfolgt ein steiler Stromanstieg. Dabei wird die Verlustleistung meistens überschritten und die Diode zerstört. Bei Z-Dioden allerdings wird dieser elektrische Durchbruch, der sogenannte Zener-Effekt, benannt nach dem Entdecker Dr. C. Zener, ausgenützt.

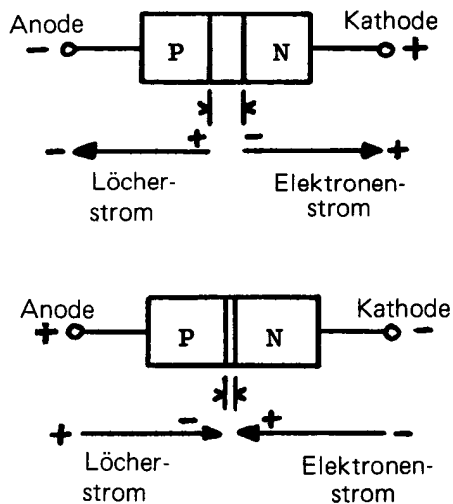


Abb. 3

Polzt man die Spannung an der Anode und Kathode um, fließen Elektronen und Löcher zueinander und die **Sperrschicht nimmt ab**, die Diode ist in **DURCHLASSRICHTUNG** geschaltet. Damit eine Diode leitfähig wird, muß der Widerstand der Sperrschicht zuerst überwunden werden. Die dazu benötigte Spannung, wird als **SCHLEUSENSPANNUNG** bezeichnet

(Kennlinie Durchlaßrichtung), die bei Germanium-Dioden 0,3 V und bei Silizium-Dioden 0,7 V betragen muß.

Es gibt 2 Arten von Transistoren (siehe Abb. 4)

- 1) die npn-Transistoren mit 2 N-Leitern und 1 P-Leiter
- 2) die pnp-Transistoren mit 2 P-Leitern und 1 N-Leiter.

Will man sich den Aufbau eines Transistors vorstellen, könnten für die N- und P-Leiter auch jeweils 2 Dioden gezeichnet werden (siehe Abb. 4).

Die erste Schicht muß Ladungsträger aussenden (emittieren) und wird deshalb als **EMITTER (E)** bezeichnet. Die mittlere Schicht hat die Aufgabe, den Ladungsfluß zu steuern und wird als **BASIS (B)** bezeichnet. Die letzte Schicht sammelt die vom Emitter abgesendeten Ladungsträger ein und wird deshalb **KOLLEKTOR (C)** genannt.

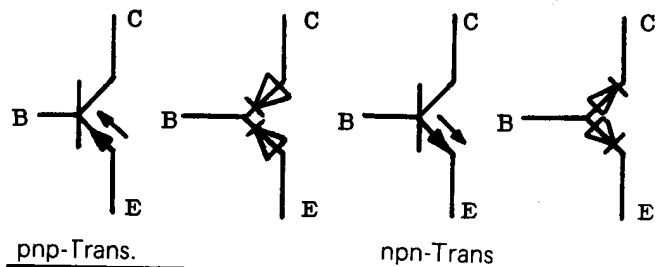
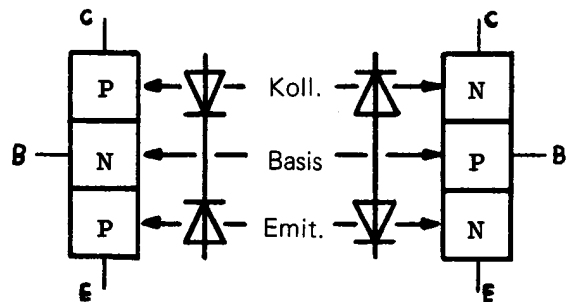


Abb. 4

Notizen:

Der Emitterpfeil gibt an, ob es ein npn oder pnp-Transistor ist. Er zeigt immer die Durchlaßrichtung der Basis/Emitter-Diode an, also beim npn-Transistor von der Basis weg, beim pnp-Transistor zur Basis hin.

Um einen Transistor zu steuern, muß die Basis/Emitter-Diode in Durchlaßrichtung und die Basis/Kollektor-Diode in Sperrrichtung geschaltet werden. Erst dann kann über die Kollektor/Basis/Emitter-Strecke der Schaltstrom zum Fließen kommen.

Soll demnach ein pnp-Transistor gesteuert werden, muß an den Emitter +, an die Basis - und an den Kollektor - gelegt werden.

Da die technische Stromrichtung immer von + nach - ist, fließt der Steuerstrom I_{EB} vom + des Emitters zum - der Basis. Um die Stromrichtung in der Bezeichnung anzugeben, wird immer der + Anschluß, in diesem Fall der Emitter, vor dem - Emitters zum - der Basis. Um die Stromrichtung in der Bezeichnung anzugeben, wird immer der + Anschluß, in diesem Fall der Emitter, vor dem - Anschluß (Basis) genannt. Der I_{EB} hat den Schaltstrom I_{EC} vom + Emitter zum - Kollektor zur Folge.

Mit einem pnp-Transistor kann die positive Spannung vom Emitter an den am Kollektor liegenden Verbraucher R_L geschaltet werden.

Soll ein npn-Transistor gesteuert werden, muß der Emitter -, die Basis + und der Kollektor + führen. In diesem Fall kommt von der positiven Basis zum negativen Emitter der Steuerstrom I_{BE} zum Fließen, der den Schaltstrom I_{CE} vom positiven Kollektor zum negativen Emitter zur Folge hat.

Mit einem npn-Transistor kann die negative Spannung vom Emitter an den Verbraucher R_L geschaltet werden.

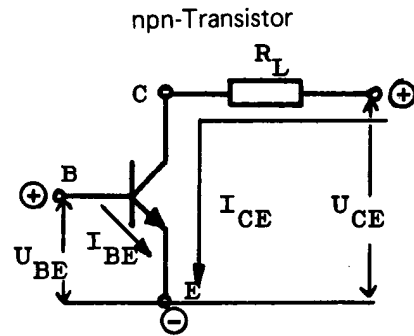
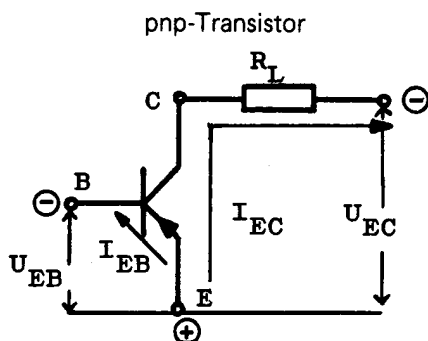


Abb. 5

190 SPANNUNGSSTABILISIERUNG

Zum Stabilisieren der 190 V benutzt man die 173 V Wechselspannung vom Netztrafo. Diese Spannung wird auf dem A 2 Power-Transformer-Modul gleichgerichtet und an die Steckverbindung J 3 Pin 5 gelegt. Von diesem Steckverbinder J 3 wird außerdem von Pin 18 speziell nur für die 173 VAC die Masse abgegriffen. Beides, Spannung und Masse, liegen über dem Kabelbaum am A 3 Solenoid-Driver Modul, Steckverbinder J 3 Pin 6 und Pin 3 an. Hier wird die Spannung erst einmal mit einem 160 µF Elko gesiebt und erhöht sich dadurch auf ca. 230 V VDC, die an TP 4 nachgemessen werden können. Der Leistungstransistor Q 21 (2 N 3584), der sogenannte LÄNGSTRANSISTOR, reduziert die Spannung auf den, vom Potentiometer RT 1 eingestellten Wert. Damit auch höhere Ströme fließen können, wurde er auf einen Kühlkörper gesetzt. Diese eingestellte Spannung, die sich zwischen ca. 157 VDC und ca. 210 VDC regulieren läßt, steht am TP 2 an. Normalerweise sollte sie auf 180 VDC eingestellt sein, um die Lebensdauer der Displays zu verlängern. Diese, z.B. 180 VDC, werden jetzt über einen Spannungsleiter (R54, RT 1 und R56) abgegriffen.

Der Schleifer des Poti RT 1 ist mit der Z-Diode VR 1 verbunden. VR 1 (1 N 5775) hat eine Zener-Spannung von 140 V, reduziert demnach die 180 VDC auf 140 VDC und hält sie konstant. Bei einem auftretenden Fehler müssen an der Kathode 140 VDC zu messen sein, sonst ist die Z-Diode defekt. Da die Spannung konstant gehalten wird, kann über RT 1 der B/E-Strom I_{BE} von Q 23 (2 N 3440) verändert werden. Da man zum Durch-



Notizen:

steuern eines normalen npn-Transistors nur ca. + 0,7 VDC benötigt, liegt zwischen der Basis und Masse ein Basisspannungsteiler-Widerstand von 1,2 k (R55). Je kleiner der Widerstand des Poti's RT 1 ist, je größer ist der B/E-Strom I_{BE} des Q 23, je leitfähiger wird die C/E-Strecke und umgekehrt. Je größer der C/E-Strom I_{CE} vom Q 23 gegen Masse (Emitter liegt an Masse) ist, je größer ist der Spannungsfall am Basis-Vorwiderstand R51 von Q 22 (2 N 3440). Je größer wiederum der Spannungsabfall am R51 (22 k/1/2 W) ist, je mehr sperrt Q 22. Dadurch steht dem Q 21 nur eine kleine B/E-Spannung zur Verfügung und Q 21 sperrt dementsprechend mehr. Sollen die Transistoren Q 21, Q 22 und Q 23 überprüft werden, braucht man nur den Widerstand des Poti's RT 1 zu verändern. Im gleichen Verhältnis muß sich die Basis-Spannung des Q 22 verändern, sonst ist Q 23 defekt. Läßt sich die Basis-Spannung von Q 21 nicht regulieren, ist Q 22 defekt.

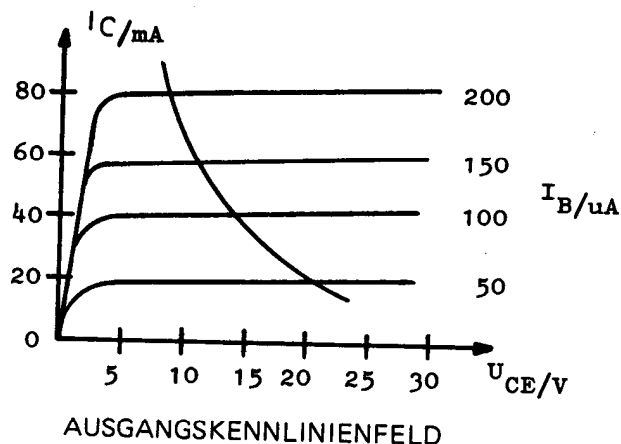


Abb. 7

Die B/E-Spannung U_{BE} und der Basis-Strom I_B haben keine Vorzeichen. Bei einem npn-Transistor wären sie +, bei einem pnp-Transistor -.

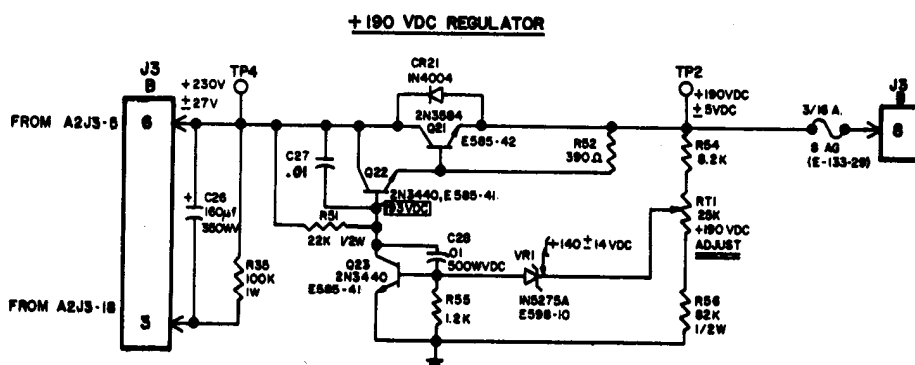
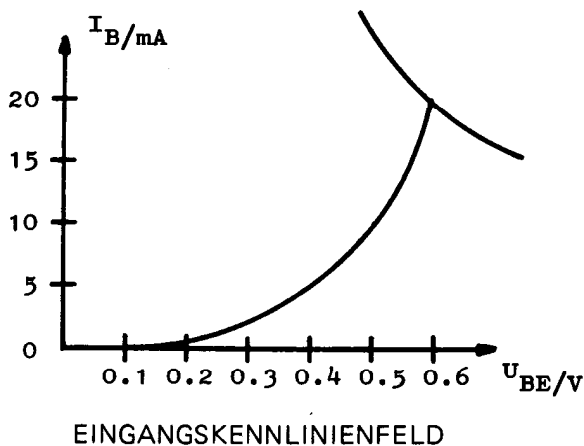


Abb. 6

Zusammenfassend:

Je größer die Basisspannung ist, um so größer wird der B/E-Strom I_{BE} eines Transistors, je leitfähiger wird er, je größer ist der C/E-Strom I_{CE} . Dazu betrachtet man sich am Besten das Eingangskennlinienfeld eines Transistors.



Diese Kennlinie im Eingangskennlinienfeld ist die **Durchlaßkennlinie** der Basis-Emitter-Diode. Die Schleusespannung liegt hier, da es sich um einen Germanium-Transistor handelt, bei 0,3 V. Steigt die B/E-Spannung U_{BE} über 0,3 V, hat eine kleine Spannungsveränderung einen hohen Basisstrom I_B zur Folge, und die C/E-Strecke des Transistors wird leitfähiger. Auch hier muß die Verlustleistung beachtet werden.

Im Ausgangskennlinienfeld sind als Kennlinienschar die verschiedenen Basis-Ströme I_B in μA eingezeichnet. Je größer I_B ist, um so mehr steigt der Kollektorstrom I_C bei gleicher C/E-Spannung U_{CE} , der Transistor wird leitfähiger. Damit der Kollektor-Strom I_C nicht die Verlustleistung übersteigt, wird zwischen dem Kollektor und der Kollektorspannung U_C der Lastwiderstand R_L geschaltet, der entsprechend dimensioniert sein muß. Damit der Transistor leitet, kann auch die Kollektorspannung U_C bei gleichem Basis-Strom I_B erhöht werden. (siehe Ausgangskennlinienfeld)

SOLENOID-DRIVER-MODUL A 3

Vom Solenoid-Driver-Modul werden alle, in einem Bally-Flipper befindlichen Spulen, angesteuert. Im Gegensatz zu den elektromechanischen Flippern, bei denen die Masse am Verbraucher angeschlossen und die Versorgungsspannung über Relais geschaltet wurde, liegt bei allen elektronischen Flippern die **Versorgungsspannung** am Verbraucher an. Über Thyristoren und Darlington-Transistoren wird die **Masse** an die Anzeigelampe bzw. an die Spulen **geschaltet**. Die Versorgungsspannung für die Anzeigelampe beträgt 5,4 VDC, für die Spulen 43 VDC. Beide Spannungen sind nur gleichgerichtet, d.h. es sind 100 H_z Halbwellenspannungen. Wenn man von der technischen Stromrichtung von + nach – ausgeht, fließt der Steuerstrom von der positiven Versorgungsspannung über den Verbraucher, Kabelbaum, Steckverbindung, Schaltelement nach Masse ab.

Da der Schaltstrom der Spulen verhältnismäßig groß ist, werden zum Schalten sogenannte DARLINGTON-TRANSISTOREN verwendet.

DARLINGTON-TRANSISTOREN

In einer Darlington-Stufe werden zwei Transistoren zu einer KASKADE zusammengeschaltet, d.h. der Emitter des einen Transistors ist mit der Basis des Anderen verbunden. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn beide Kollektoren am gleichen Potential liegen.

Hat z.B. T₁ eine Stromverstärkung von 1:10, kommt durch einen Basis-Emitter-Strom I_{BE} von 1mA ein Kollektor-Emitter-Strom I_{CE} von 10mA zum Fließen.

Da der I_{CE} von T₁ der Basis-Emitter-Strom I_{BE} von T₂ ist, hätten, falls T₂ eine Stromverstärkung von 1:100 hat, die 10mA den eigentlichen Kollektor-Emitter-Strom I_{CE} der Darlington-Stufe von 1000mA (1A) zur Folge.

Mit einem I_{BE} von 1mA kann demnach ein I_{CE} von 1A geschaltet werden, daß einer Stromverstärkung von 1:1000 entspricht. Der I_{CE} läßt sich, durch entsprechende Kühlung, noch erhöhen.

Auf dem Solenoid-Driver-Modul werden SE 9302 als Schalttransistoren verwendet, die einen maximalen Kollektor-Emitter-Strom I_{CE} von 10A bei 100V haben, mit einer Stromverstärkung von 1:1000. Diese Darlington-Transistoren werden mit Q1-Q19 gekennzeichnet.

MOMENTARY-SPULEN

Man unterscheidet zwischen Momentary- und Continous-Spulen. Die Momentary (augenblicklich)-Spulen sind vom Aufbau her nur für einen kurzzeitigen Betrieb ausgelegt. Werden sie für längere Zeit angesteuert, erwärmen sie sich entsprechend stärker, dadurch fließt ein höherer Strom, der entweder die Sicherung auslöst oder den entsprechenden Schalttransistor zerstören würde.

Die für diese Spulen zuständigen Darlington Q1-Q14 und Q16 werden von einem 4 Bit-Binärdekodeur angesteuert. Die Ausgänge dieses Dekoders U2, einen 74 LS 154, werden genau wie auf dem Lamp-Driver-Modul von A, B, C, D-Leitungen im Dual-Code ausgewählt. Allerdings sind diese, im Gegensatz zu den MC 14514 auf dem Lamp-Driver-Modul, negiert, d.h. die dezimalen Ausgänge des 74 LS 154 sind normalerweise H. Da die A-D Leitungen an Pin 20-23 von U2 auch das Sound-Modul A8 ansteuern, muß das entsprechende Modul über die sogenannte "Solenoid-Bank-Select-Leitung" selectiert (ausgewählt) werden. Die Select-Leitung ist normalerweise H. Jede Flanke von H auf L triggert auf dem Sound-Modul die Tonerzeugung und es kann über die A-D Leitungen ein Ton angesteuert werden. Bleibt das Signal für minimal 30ms an U2, Pin 19 auf L, reicht die Zeit aus, um zusätzlich über den Dekoder U2 die entsprechende Spule anzusteuern. Damit der Dekoder die Eingangsinformation umsetzen kann, muß also Pin 19 auf L-Signal gesteuert sein.

Notizen:

AUFBAU DES SE 9302

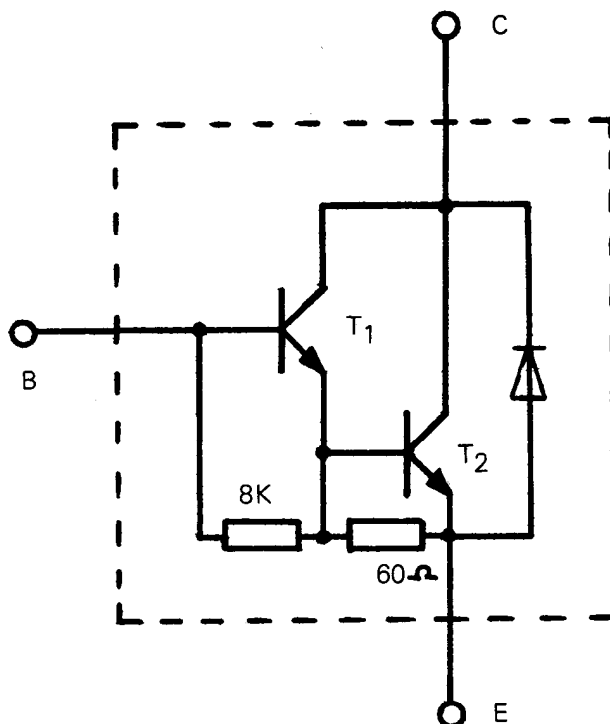


Abb. 1

Hinter jedem der Ausgänge von U2 wird ein Treibertransistor geschaltet, da der Ausgangsstrom des Dekoders von maximal 250 μ A nicht ausreicht, die Darlington-Transistoren zu steuern.

Die 16 benötigten Treiber sind in Gruppen zu je 7 Stück in den CA 3081 U1, U3 und U4 untergebracht. Die Basis und der Kollektor jeder Treiberstufe sind über IC-Pins rausgeführt. Alle 7 Emittter pro Baustein werden miteinander verbunden und liegen über Pin 5 und 15 an Masse.

Wird keiner der Dekoderausgänge angesteuert, liegen alle, bis auf den Ausgang 15/Pin 17, auf H-Signal. Durch das H-Signal kann über die 1,2 K Widerstände R57-R71 der Basis-Emitter-Strom I_{BE} durch die Treiber nach Masse fließen, alle Treiberstufen sind leitfähig. Das hat zur Folge, daß über die Kollektor-Emitter-Strecken von +5V über 120 Widerstände der I_{CE} nach Masse abfließt. Die Schutzdioden CR1-CR14 und CR16 zwischen dem Kollektor der Treibertransistoren und der Basis der Darlington sind gesperrt, keine Spule kann anziehen.

Die Schutzdioden würden, falls die Basis-Kollektor-Strecke der Darlington einen Schluß hätte, in Sperrichtung geschaltet sein. Die +43 VDC könnten dadurch nicht die +5V Strecke der Treiber erreichen, denn das hätte eine Zerstörung vieler Bauteile zur Folge.

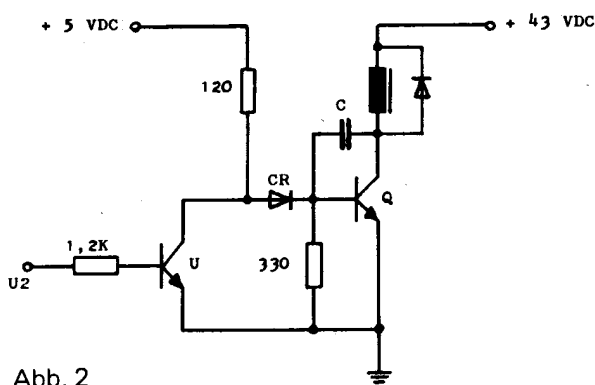


Abb. 2

Notizen:

Zusammenfassend:

Das H-Signal an den Ausgängen des Dekoders steuert die Treibertransistoren und dadurch sperren die Darlington.

Wird z.B. der dezimale Ausgang 0 an Pin 1 angesteuert, liegt dort L-Signal an. Das L-Signal sperrt die Treiberstufe in U1 und es kommt von +5V über den 120 Widerstand R57, über die Schutzdiode CR2, über die Basis-Emitter-Strecke von Q2 der Steuerstrom I_{BE} zum Fließen.

Der I_{BE} wird über den 330 Ω Widerstand R6 auf den benötigten Wert runtergeteilt und Q2 wird leitfähig. Dadurch kann von den +43 VDC über die entsprechende Spule der Schaltstrom I_{CE} nach Masse fließen, die Spule zieht an. Die gemeinsame Masse der Darlington-Transistoren ist im Schaltplan mit einem \downarrow gekennzeichnet. Sie wird speziell vom J3 Pin 19 + 20 vom A2-Modul abgegriffen und mit dem Solenoid-Driver-Modul Stecker J3 Pin 23 + 24 verbunden. Die Gemeindame Masse der Treiberstufe ist die normale 5V-Masse (\downarrow).

Zusammenfassend:

Ein L-Signal am Dekoderausgang sperrt die Treiberstufen und steuert dadurch den Darlington-Transistor, die entsprechende Spule zieht an.

CONTINUOUS-SPULEN

Die Continuous (dauerhaft)-Spulen sind vom Aufbau her für den Langzeitbetrieb ausgelegt. In jedem Flipper gibt es zwei Stück: die Münzsperrspule (Coin-Lockout) und das K1-Relais für die Steuerung der Flipperspulen. Zwei zusätzliche Schaltkreise stehen jederzeit für weitere Continuous-Spulen zur Verfügung.

Die Steuerung der Continuous-Spule und die der Momentary-Spule unterscheidet sich darin, daß die Continuous-Spule nicht über ein Dekoder, sondern direkt vom MPU-Modul angesteuert wird. Soll keine

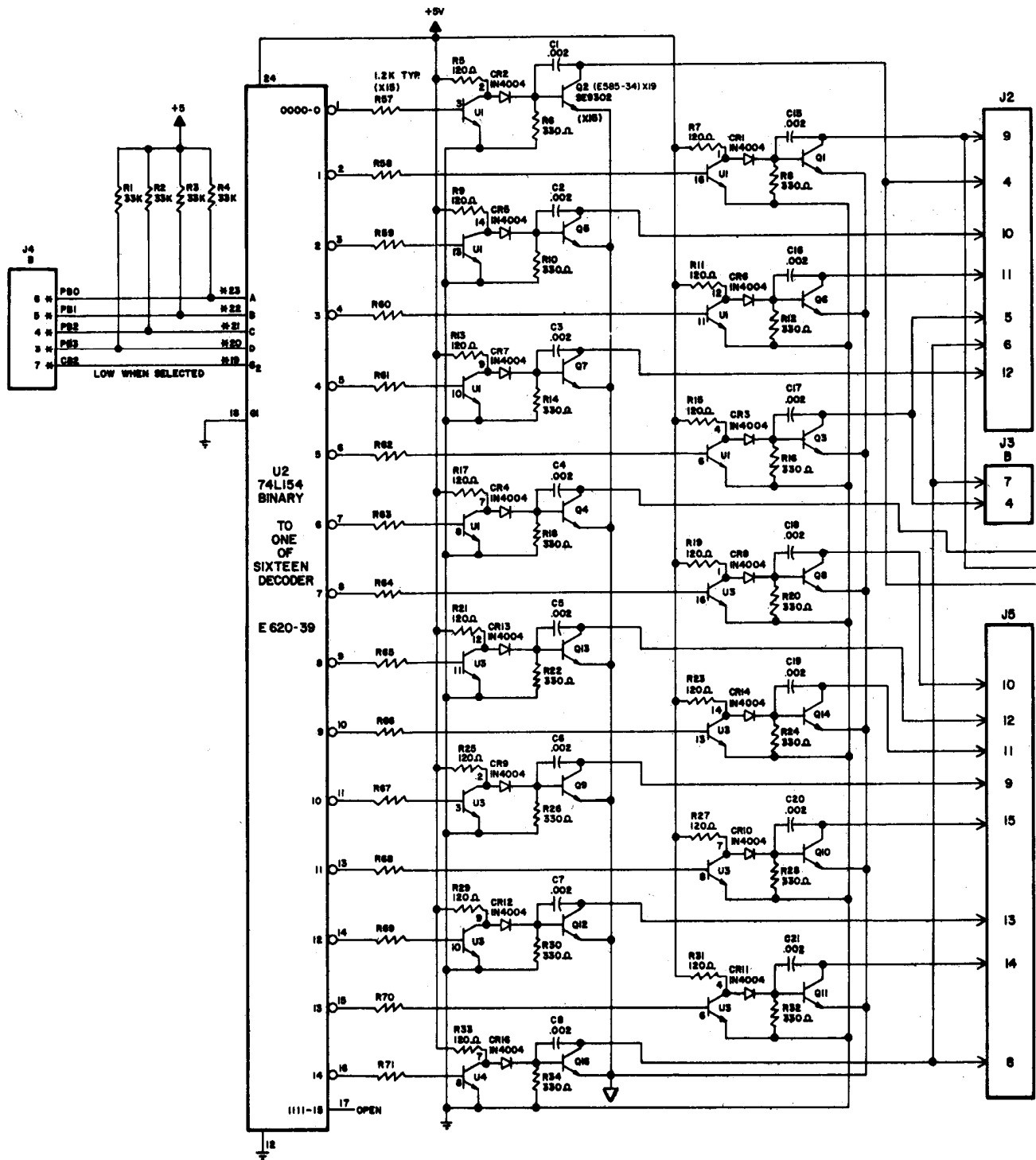
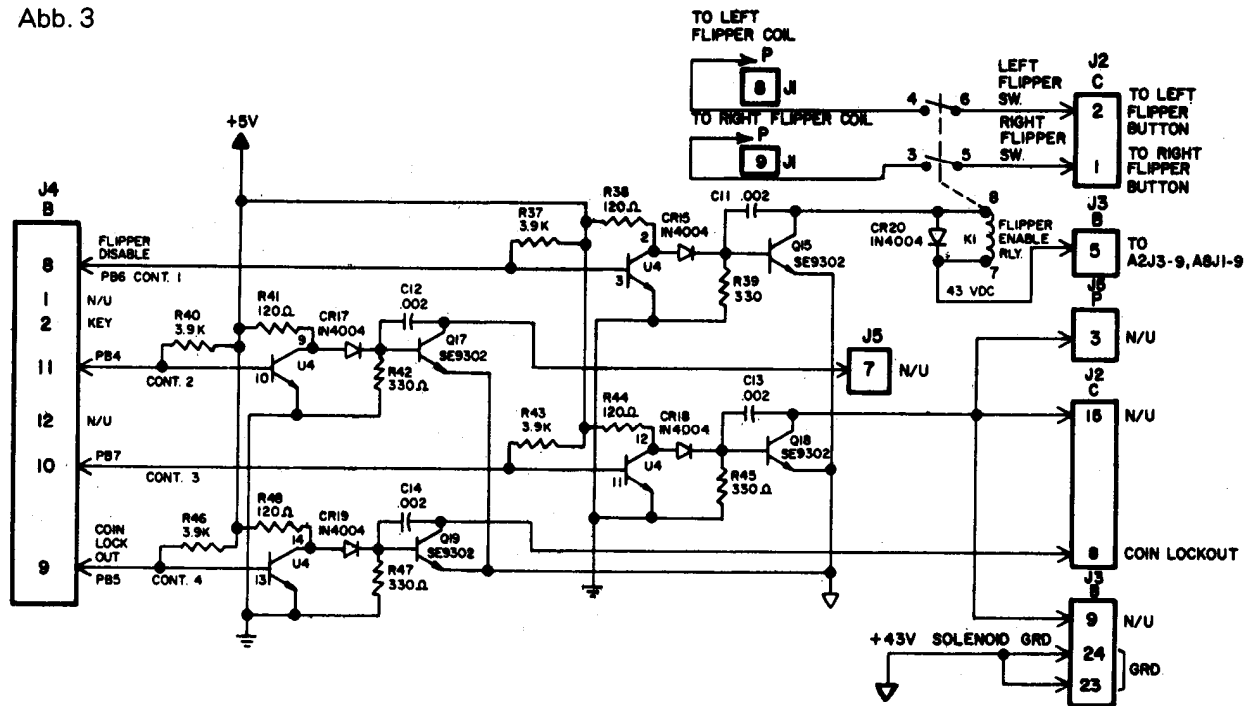


Abb. 3



dieser Spule anziehen, fließt der erforderliche Basis-Emitter-Strom der Treiberstufen von +5V über die 3,9 K Widerstände R37, R40, R43 und R46. Muß eine der Continuous-Spulen anziehen, wird vom MPU-Modul ein L-Signal auf die entsprechende Leitung gelegt, das den Treibertransistor sperrt und den Darlington steuert (siehe Momentary-Spulen).

FEHLERSUCHE:

Zieht eine der Spulen nicht an, wird im Spulenselbsttest festgestellt, bei welcher Selbsttestnummer die Spule nicht arbeitet. Dann kann aus dem Flipperhandbuch der entsprechende Darlington-Transistor entnommen und im Schaltplan herausgesucht werden. Zuerst legt man Masse an den Kollektor der Darlingtonstufe, z.B. Q1. Die 3 Anschlüsse sind auf der Platine mit B, C, E bezeichnet. Der Kollektor ist außerdem immer das Gehäuse, bzw. der Kühlblechanschluß.

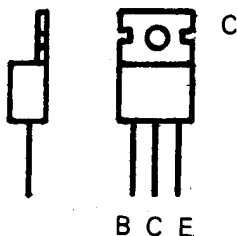


Abb. 4

Zieht die Spule nicht an, wird sie zuerst selbst geprüft, indem man direkt den Masseanschluß der Spule künstlich mit Masse brückt (Anodenseite der

Freilaufdiode). Zieht die Spule an, liegt eine Unterbrechung zwischen dem Kollektor der entsprechenden Darlingtonstufe und der Spule vor.

Zieht die Spule an, wenn man Masse an den Kollektor von z.B. Q1 legt, wird mit Hilfe von TP6 (rechts, unten auf der Platine) der Darlington künstlich gesteuert. Da die Darlingtonstufe einen hohen Basisstrom benötigt, darf nur der TP6 mit einem 120 Ω Widerstand gegen +5V verwendet werden. Am besten brückt man die Kathode der Schutzdiode, z.B. CR1 mit TP6, denn, verbindet man direkt den Basisanschluß von z.B. Q1, besteht die Gefahr, daß ein Kurzschluß verursacht wird. Zieht die Spule an, ist der Q1 in Ordnung und die Treiberstufe wird überprüft. Dazu legt man Masse an die entsprechende Basis, z.B. U1, Pin 16 und sperrt dadurch den Treiber. Zieht die Spule an, ist entweder eine Unterbrechung zwischen U1, Pin 16 und U2, Pin 2 oder der Dekoder U2 ist defekt. Zieht eine Continuous-Spule nicht an, ist entweder der 3,9 K Widerstand defekt oder die Verbindung zwischen MPU-Modul und der Basis des entsprechenden Treibers ist unterbrochen, bzw. nach +5V kurzgeschlossen. Zieht die Spule nicht an, mißt man, während der Treiber mit Masse gesperrt wird, die Spannung am Kollektor, z.B. Pin 1, nach. Liegt am Kollektor ca 0V an, hat der Treiber einen Kollektor-Emitter-Schluß und U1 muß ausgetauscht werden oder die Strecke zwischen +5V, über den 120 Widerstand R7 und den U1, Pin 1, ist unterbrochen. Stehen ca. +5V an, muß die Schutzdiode, z.B. CR1, ausgetauscht werden.

Zieht eine Spule dauernd an, wird zuerst der Dar-

lington, z.B. Q5, künstlich mit Masse gesperrt. Fällt die Spule ab, wenn die Masse an die Kathode der Schutzdiode, z.B. CR5, angelegt wird, ist der Darlington in Ordnung und die Treiberstufe wird künstlich gesteuert. Dazu verwendet man den TP7 (neben TP6). Fällt die Spule ab, wenn TP7 an z.B. U1/Pin 13 angelegt wird, ist entweder die Leiterbahn zwischen U1, Pin 13 und U2, Pin 3 unterbrochen oder der Dekoder U2 ist defekt.

FLIPPER-SPULEN

Der Stromkreis der Flipperspulen ist rein elektromechanisch. Wird ein Spiel gestartet, steuert Q15 das sogenannte K1-Relais auf dem Solenoid-Driver-Modul. Dadurch ist die Strecke zwischen den Flipperknöpfen im Cabinet und den Flipperspulen unter der Spielfläche geschlossen. Wird der linke oder rechte, bzw. beide, Flipperknöpfe gedrückt,

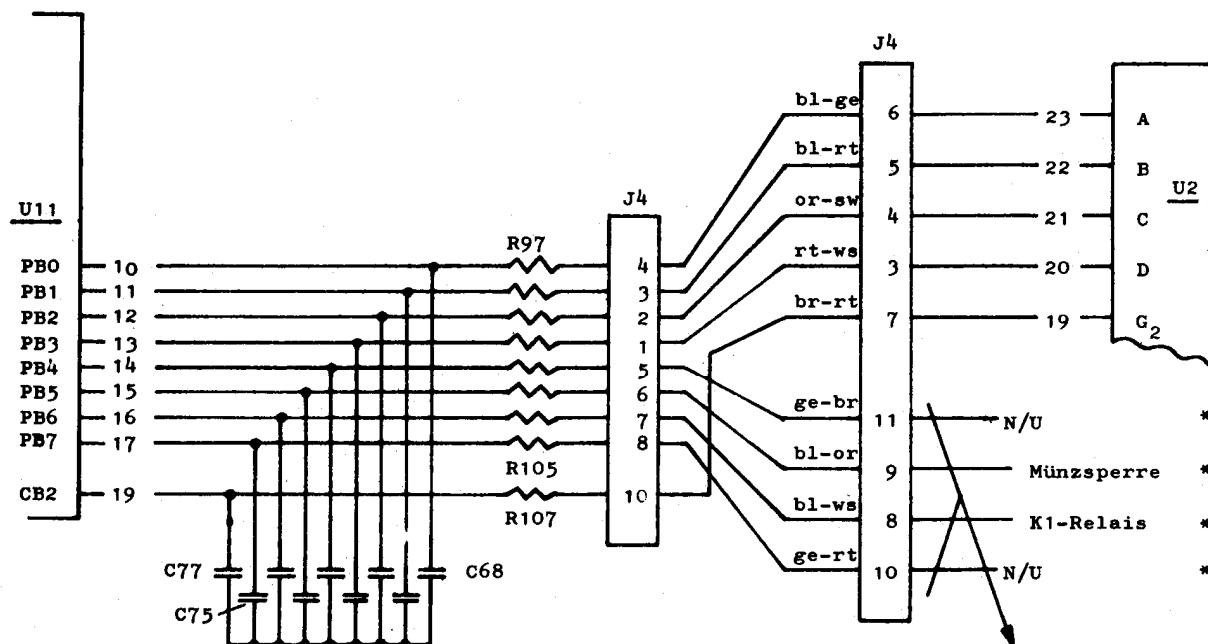


Abb. 5

*) Bei Messungen mit dem AID 1 muß der Stecker J4 abgezogen werden!

Sollten mehrere Momentary-Spulen nicht einwandfrei arbeiten, werden die Steuersignale von der PIA U11, Pin 10-13 und Pin 19 auf dem MPU-Modul bis zu den Dekodereingängen Pin 19-23 mit AID 1 oder einem Oszilloskop überprüft. Steht überall ein Signal an, ist der Dekoder defekt.

Bei den Continuous-Spulen muß zuerst der Stecker J4 vom Solenoid-Driver-Modul abgezogen werden, da über die 3,9 K Widerstände ein H-Signal auf der Steuerleitung anliegt, also kein wechselndes Signal. Das AID 1 spricht jedoch nur auf wechselnde Signale an, denn nur H oder L bedeutet normalerweise ein Kurzschluß.

Ist der Stecker J4 abgezogen, können die Leitungen von der PIA U11, Pin 14-17 bis zum Stecker J4, Pin 8-11 kontrolliert werden. Liegt überall Signal an, wird der entsprechende Schaltkreis, wie besprochen, überprüft. Zur Fehlersuche mit dem AID1 kann die Abb. 5 verwendet werden.

Sollten alle Spielflächenspulen, außer den Flipperspulen, nicht anziehen, ist die 1A Sicherung unter der Spielfläche zu prüfen.

kann der erforderliche Steuerstrom von den +43 VDC über die Flipperspulen, dem Kabelbaum, den Schließern des K1-Relais, den Flipperknöpfen nach Masse abfließen, die rechte oder linke, bzw. beide, Flipperspulen ziehen an.

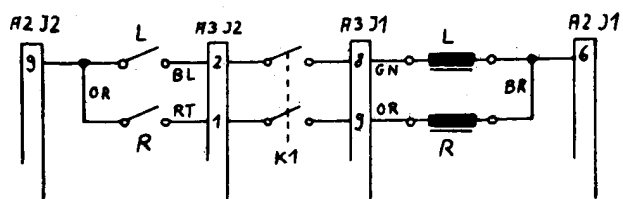


Abb. 6

Notizen:

DISPLAY-DRIVER-MODUL A1

In fast jedem Flipper werden 5 Display's verwendet, 4 Spieler- und 1 Kredit-Display.

Bis zum Flipper "VIKING" handelt es sich um 6-stellige Anzeigen, an denen die Arbeitsweise erklärt werden soll. Alle 5 Display's sind identisch und deshalb untereinander austauschbar. Als Anzeigeeinheit wird ein gasgefülltes PANEL verwendet, das über Anschlußstifte mit dem Steuermodul verbunden ist. Diese Anschlußleiste wird im Schaltplan mit J2 bezeichnet, die Stifte sind mit 2-40 nummeriert. Alle Abbildungen beziehen sich auf die 6-stellige Anzeige. Die Abb. 7 ist der Schaltplan der 7-stelligen Anzeige, bei der sich die Nummerierung der Panelanschlußstifte grundlegend ändert.

PANEL

Das Panel besteht aus zwei miteinander luftdicht verschweißten Glasplatten. Der Hohlraum dazwischen wird nach Absaugen der Luft mit einem speziellen Gasgemisch gefüllt. Dieses Gas zündet bei einer Spannung von mindestens + 160V gegen Masse. Auf die eine Glasplatte werden sechs Flächen aufgedruckt, die sogenannten DIGITS (siehe Abb. 2).

Jedes Digit ist ein Stellenwert der maximal sechsstelligen Dezimalzahl und kann wahlweise über die DIGIT-DRIVER (D.D.) Q7 - Q12 **einzel**n an + 190V gesteuert werden (siehe Abb. 7). Jedem Digit gegenüberliegend, sind auf der zweiten Glasplatte jeweils 7 SEGMENTE aufgedruckt, die mit a - g bezeichnet sind (siehe Abb. 3). Eine Leiterbahn auf dieser Glasplatte verbindet alle a-Segmente miteinander, eine Zweite alle b-Segmente usw. (siehe Abb. 4). Jede der 7 Leiterbahnen endet an einem Anschlußstift, an den über die SEGMENT-DRIVER (S.D.) Q13 - Q19, Masse geschaltet wird.

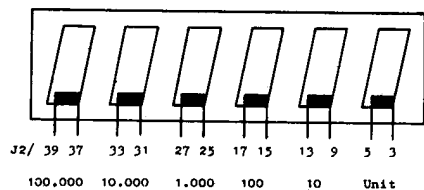


Abb. 2

Notizen:

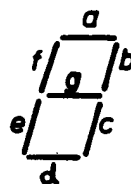


Abb. 3

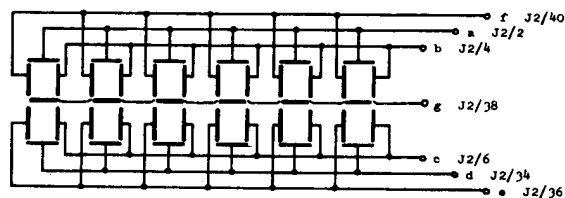


Abb. 4

Geht man von der technischen Stromrichtung aus, fließt der Zündstrom des Panels von:

+ 190V durch die E/C-Strecke des Digit-Drivers (pnp), die beiden Anschlußstifte des Digits, die Gasfüllung, die Anschlußstifte des entsprechenden Segments, den 1,5 K Widerstand, die C/E-Strecke des Segment-Drivers (npn), den 1 K Widerstand nach Masse. Dieser 1 K Widerstand wird ab März 1981 auf allen Display's durch einen 1,2 K Widerstand ersetzt. (siehe Abb. 1)

Um eine höhere Zündgeschwindigkeit zu erreichen, legt man eine sogenannte "Offset"-Spannung von + 80V über 300 K Widerstände an alle 6 Digits und die Segmente an. Diese + 80V werden über eine Zener-Diode VR1 mit $U_z = 110V$ aus den 190V erzeugt. (siehe Abb. 7).

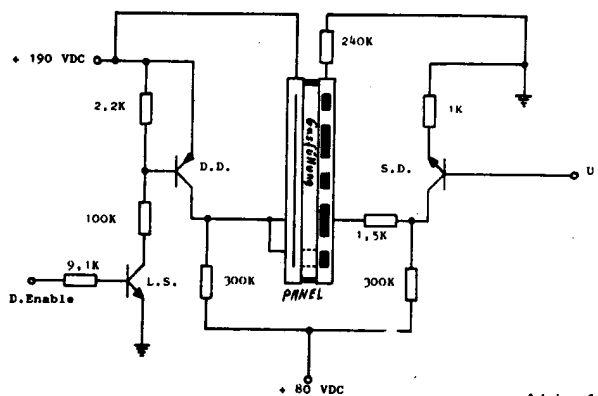


Abb. 1

DIGIT-Ansteuerung

FEHLT EIN DIGIT, d.h. das Digit bleibt dunkel, wird zuerst das Display mit einem anderen getauscht. Wandert der Fehler mit, ist mit Sicherheit eines der Bauteile des entsprechenden Digit-Schaltkreises defekt. Liegt der Fehler z.B. am 100ter-Digit, wird zuerst + 190V direkt an die Anschlußstifte 15 oder 17 gelegt.

Leuchtet das Digit jetzt auf, ist das Panel in Ordnung. Als nächstes wird die Basis des Digit-Drivers Q9 künstlich über einen externen 100 K nach Masse gebrückt, um Q9 zu prüfen. Sollte das entsprechende Digit nicht leuchten, muß bevor Q9 ausgetauscht wird, die Strecke von TP2 über die Elc-Strecke von Q9 zum Anschlußstift des Panels auf eine Unterbrechung hin untersucht werden. Ist Q9 in Ordnung, prüft man den eingebauten 100 K Widerstand R5,

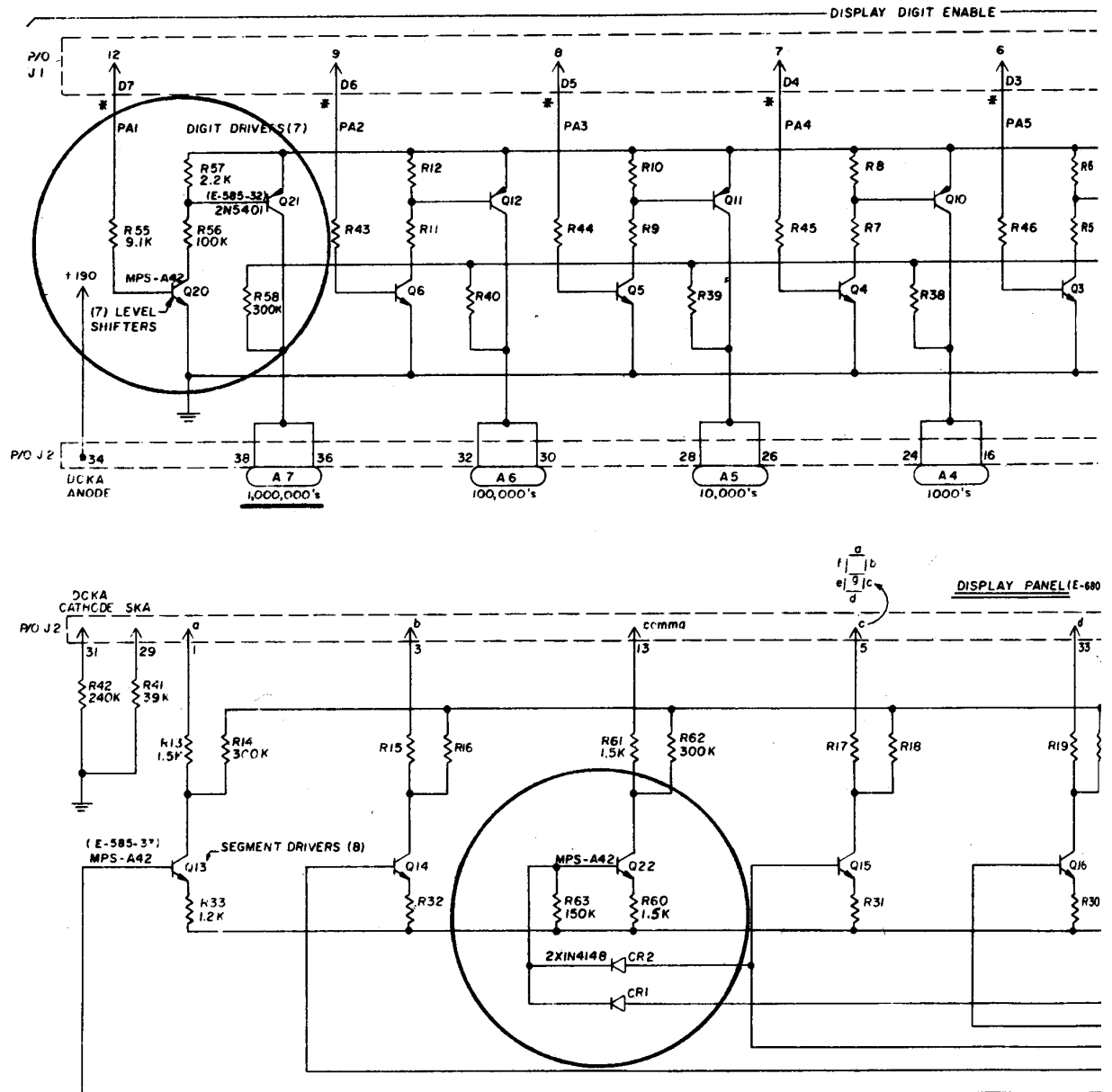


Abb. 7

indem der Collector von Q3 künstlich nach Masse gelegt wird. Q3 selbst wird bei einem einwandfreien R5 durch Anlegen von +5V über einen mindestens 1 K großen Widerstand (z.B. TP7 von Solenoid-Driver-Modul A3) künstlich gesteuert. Q3 ist im Schaltplan als "LEVELSHIFTER" bezeichnet und fungiert als Treibertransistor des Digit-Drivers. Sollte Q3 auch in Ordnung sein, muß die Strecke zwischen Steckverbinder J1 Pin 6 zum R46, der Vorwider-

stand R46 selbst und von R46 zur Basis von Q3 auf Unterbrechung oder Masseschluß untersucht werden.

DISPLAY-DIGIT-ENABLE-Leitungen

Sollte ein bestimmtes Digit an allen 5 Display's fehlen, ist es sehr unwahrscheinlich, daß an allen Display's Bauelemente defekt sind. In diesem Fall wird

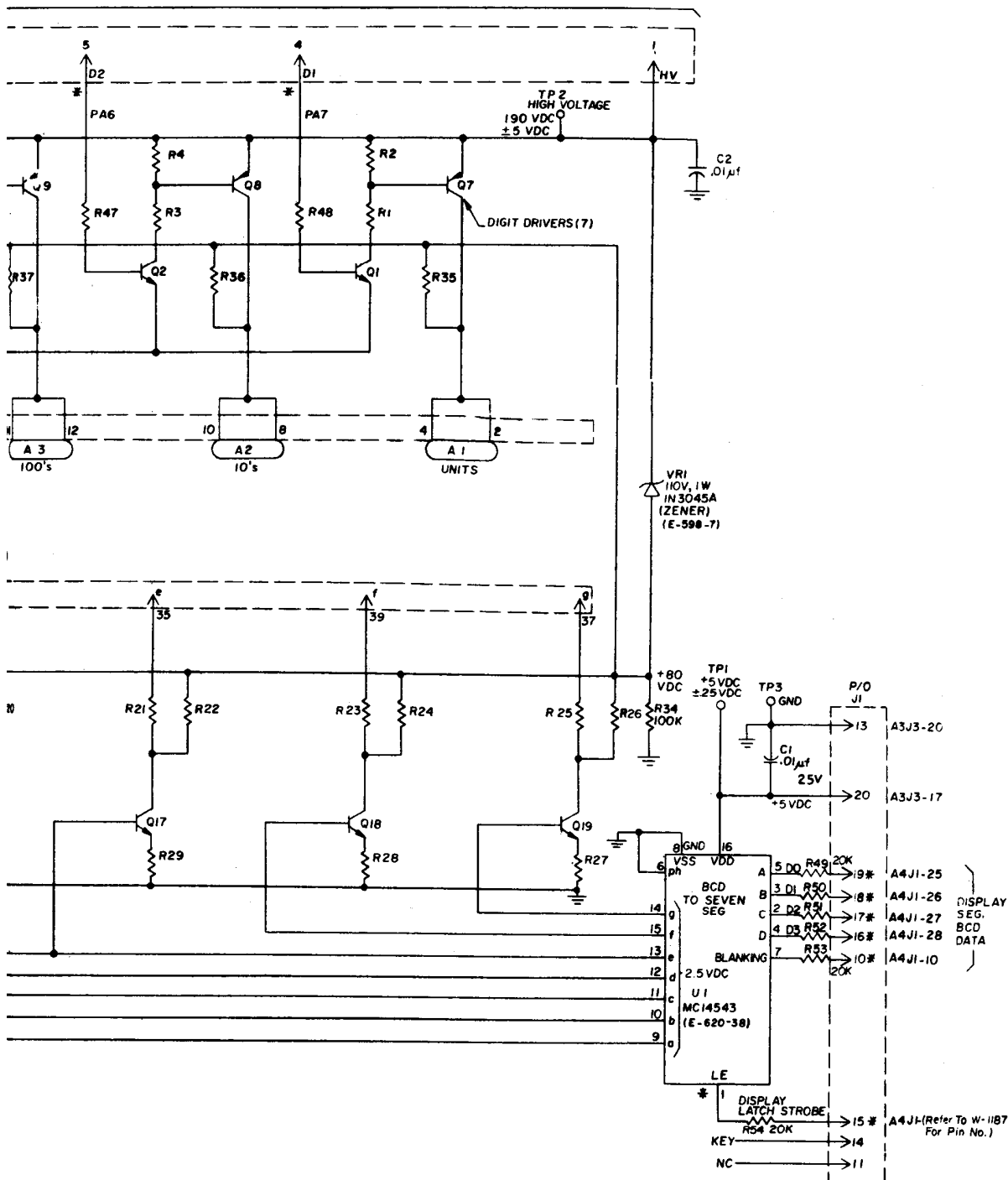
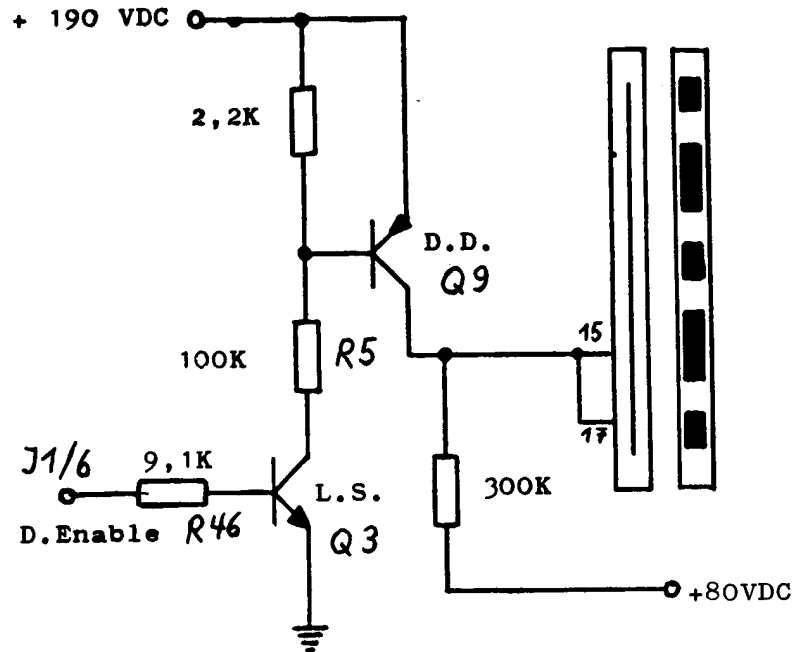


Abb. 9



das Digit vom MPU-Modul über die entsprechende "Digit-Enable-Leitung" nicht angesteuert. (Siehe Abb. 8). Bleibt z.B. das 100ter-Digit dunkel, wird vom Widerstand R46 (9,1 K) über den Steckverbinder J1 Pin 6, dem gelben Draht, Stecker J1 Pin 3 vom MPU-Modul A4, Widerstand R94 bis zur PIA U11 Pin 7 mit dem AID 1 die Verbindung geprüft. Da die sogenannten "DIGIT-ENABLE-Leitungen" (D. Enable) in der Reihenfolge vom 1. Spieler zum 2. Spieler, zum Kredit-Display, zum 4. Spieler und zum Schluß zum 3. Spieler durchgeschliffen sind, kann beim Fehlen eines Digits in 2 oder 3 Display's auch in der Schleife eine Unterbrechung vorliegen.

Ab dem Flipper "SKATEBALL" werden 7-stellige

Anzeigen eingesetzt. Für die Ansteuerung der 1.000.000-Stelle wird zusätzlich ein Digit-Schaltkreis eingebaut. Dieses Digit wird dann von der PIA U11 Pin 3 über R90, J1 Pin 7 vom MPU-Modul A4, einen grauen Draht, J1 Pin 12 an jedem Display angesteuert.

Falls eine 6-stellige Anzeige für eine 7-stellige eingebaut werden soll, muß an der 6-stelligen Anzeige am Stecker J1 der Pin 12 abgekniffen werden. Dies ist bei allen 6-stelligen Display's möglich, da Pin 12 nicht belegt ist.

Außerdem ändert sich bei der 7-stelligen Anzeige die Nummerierung der Panelanschlußstifte (siehe Abb. 7).

Notizen:

Elektronik für den Unterhaltungsautomaten- Techniker

eine Veröffentlichung des
MÜNZAUTOMAT
Fachzeitschrift für die Münzautomatenbranche

Diese Zeitschrift informiert Sie laufend über
Analysen – Markt-Trends – Geräte-Neuheiten
Wirtschaftsfragen – Rechtsprobleme
Reportagen – Interviews – Verbandsarbeit

Ein Abonnement lohnt sich immer



MÜNZAUTOMAT

Postfach 2730 · 6500 Mainz · Telefon (0 61 31) 50 47 57