MIDWAY TV-Spiele

Einführung in die Technologie
Teil II

WULFF-AUTOMATEN GMBH
HANNOVER

Einführung in die Technologie von MIDWAY TV-Spielen

Teil II

D E F I N I T I O N

Im Teil I der MIDWAY TV-Spiele, Einführung in die Technologie, wurden die Begriffe 0 und L zur Darstellung der Signalzustände verwendet.

Nach DIN 41785, Blatt 4, müssen die Signalzustände in digitalen Mikroschaltungen mit Low (L) und High (H) angegeben werden.

Die auf dem Logic-Board verwendeten IC's sind in die Gruppe der digitalen Mikroschaltungen einzuordnen. Deshalb müssen auch in diesem Heft die Signalzustände L und H verwendet werden.

Der Signalwert des L-Zustandes liegt näher an $-\infty$, der Signalwert des H-Zustandes näher an $+\infty$.

Der L-Zustand aus dem Teil I der MIDWAY TV-Spiele, Einführung in die Technologie, ist mit dem H-(High)-Zustand nach DIN 41785 gleichzusetzen. Der 0-Zustand aus Teil I entspricht dem L-(Low)-Zustand.

Zusammenfassung aus Teil I

Der Teil I "Einführung in die Technologie der MIDWAY TV-Spiele" befasste sich mit den Grundlagen der Digitaltechnik.

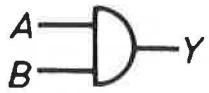
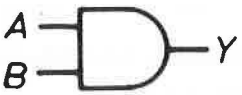
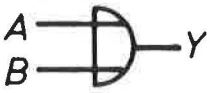
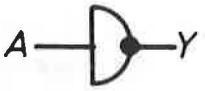
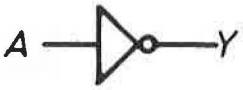
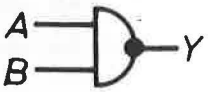
Es wurde der Unterschied zwischen analogen und digitalen Signalen dargestellt und auf die Grundfunktionen UND, ODER, NICHT, NAND und NOR eingegangen.

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 Schwingungen 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 deutsch	Symbol amerikanisch	Wahrheitstabelle
UND			A B | Y L L | L L H | L H L | L H H | H
ODER			A B | Y L L | L L H | H H L | H H H | H
NICHT			A | Y L | H H | L
NAND			A B | Y L L | H L H | H H L | H H H | L
NOR			A B | Y L L | H L H | L H L | L H H | L

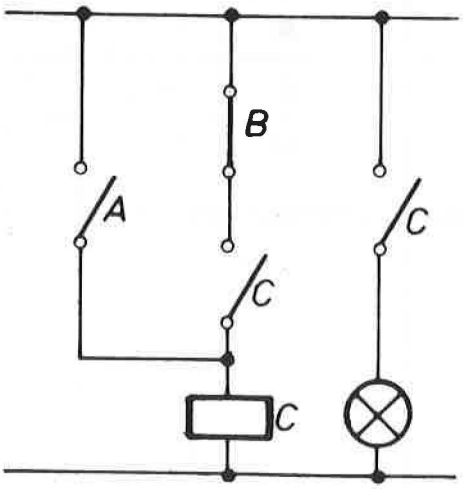
FLIP FLOP'S
==========

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.

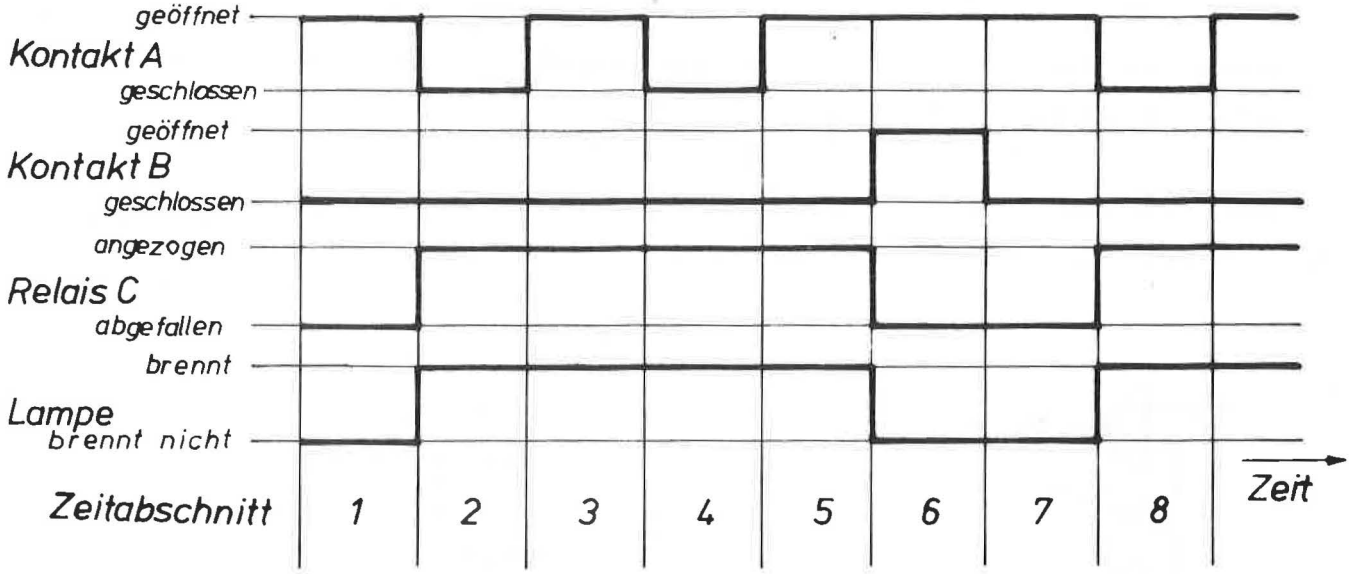
Schaltungen, die Signalzustände speichern, sind auch in der Relaistechnik bekannt. Man bezeichnet diese Schaltung als Selbsthaltung.



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 nochmalig 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.

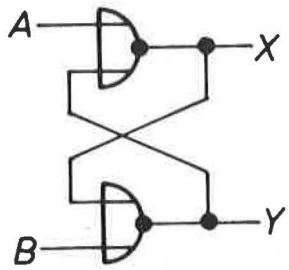
7) Der Kontakt B wird geschlossen. Es ändert sich nichts am Ausgang.

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?

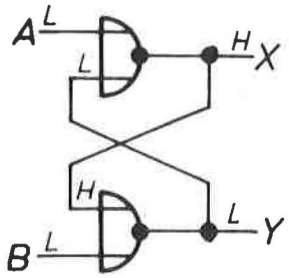
Eine Schaltung mit gleichen Eigenschaften läßt sich durch einen FLIP FLOP erstellen.

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



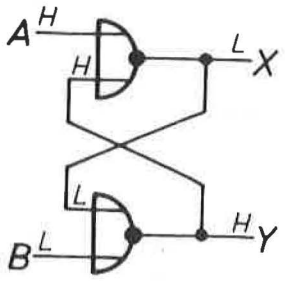
In manchen Büchern oder Schaltungsbeschreibungen findet man für die Bezeichnung FLIP FLOP auch die Bezeichnungen "Speicher", "Gedächtnis" oder "Kippschaltung".

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



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.

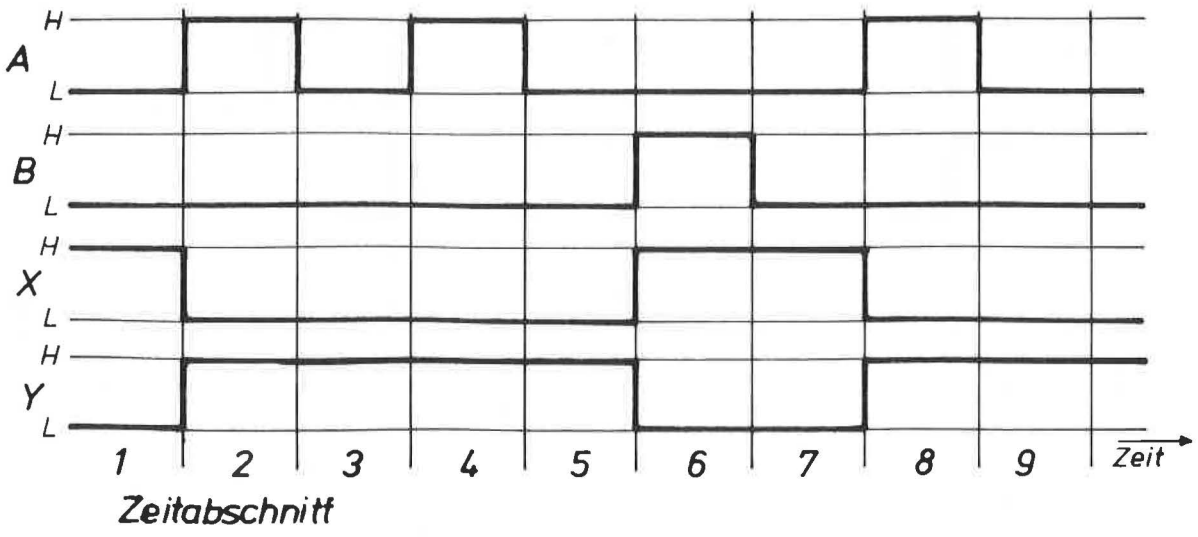


Dadurch stellt sich am Ausgang X L-Signal ein. Das L-Signal liegt gleichzeitig am Rückkopplungseingang des 2. NOR-Gliedes. Nun stellt sich am Y-Ausgang H-Signal ein. Das H-Signal wird ebenfalls auf den Rückkopplungseingang des 1. NOR-Gliedes gegeben. Im Impulsdiagramm ist dies im Zeitabschnitt 2 dargestellt.

Um ein einwandfreies Umschalten des FLIP FLOPS 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 Ausgang X L-Signal, am Ausgang Y 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.

Test 1

1. a) Wie sind der High (H) und der Low (L) - Zustand definiert?

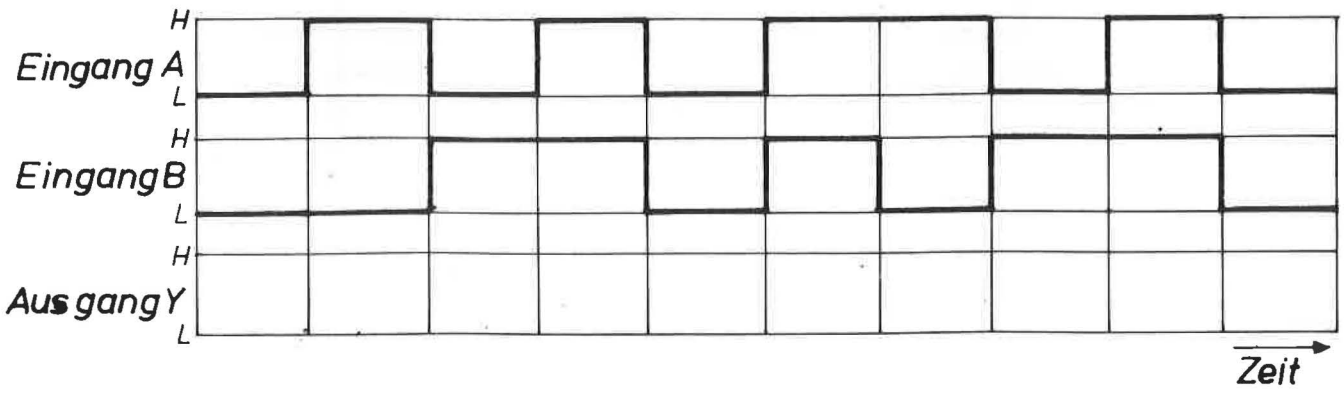
   b) Stellen Sie die High (H) und Low (L) und die in der 1. Folge benutzten 0 und L - Signale gegenüber.

2. Wozu dient ein Impulsdiagramm?

   a) Im Impulsdiagramm werden die verschiedenen Ein- und die daraus folgenden Ausgangssignale eines Schaltgliedes über der Zeitachse dargestellt.

   b) Im Impulsdiagramm werden willkürlich Impulse dargestellt.

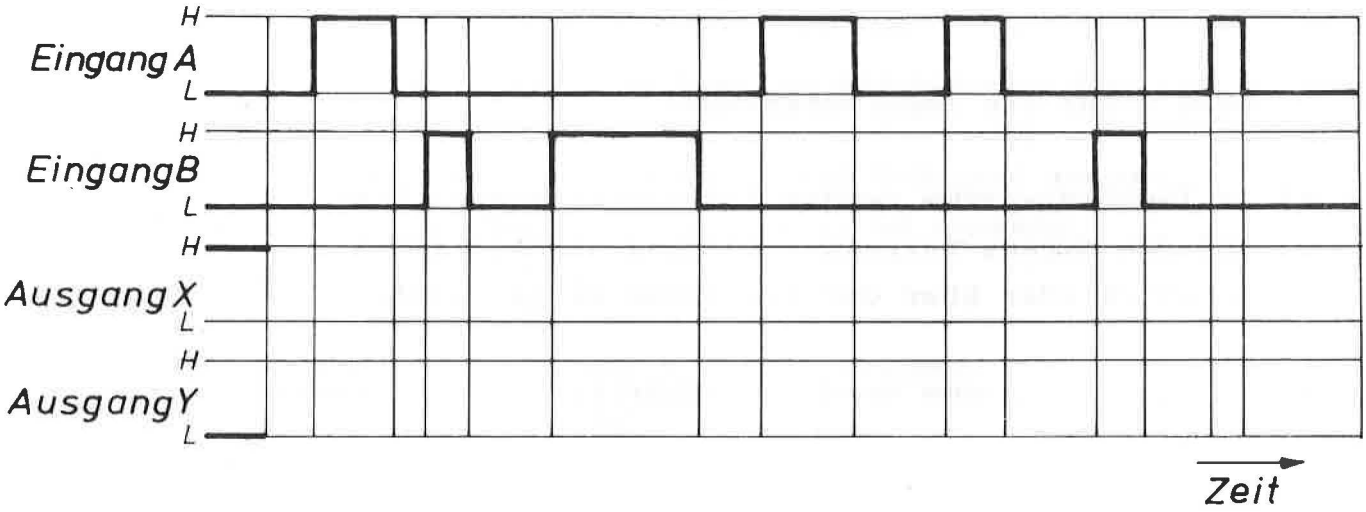
3. Vervollständigen Sie das untenstehende Impulsdiagramm für ein ODER-Glied mit 2 Eingängen.



4. Zeichnen Sie eine Selbsthaltungsschaltung für ein Relais.

5. Zeichnen Sie ein FLIP FLOP unter Verwendung von NOR-Gliedern.

6. Vervollständigen Sie das Impulsdiagramm für ein FLIP FLOP.



Lösungen zu Test 1

1. a) Die Definitionen für den High (H) - Zustand und den Low (L) - Zustand beziehen sich auf $+\infty$ und $-\infty$.

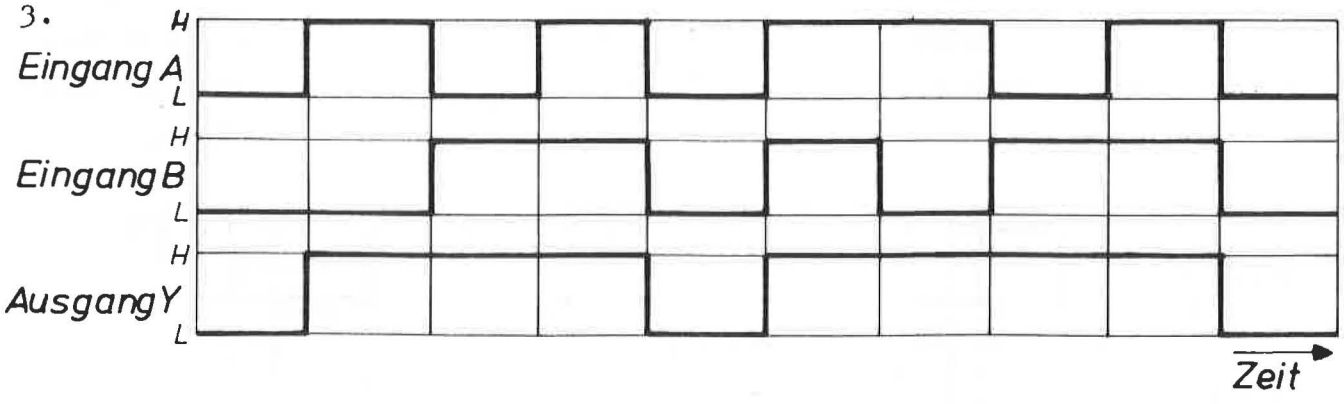
   Dabei liegt der High (H) - Zustand näher an $+\infty$, der Low (L) - Zustand näher an $-\infty$.

   b) Der High (H) - Zustand kann mit dem L-Signal der 1. Folge gleichgesetzt werden, der Low (L) - Zustand mit dem 0-Signal.

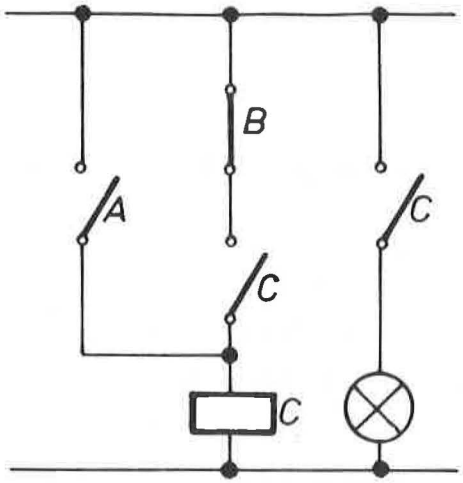
2. Antwort a) ist richtig.

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

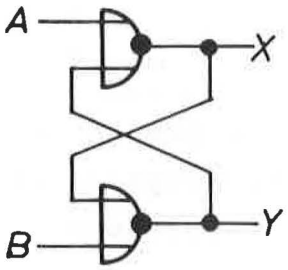
3.



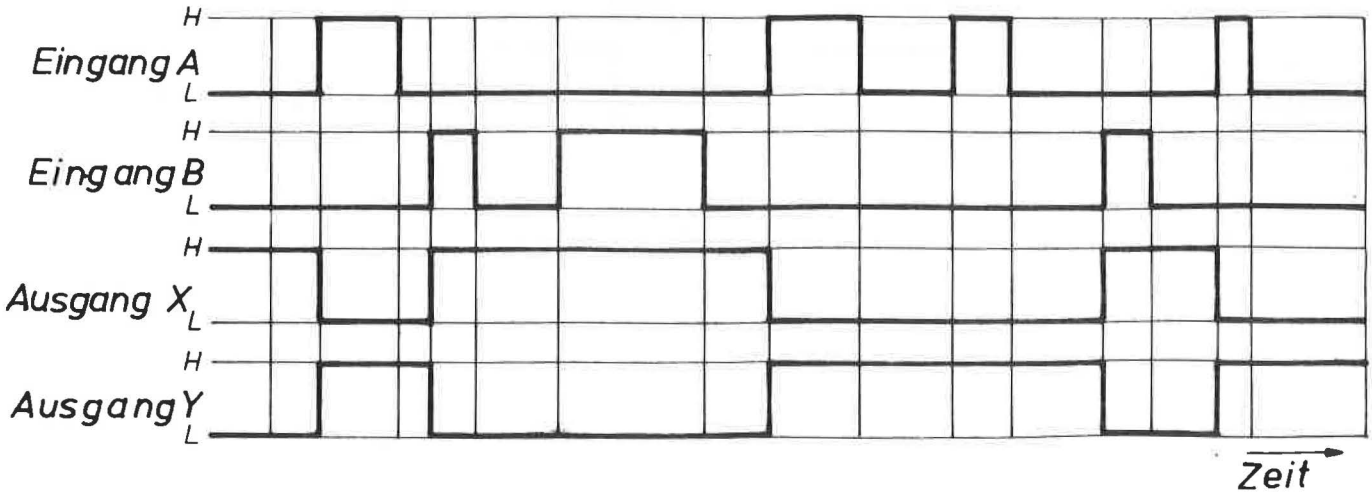
4.


B
A
C
C
C

5.

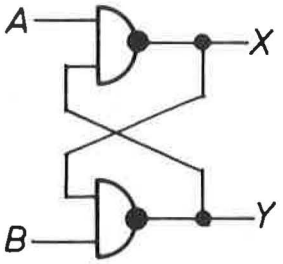

A
X
B
Y

6.


H
Eingang A
L
H
Eingang B
L
H
Ausgang X
L
H
Ausgang Y
L
Zeit

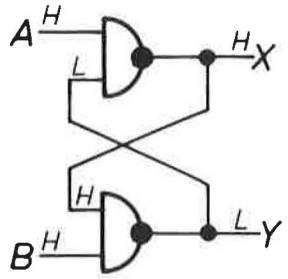
FLIP FLOP, aufgebaut mit NAND-Gliedern

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.

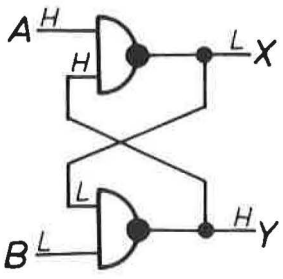
Betrachten wir jedoch die anliegenden Signale, stellen wir einen Unterschied zu dem mit NOR-Gliedern aufgebauten FLIP FLOP fest.



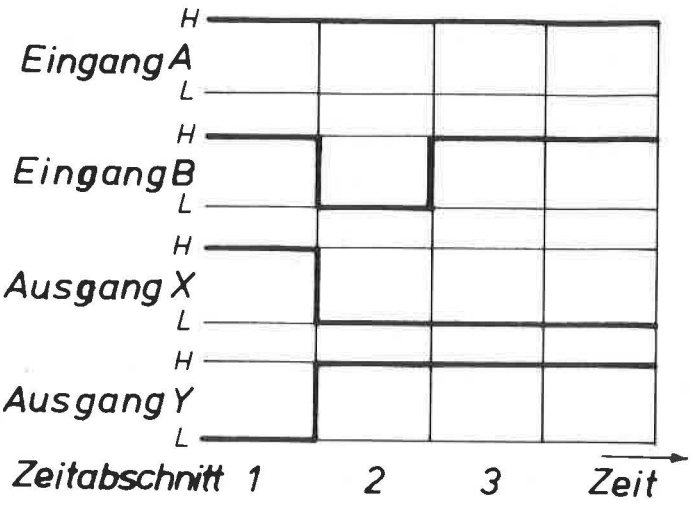
An den Eingängen A und B liegt H-Signal. Am Ausgang X steht H-Signal, der Ausgang Y liegt auf L-Signal.

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 auch der Ausgang X von H auf L.



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



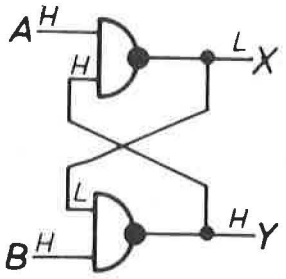
Das Impulsdiagramm verdeutlicht den gesamten Umschaltvorgang.

Erklärung zum Impulsdiagramm

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

3. Zeitabschnitt. Auf den Eingang B wird wieder H-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:

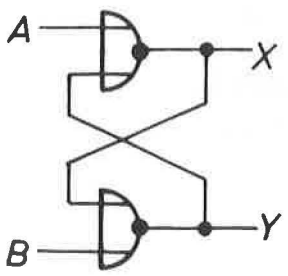
1. Nach dem Einschalten nimmt der FLIP FLOP keine definierte Lage (man spricht von Vorzugslage) ein. Es kann also nach dem Einschalten nie mit Bestimmtheit gesagt werden, daß an Ausgang X oder an Ausgang Y H-Signal anliegt. Diese undefinierte Vorzugslage nach dem Einschalten ist auf Toleranzen der NOR-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

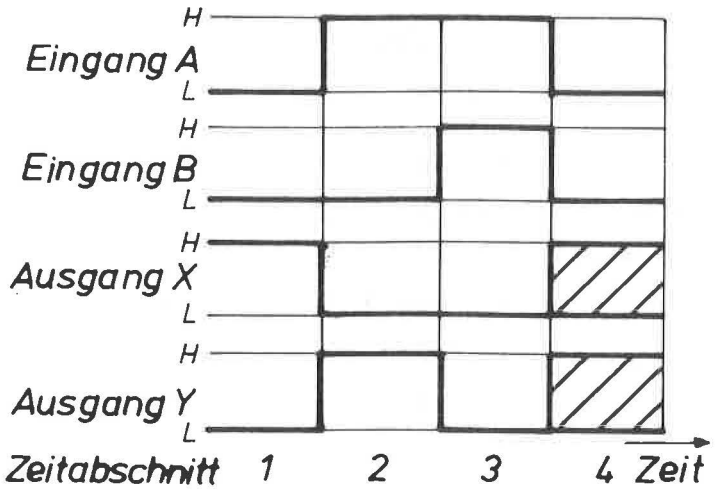
   Um überhaupt mit diesen FLIP FLOPS arbeiten zu können, gibt man nach dem Einschalten auf jeweils einen Eingang der FLIP FLOPS einen Löschimpuls. Dieser Löschimpuls stellt sicher, daß die FLIP FLOPS eine bestimmte, gewünschte Lage einnehmen.

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.

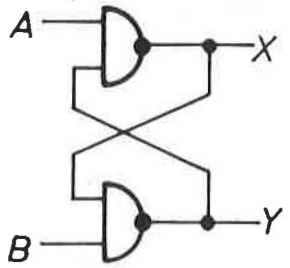
2. Zeitabschnitt. An den Eingang A wird H-Signal gelegt. Dadurch kehrt sich das Signal an den Ausgängen um. An Ausgang X liegt nun L-Signal, an Ausgang Y H-Signal.

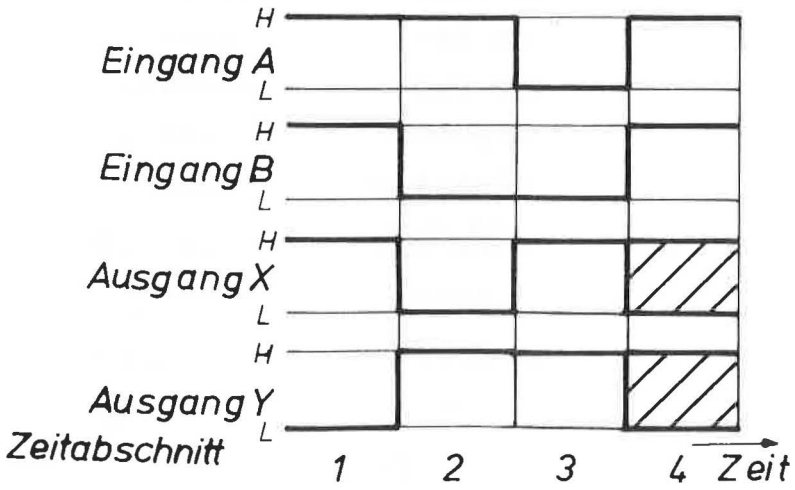
3. Zeitabschnitt. An beide Eingänge wird nun H-Signal gelegt. Die Ausgänge X und Y gehen auf L-Signal.

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.

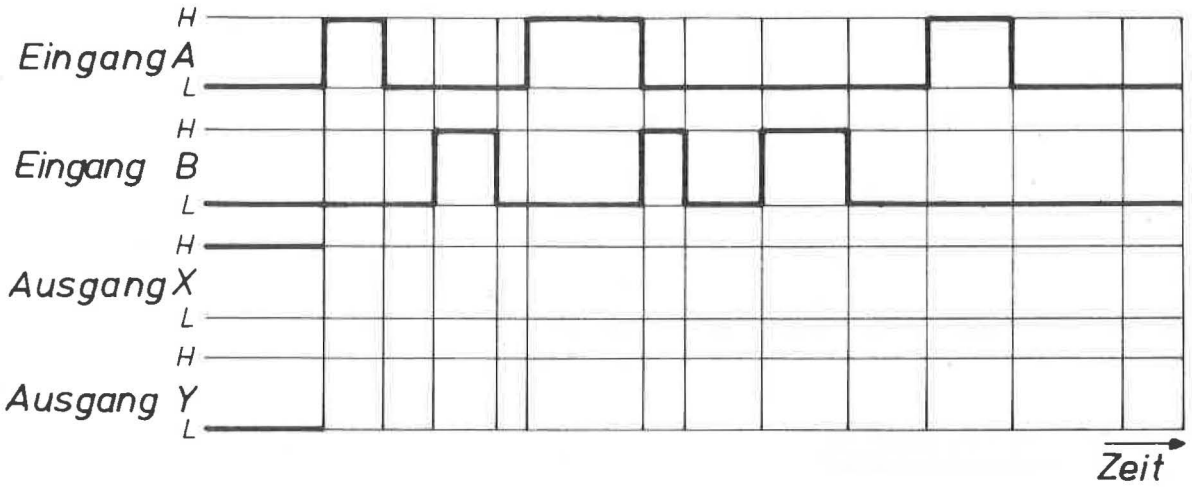
Bei dem FLIP FLOP, der aus NAND-Gliedern aufgebaut ist, ändert sich das Ausgangssignal, wenn an den Eingang des NAND-Gliedes L-Signal gelegt wird, an dessen Ausgang L-Signal liegt.

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

Test 2

======

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



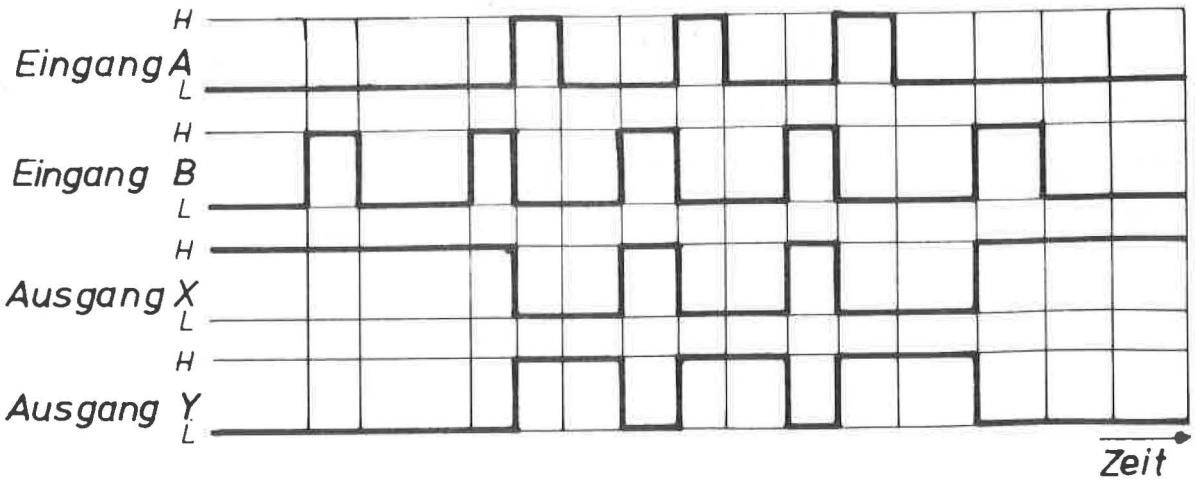
2) Zeichnen Sie einen aus NAND-Gliedern bestehenden FLIP FLOP.

3) Zeichnen Sie einen FLIP FLOP, der mit Hilfe von NOR-Gliedern aufgebaut ist.

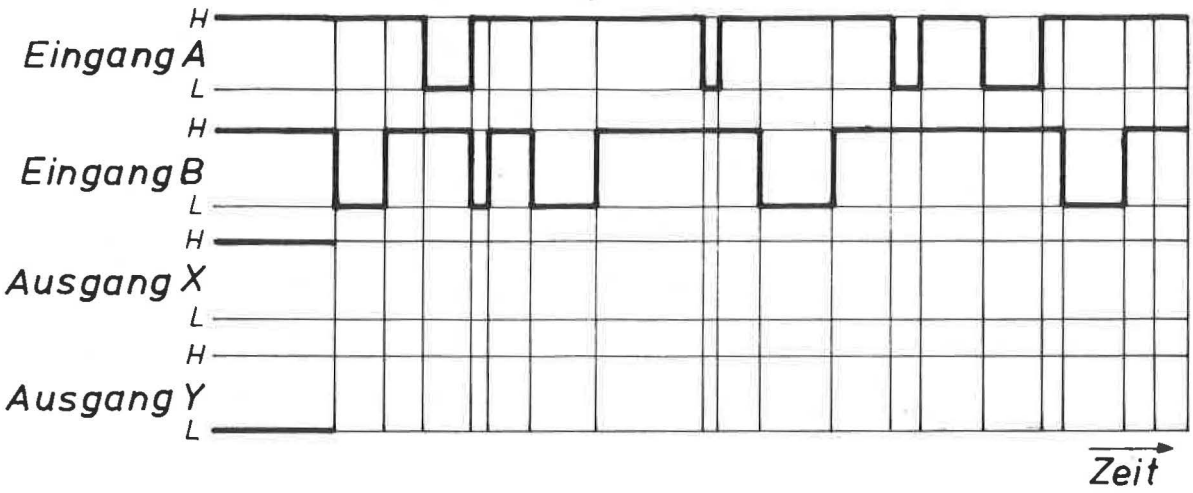
4) Handelt es sich bei dem abgebildeten Impulsdiagramm um ein Diagramm für einen FLIP FLOP, der aus

   a) NOR-Gliedern oder

   b) NAND-Gliedern aufgebaut ist?



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



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

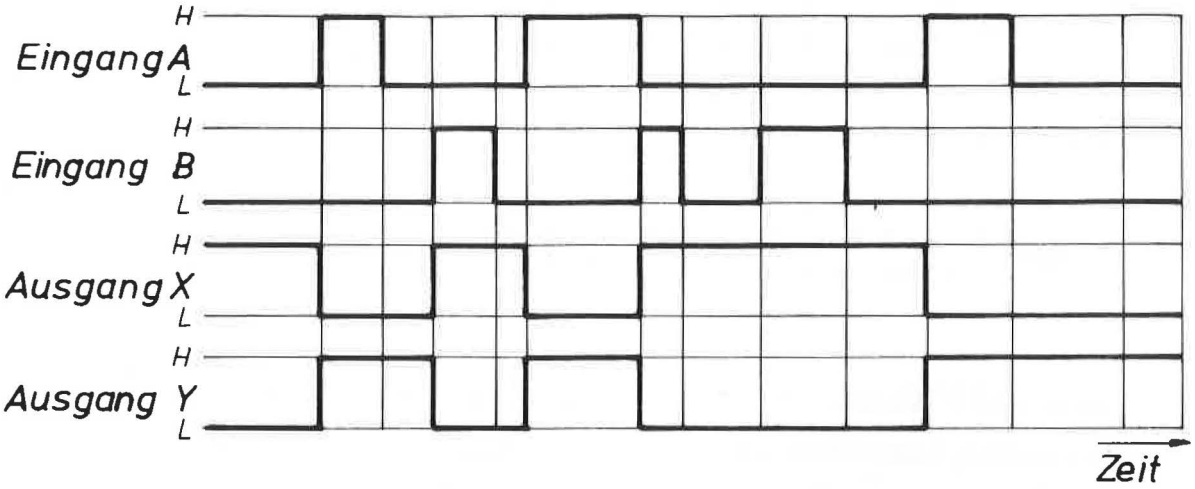
a) ja

b) nein

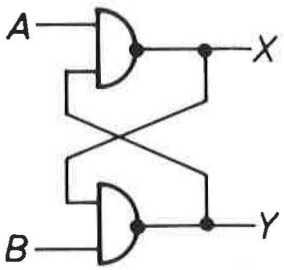
Lösungen zu Test 2

==========

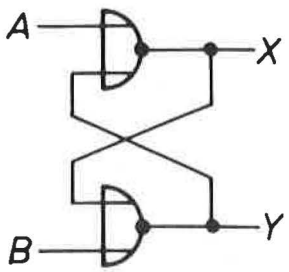
1)



2)

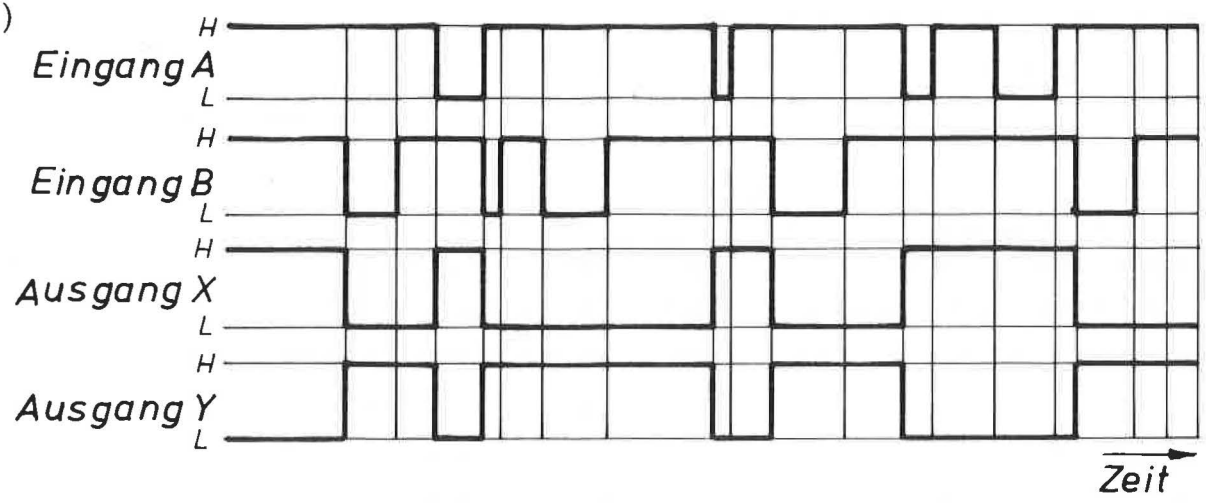


3)



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

5)



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

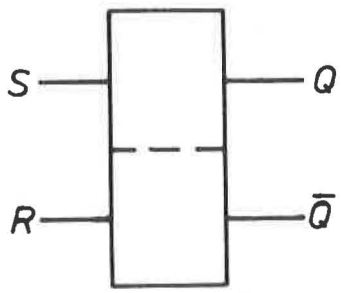
R-S - FLIP FLOP

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.

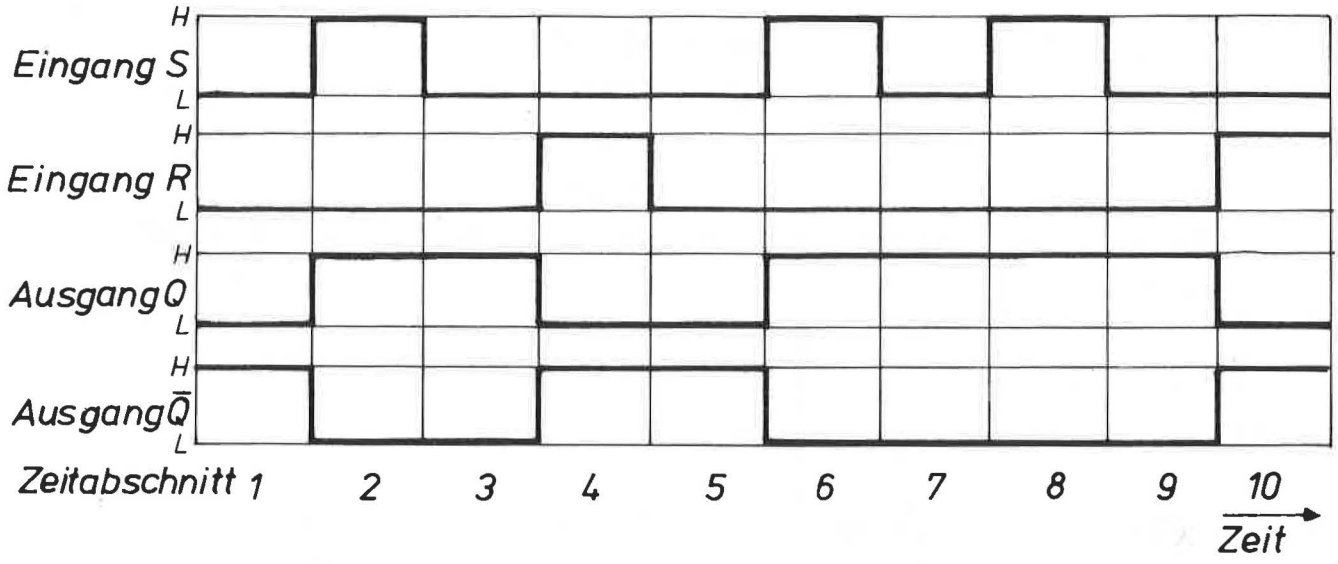
Das Schaltsymbol eines R-S - FLIP FLOP'S ist hier abgebildet.



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 $\overline{Q}$ 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 $\overline{Q}$-Ausgang H-Signal liegen. Ebenso steht am $\overline{Q}$-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 Signalflanken.

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 $\overline{Q}$ 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 $\overline{Q}$-Ausgang auf L-Signal.

3. Zeitabschnitt. Der S-Eingang wird wieder auf L-Signal gelegt. Der Ausgang Q bleibt auf H-Signal, der Ausgang $\overline{Q}$ 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 $\overline{Q}$ ihren Signalzustand. Der Q-Ausgang geht auf L-Signal, der $\overline{Q}$-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 $\overline{Q}$ um. Der Ausgang Q geht auf H-Signal, der Ausgang $\overline{Q}$ auf L-Signal.

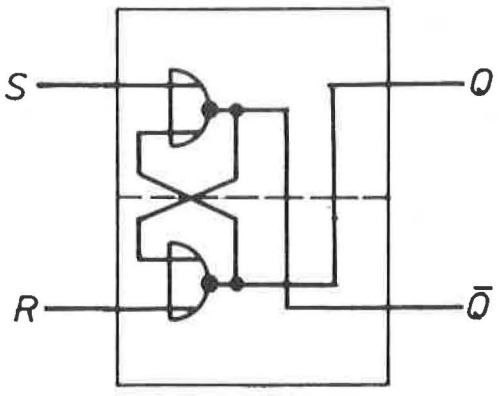
7. Zeitabschnitt. Der S-Eingang wird auf H-Signal gelegt. Die Ausgänge Q und $\overline{Q}$ wechseln nicht ihre Signalzustände.

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 $\overline{Q}$ 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 $\overline{Q}$ 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 $\overline{Q}$ von L- auf H-Signal.

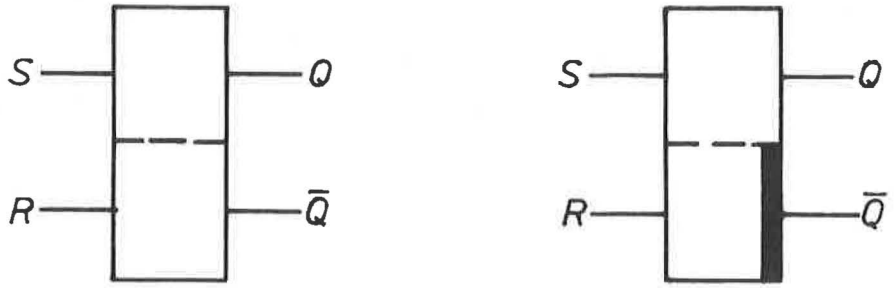
Aus dem Impulsdiagramm läßt sich leicht ableiten, welche Schaltung sich hinter dem Symbol des R-S - FLIP FLOP'S verbirgt.



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 Vorzugslage 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 diesem Grund werden neben den R-S - FLIP FLOPS ohne Vorzugslage auch R-S - FLIP FLOPS mit Vorzugslage hergestellt. Bei den R-S - FLIP FLOPS mit Vorzugslage ist aufgrund einer gewollten Unsymetrie in der Schaltung dafür gesorgt, daß der $\overline{Q}$-Ausgang nach dem Einschalten auf H-Signal, der Q-Ausgang auf L-Signal geht.

Um Verwechselungen in Schaltplänen zwischen dem R-S - FLIP FLOP mit und ohne Vorzugslage auszuschließen, verwendet man zwei verschiedene Symbole.

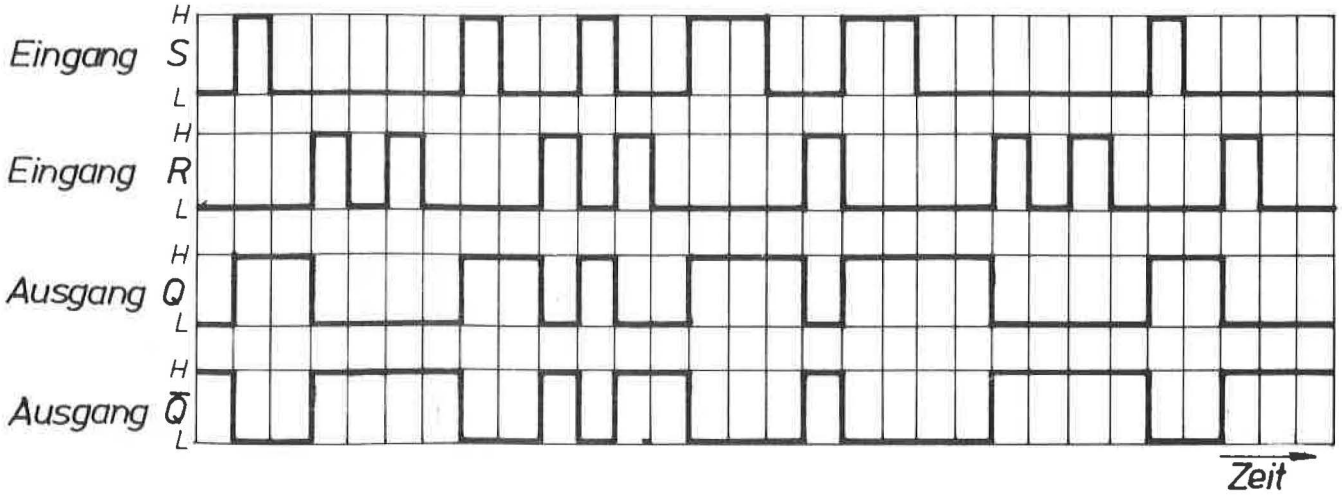


R - S Flip-Flop

ohne Vorzugslage *mit Vorzugslage*

Der schwarze Balken am $\overline{Q}$-Ausgang sagt aus, daß es sich bei diesem R-S - FLIP FLOP um einen FLIP FLOP mit Vorzugslage handelt.

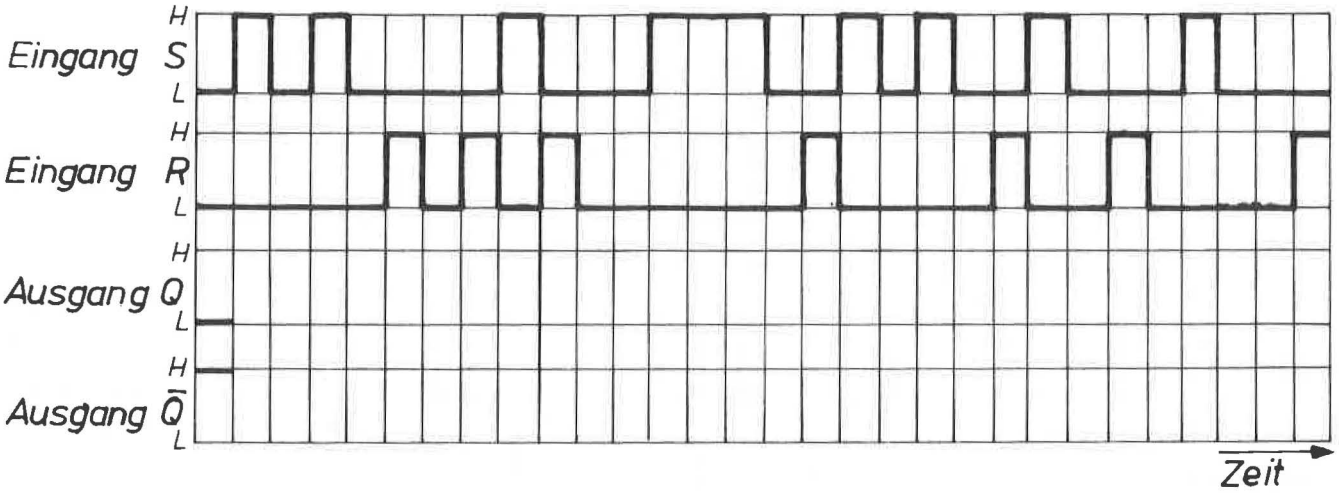
Hier ist das Impulsdiagramm für einen R-S - FLIP FLOP mit Vorzugslage.



Die einzelnen Zeitabschnitte des Diagrammes 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.

Test 3
======

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



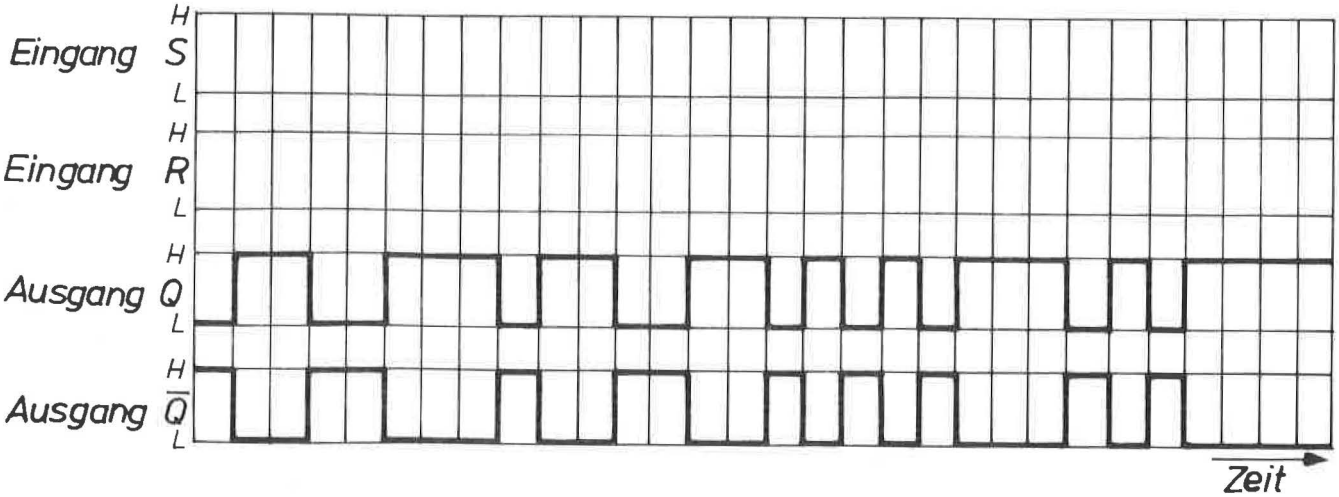
2) Skizzieren Sie das Symbol für einen R-S - FLIP FLOP

   a) mit Vorzugslage
   b) ohne Vorzugslage.

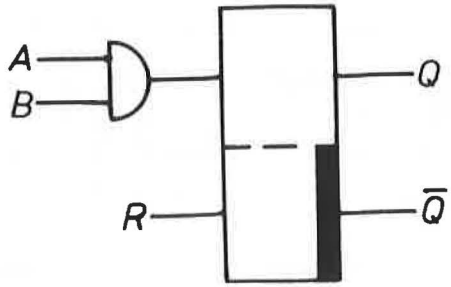
3) Welche Schaltung aus NOR-Gliedern aufgebaut, entspricht in der Funktion dem R-S - FLIP FLOP?

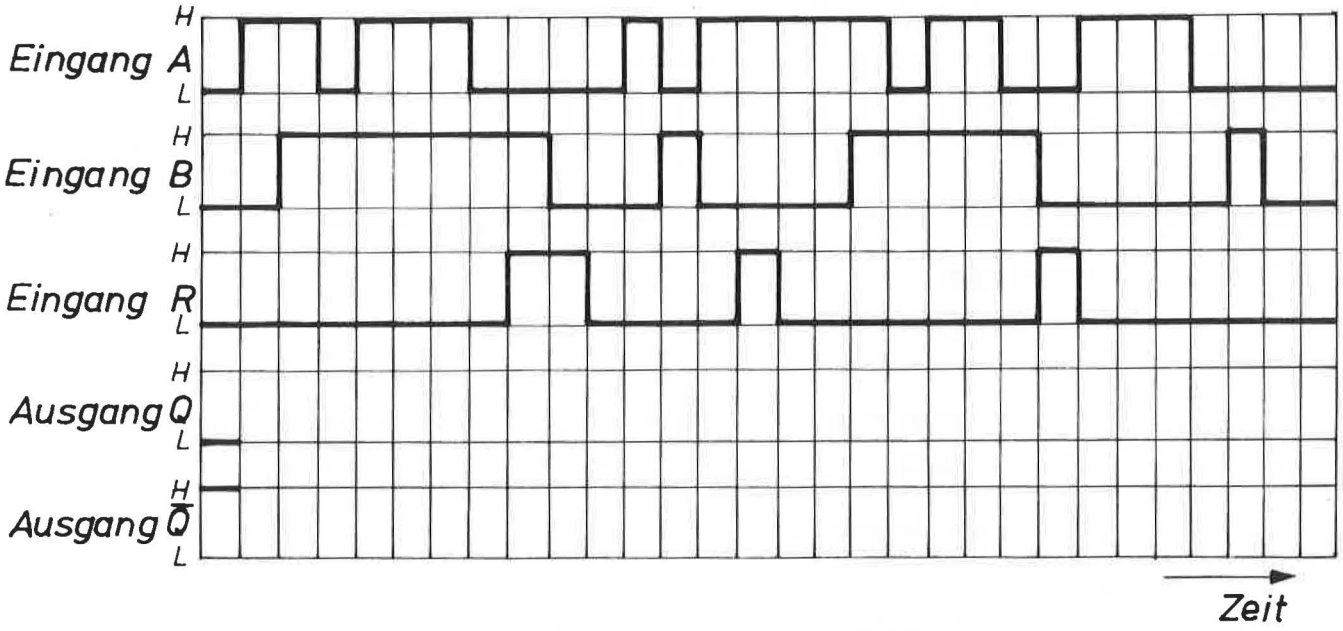
   Skizzieren Sie die Schaltung.

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.



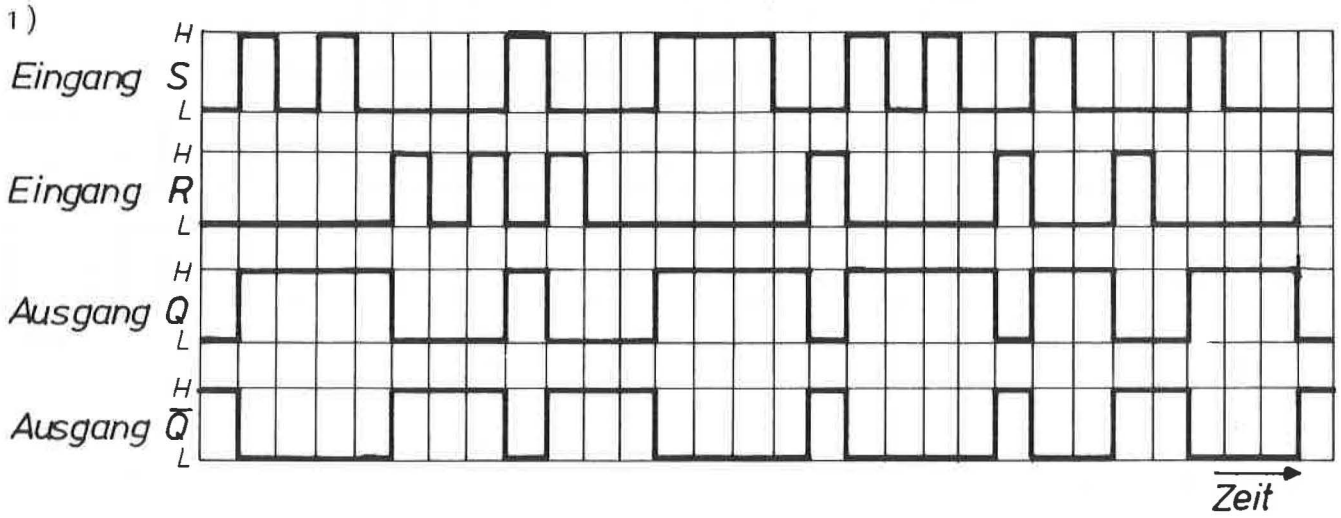
5) Vervollständigen Sie für die nachstehende Schaltung das Impulsdiagramm.



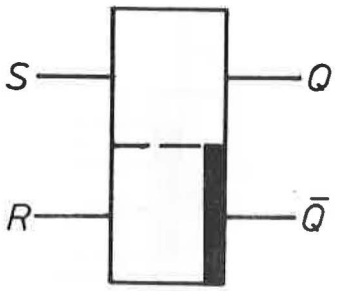


Lösungen zu Test 3

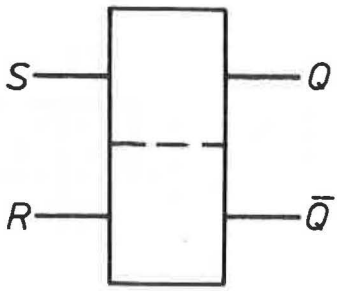
1)



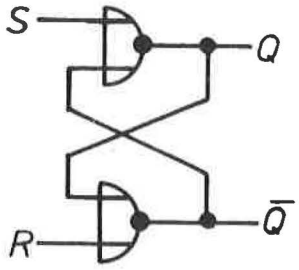
2) a) Symbol eines R-S - FLIP FLOP'S mit Vorzugslage.



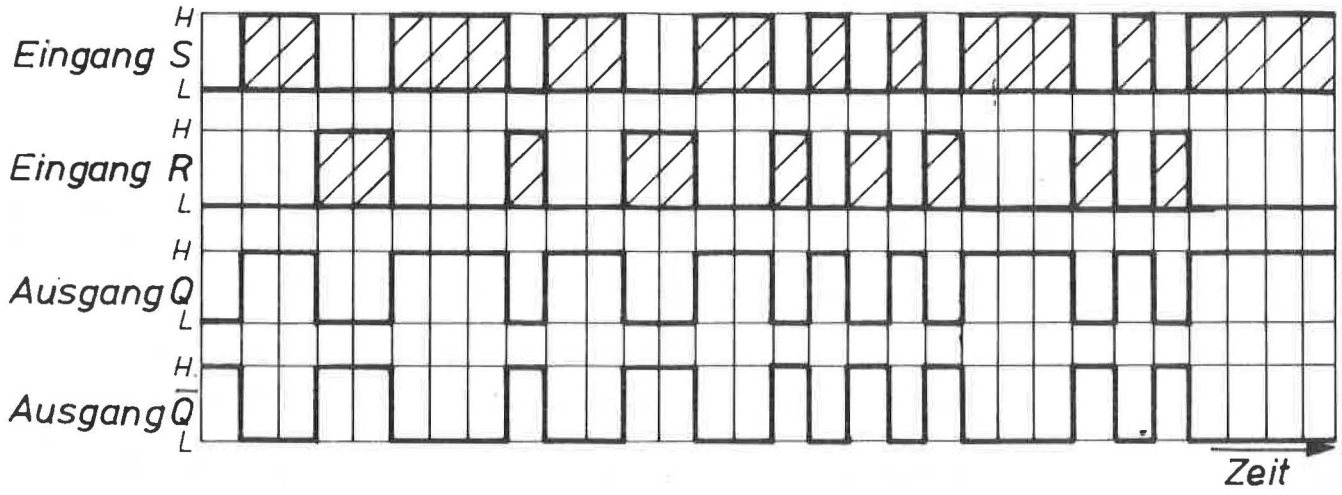
2) b) Symbol eines R-S - FLIP FLOP'S ohne Vorzugslage.



3)

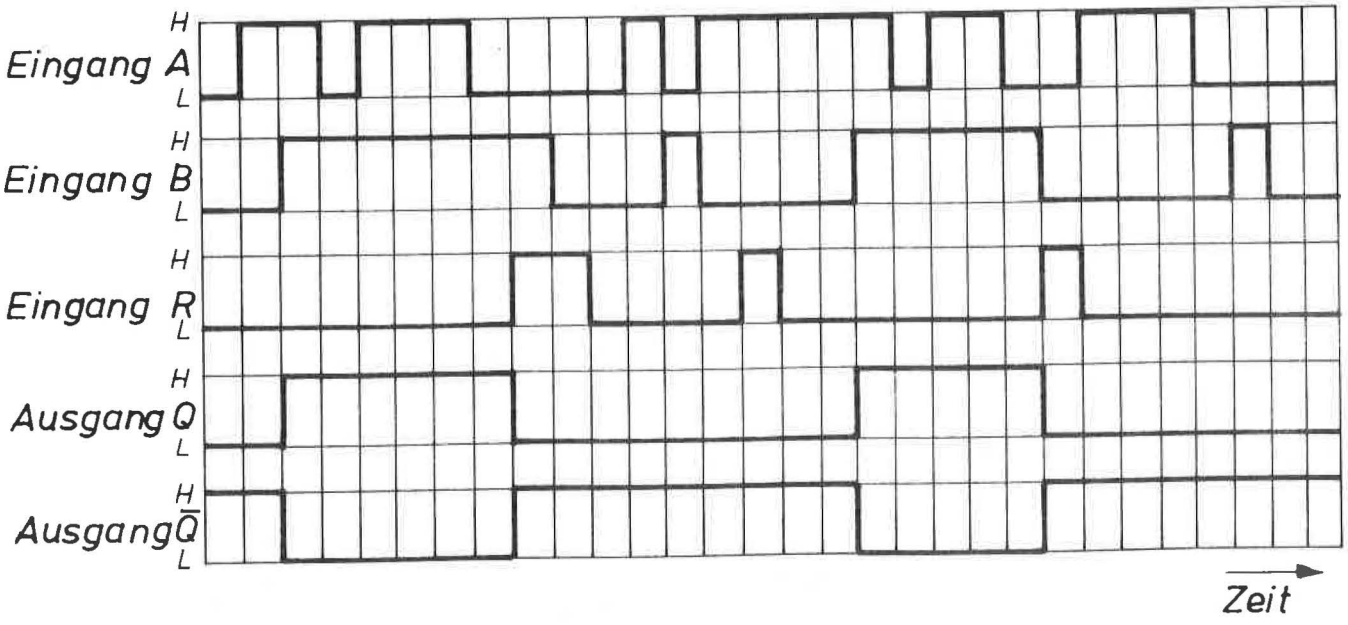


4)



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 rechten Seite der Impulse.

5)

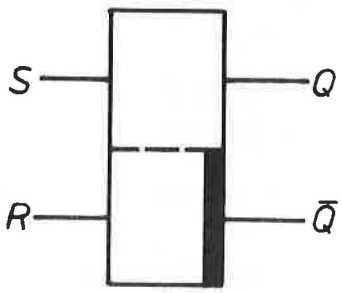


D - FLIP FLOP
==========

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.

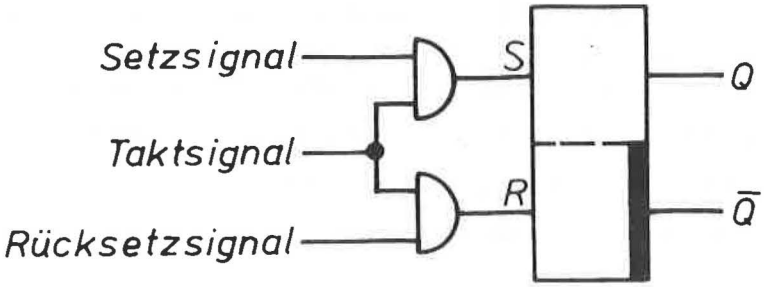
Bevor wir mit der Funktionsbeschreibung des D - FLIP FLOP'S beginnen, soll noch einmal erläutert werden, warum der R-S - FLIP FLOP sehr selten zum Aufbau einer Schaltung benutzt wird.



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 $\overline{Q}$ 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 duch äußere Maßnahmen kein Signal erhalten, bis bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind.

Eine solche Verriegelungsschaltung ist nachstehend abgebildet.

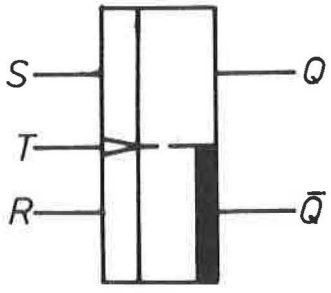


Bei dieser Schaltung gelangt erst dann das Setz- oder Rücksetzsignal an den entsprechenden Eingang, wenn das Taktsignal "High" ist.

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.

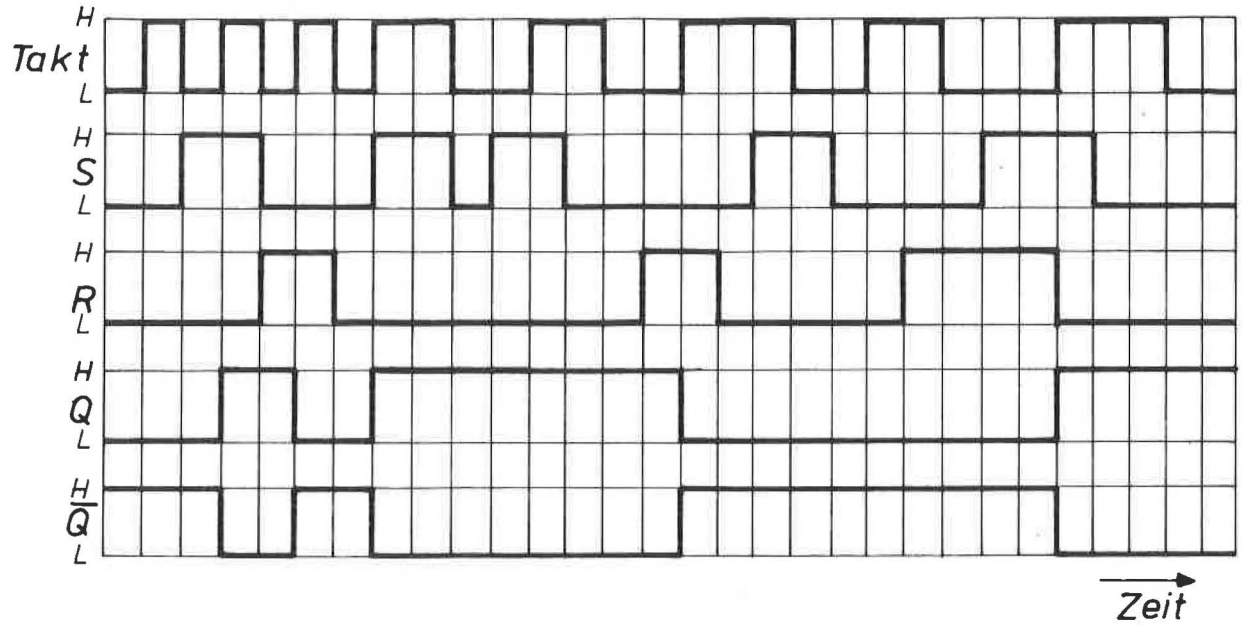
Um diese Nachteile auszuschalten, werden die UND-Glieder in das IC, in dem der FLIP FLOP untergebracht ist, mitintegriert.

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.



R-S - FLIP FLOP mit Takteingang.

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



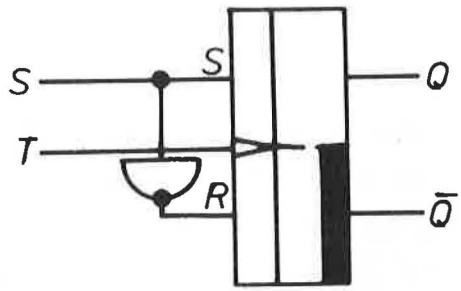
Aus dem Impulsdiagramm geht hervor, daß obwohl am S- oder R-Eingang das Signal zum Umwerfen des FLIP FLOP'S ansteht, der FLIP FLOP erst dann umschaltet, wenn am Takteingang High-Signal liegt. Das Umschalten des FLIP FLOP'S erfolgt wie beim R-S - FLIP FLOP durch die positive Flanke des Taktimpulses.

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.

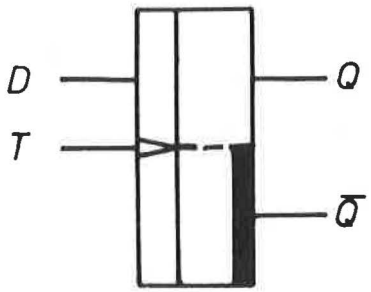
Um diese Bedingung zu erfüllen, muß wieder eine Verriegelung am Eingang des FLIP FLOP'S vorgenommen werden. Die einfachste Methode, diese Bedingung herzustellen ist, nur einen Eingang des FLIP FLOP'S direkt zu beschalten. Hierfür wird der S-Eingang gewählt.

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.



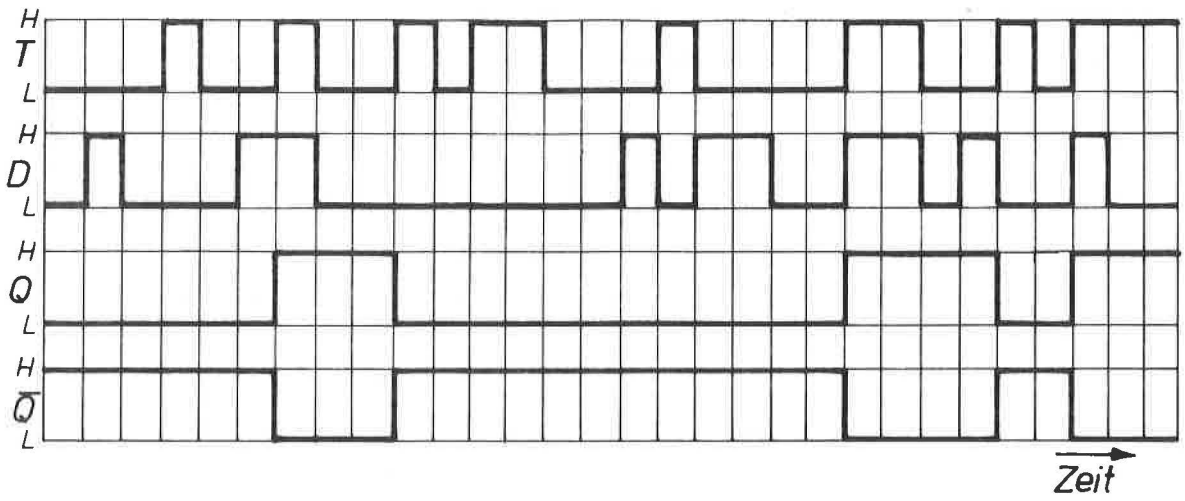
Nebenstehend ist diese Schaltung abgebildet.

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.



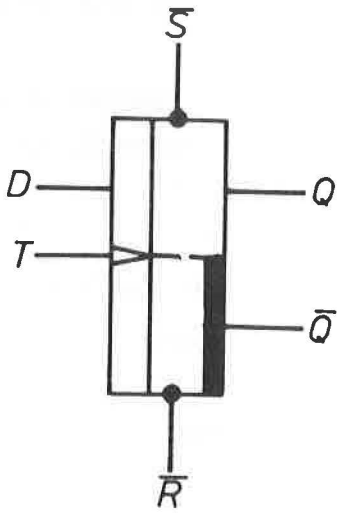
Um Verwechslungen im Schaltplan zu vermeiden, bezeichnet man den Setzeingang mit D anstatt mit S.
Nebenstehend ist das Symbol für den D - FLIP FLOP abgebildet.

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



D - FLIP FLOP mit statischen Eingängen

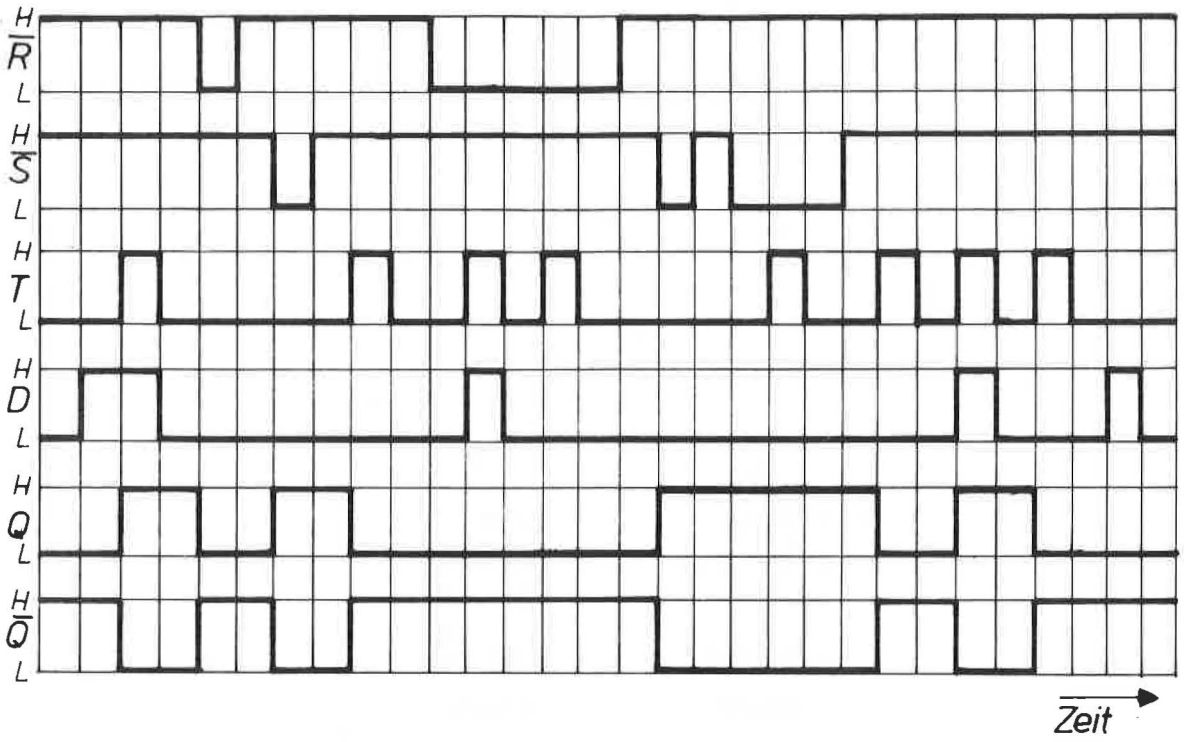
Neben dem bereits beschriebenen D - FLIP FLOP finden in der Technik auch D - FLIP FLOPS mit statischen Eingängen Verwendung. Mit Hilfe der statischen Eingänge ist es möglich, den FLIP FLOP auch unabhängig vom Taktimpuls zu setzen oder rückzusetzen.



Hier ist das Schaltsymbol abgebildet.

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

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

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 $\overline{R}$- und $\overline{S}$-Eingängen läßt sich das D - FLIP FLOP auch außerhalb des Taktimpulses beeinflussen. Liegt an den Eingängen $\overline{R}$ und $\overline{S}$ H-Signal, wird das FLIP FLOP nicht beeinflußt. Wird an den R-Eingang L-Signal gelegt, geht der Q-Ausgang auf L-Signal. Steht während eines Taktimpulses L-Signal am Eingang $\overline{R}$, 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 $\overline{S}$ L-Signal gelegt, geht der Q-Ausgang auf H-Signal. Selbst wenn während eines Taktimpulses am D-Eingang L-Signal steht und gleichzeitig der $\overline{S}$-Eingang auf L-Signal liegt, bleibt der Q-Ausgang auf H-Signal. Auch der $\overline{S}$-Eingang hat gegenüber den D- und T-Eingängen Vorrang.

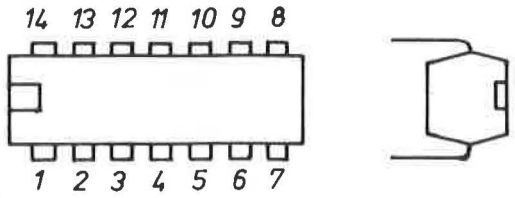
7474 - zwei einflankengetriggerte D - FLIP FLOPS

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.

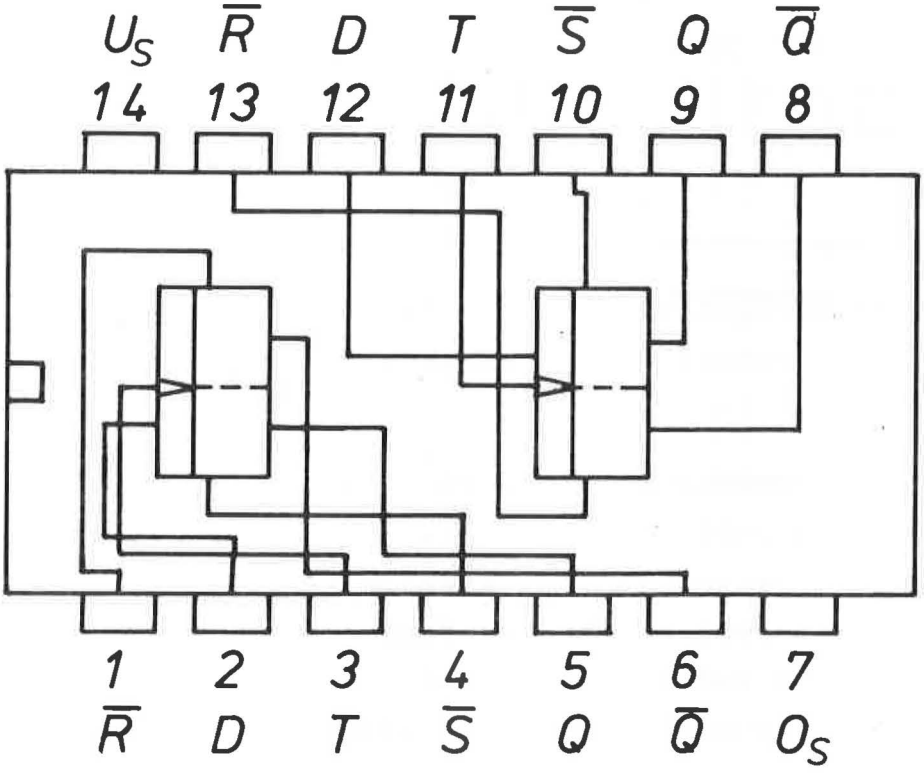
Die Vorteile dieser 74-iger Serie sind: Kleine Abmessungen, geringe Kosten, hohe Lebensdauer, geringe Störanfälligkeit. Mit den IC'S der 74-iger Serie sind die gesammten TV-Spiele der 1. Generation aufgebaut.

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.



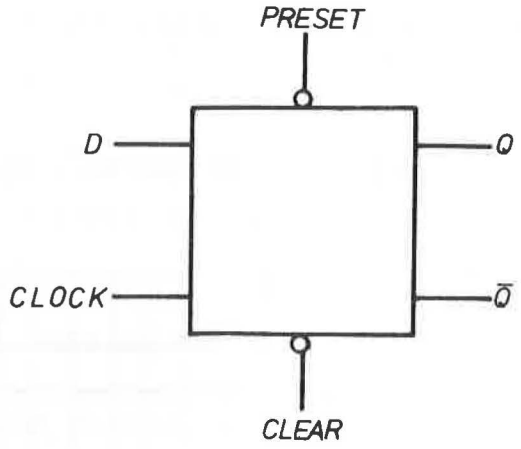
Am Anschluß U_S liegt die positive Betriebsspannung, am Anschluß O_S die negative Betriebsspannung.

Erklärung der Abkürzungen:

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

Wie bei den im Teil I der Einführung in die Technologie der MIDWAY TV-Spiele 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 $\overline{R}$ wird mit CLEAR, abgekürzt mit C, CL oder CLR bezeichnet.

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

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

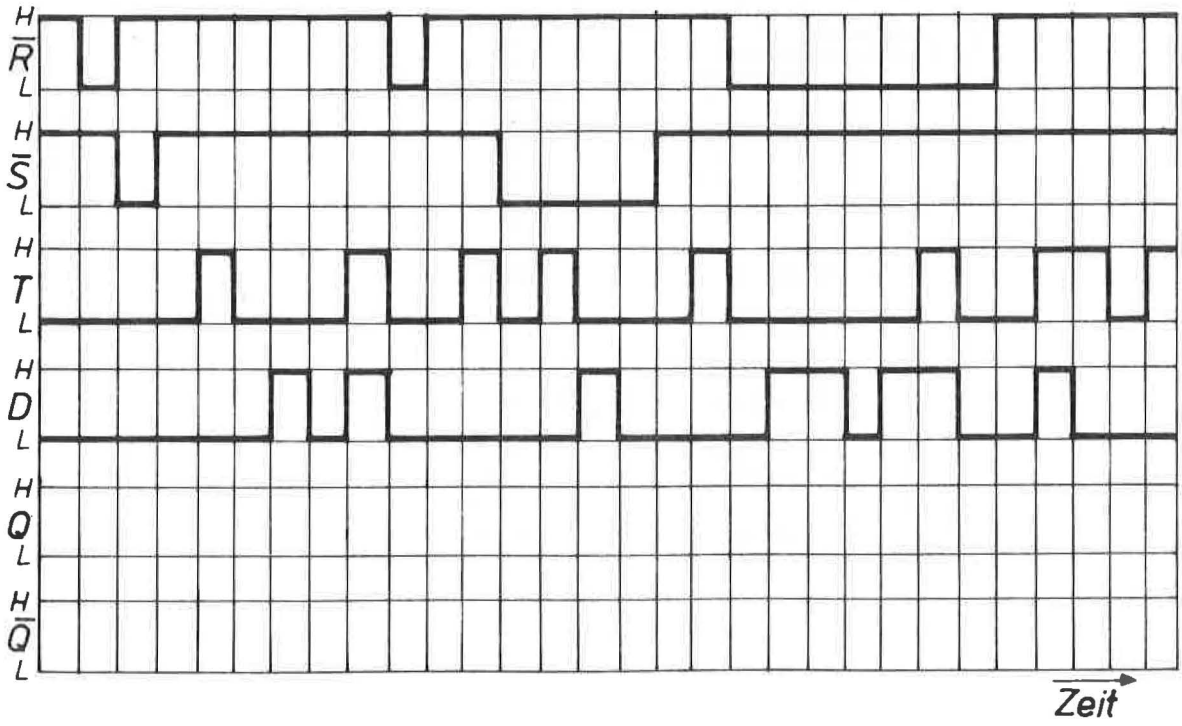
Test 4

======

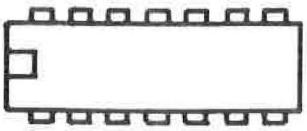
1) Zeichnen Sie das Symbol für einen D - FLIP FLOP

   a) ohne statische Eingänge nach deutscher Norm
   b) mit statischen Eingängen nach deutscher Norm
   c) mit statischen Eingängen nach amerikanischer Norm.

2) Vervollständigen Sie das Impulsdiagramm des D - FLIP FLOP'S mit statischen Eingängen.



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



4) Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit der Ausgang Q eines D - FLIP FLOP'S mit statischen Eingängen von L-Signal auf H-Signal wechselt?

a) Der $\overline{R}$-Eingang muß L-Signal führen.

b) Der $\overline{S}$-Eingang muß L-Signal führen.

c) Am $\overline{R}$- und $\overline{S}$-Eingang muß L-Signal stehen, am Takteingang T muß Taktimpuls anstehen.

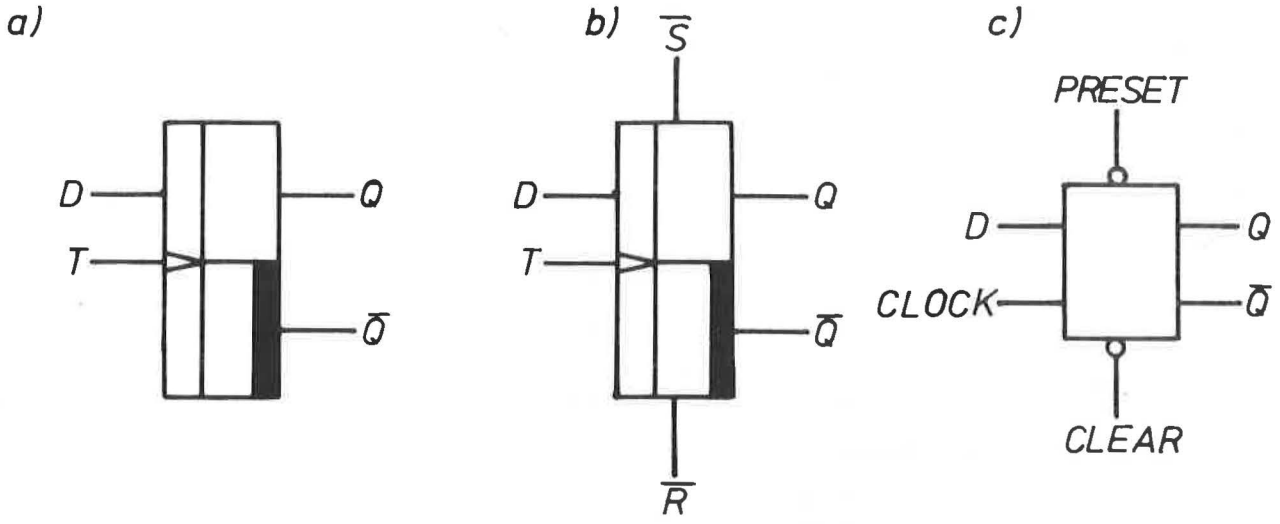
d) Am $\overline{R}$- und $\overline{S}$-Eingang muß H-Signal stehen, der D- und T-Eingang müssen L-Signal führen.

e) Am $\overline{R}$- und $\overline{S}$-Eingang muß H-Signal stehen, am Takteingang muß der Taktimpuls anstehen.

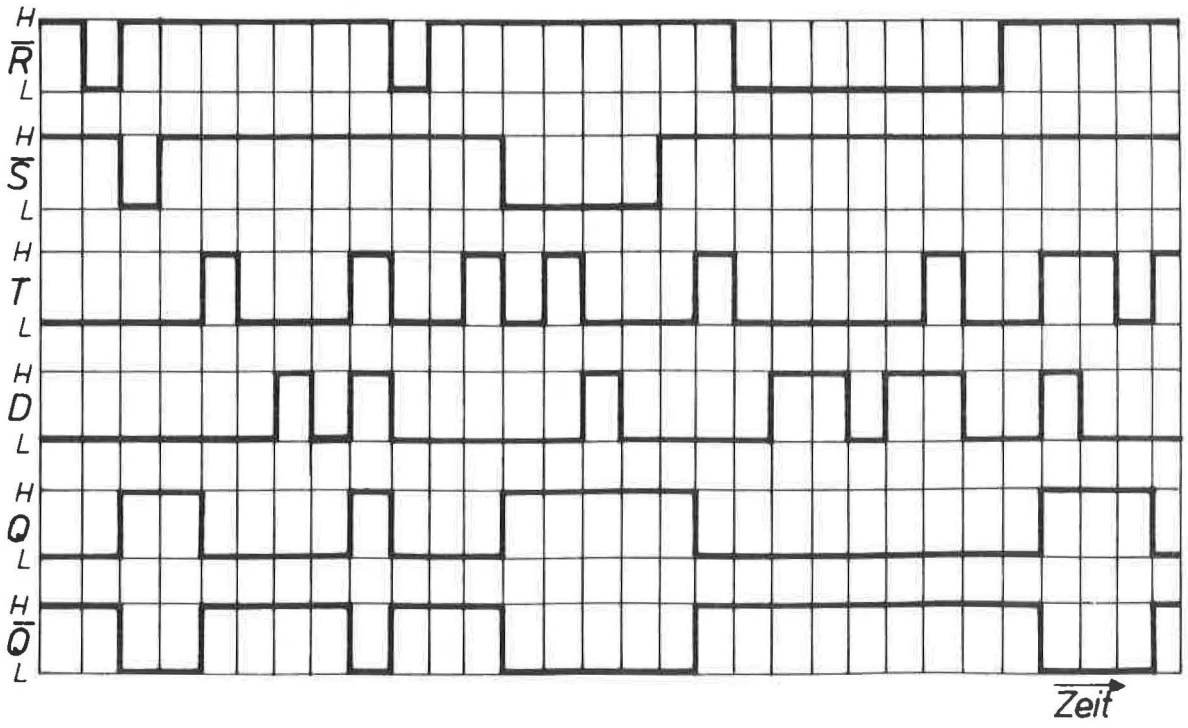
f) Am $\overline{R}$- und $\overline{S}$-Eingang muß H-Signal stehen, am D-Eingang muß H-Signal anstehen, gleichzeitig muß der Taktimpuls am Takteingang liegen.

Lösungen zu Test 4

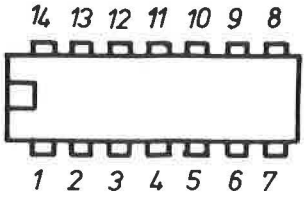
1)



2)



3)



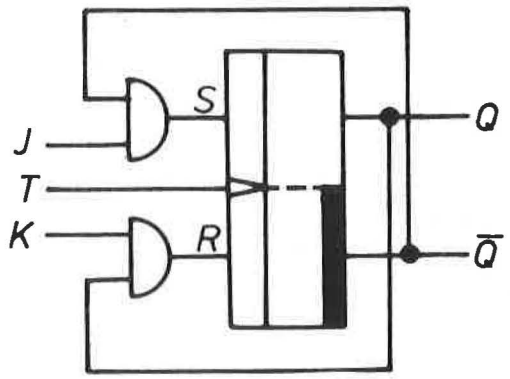
4) Die Antworten b) und f) sind richtig.

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 $\overline{S}$, $\overline{R}$ und D H-Signal steht und gleichzeitig der Taktimpuls am Takteingang ansteht.

J-K Master-Slave FLIP FLOP

J-K - FLIP FLOP

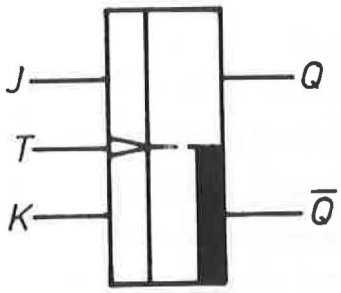
Das J-K Master-Slave FLIP FLOP ist, wie das D - FLIP FLOP, eine Weiterentwicklung des R-S - FLIP FLOP'S. Bisher wurden verschiedene Nachteile des R-S - FLIP FLOP'S und die entsprechenden Lösungen unter Zuhilfenahme von UND- oder NICHT-Gliedern besprochen. Neben diesen Nachteilen hat der R-S - FLIP FLOP 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.

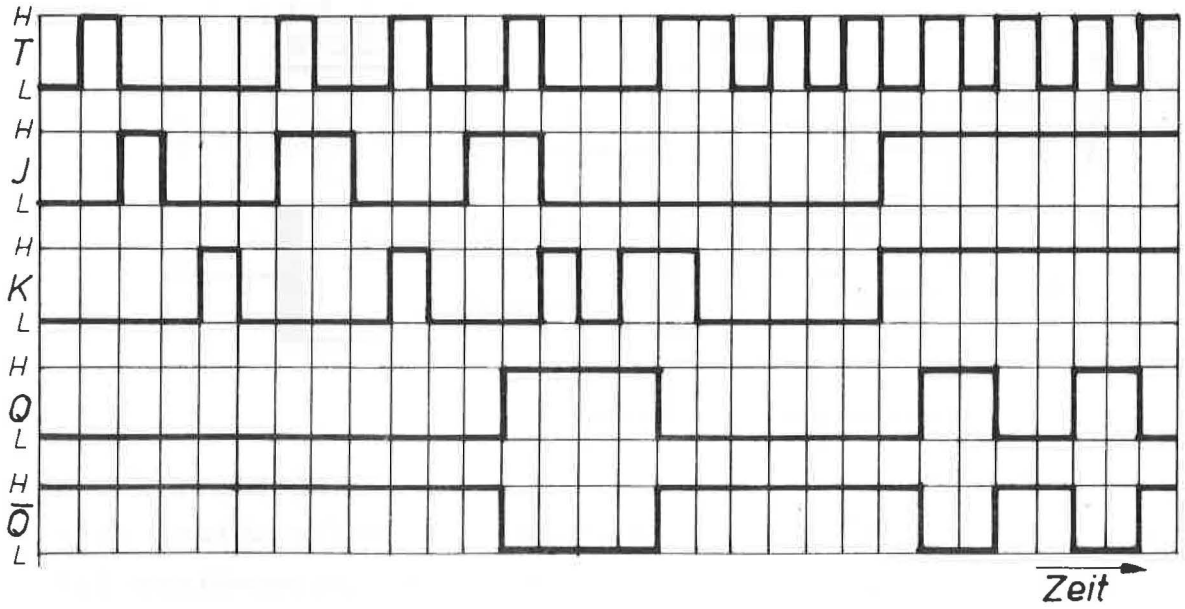
Durch die Beschaltung eines Einganges der UND-Glieder mit den Ausgangssignalen des R-S - FLIP FLOP'S wird sichergestellt, daß entweder am R- oder am S-Eingang H-Signal anliegt, wenn der J- und der K-Eingang H-Signal führen.

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 dieses 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.

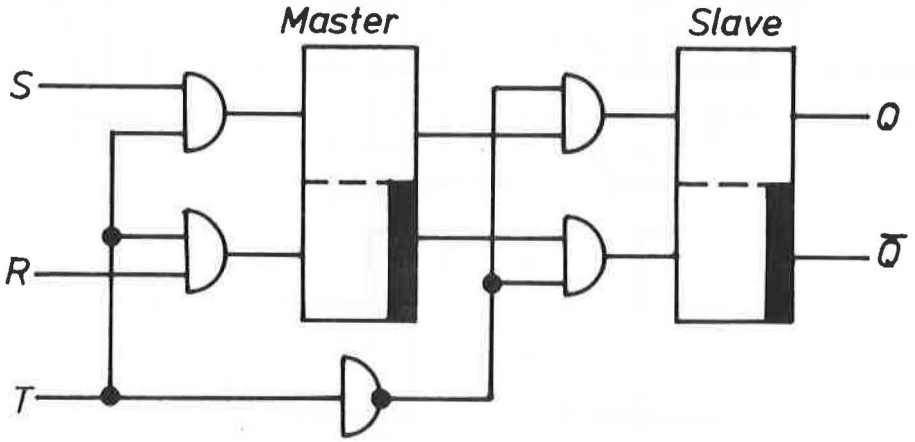
Hier ist das Impulsdiagramm des J-K - FLIP FLOP'S abgebildet.



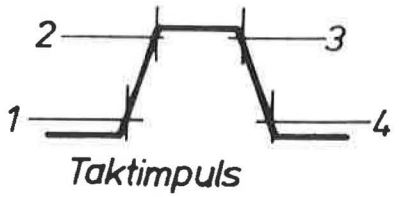
Bei diesem Impulsdiagramm fällt auf, daß das Umwerfen der Ausgänge durch die Eingänge J und K nur dann möglich ist, wenn vor der positiven Flanke des Taktimpulses High-Signal an dem betreffenden Eingang gestanden haben muß. Liegen die positiven Flanken des Taktimpulses und des betreffenden Eingangssignales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

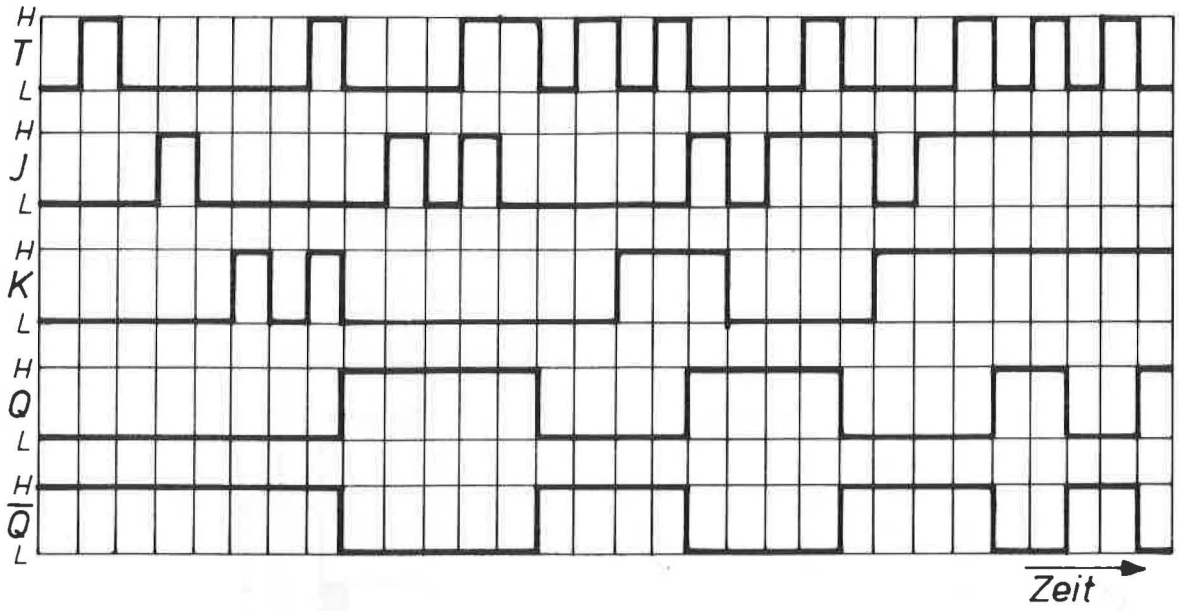


Der 1. FLIP FLOP wird mit Master, der 2. FLIP FLOP mit Slave bezeichnet. Diesen gesamten Aufbau nennt man Master-Slave FLIP FLOP. Die Übertragung des Signales in einem Master-Slave FLIP FLOP in Abhängigkeit zum Taktsignal ist nachfolgend abgebildet.



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.

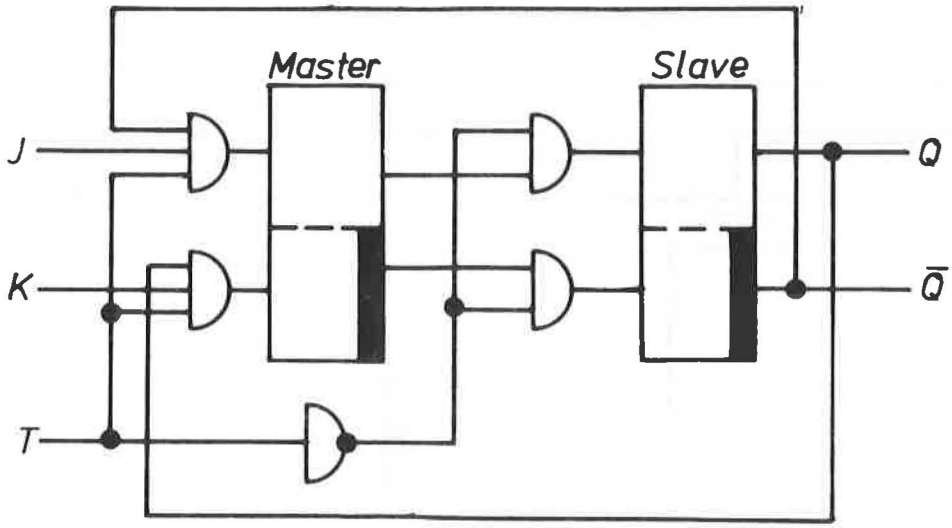
Hier ist das Impulsdiagramm des J-K Master-Slave FLIP FLOP'S abgebildet.



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.

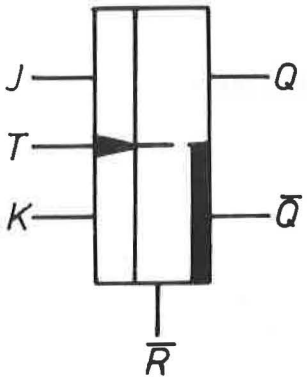
Der J-K Master-Slave FLIP FLOP ist ein negativer, flankengetriggerter FLIP FLOP. Bei der negativen Flanke des Taktimpulses erscheint das Signal am Ausgang des FLIP FLOP'S, das während der positiven Flanke des Taktimpulses an den Eingängen anstand.

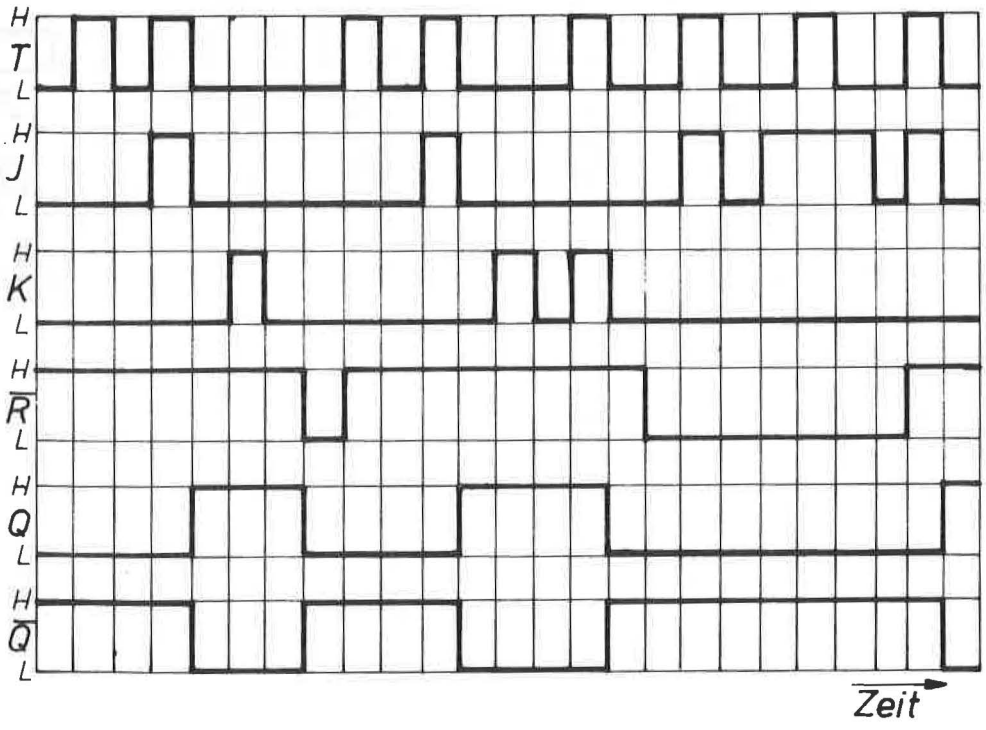
J-K Master-Slave FLIP FLOP mit statischen Eingängen

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 $\overline{R}$- und $\overline{S}$-Eingang und einen J-K Master-Slave FLIP FLOP mit $\overline{R}$-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 $\overline{R}$-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 $\overline{R}$-Eingang.

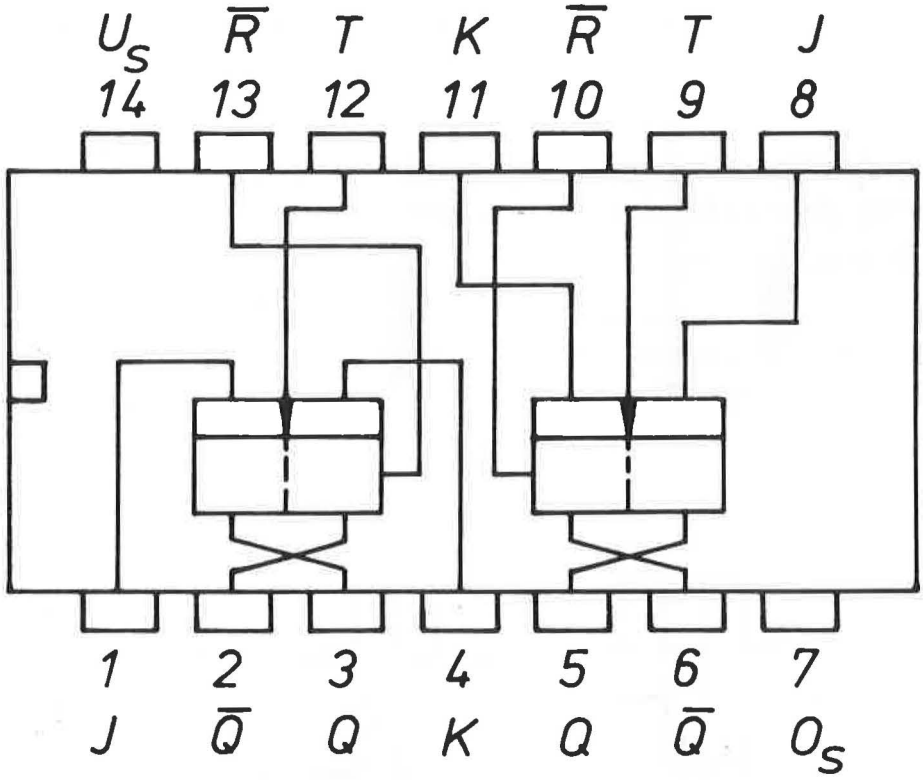




74107 - zwei J-K Master Slave FLIP FLOPS

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

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



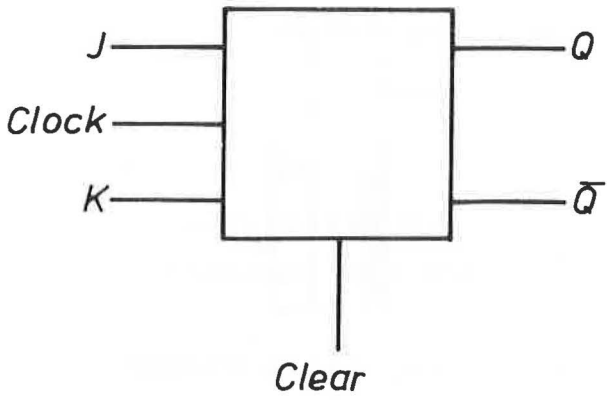
An Anschluß U_s liegt die positive Betriebsspannung, an Anschluß O_s die negative Betriebsspannung.

Erklärung der Abkürzungen:

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

Das amerikanische Schaltzeichen weicht vom deutschen ab.

Hier ist das amerikanische Schaltzeichen.



Erklärung der Bezeichnungen:

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

Test 5
======

1) Zeichnen Sie das Schaltsymbol des J-K Master-Slave FLIP FLOP's.

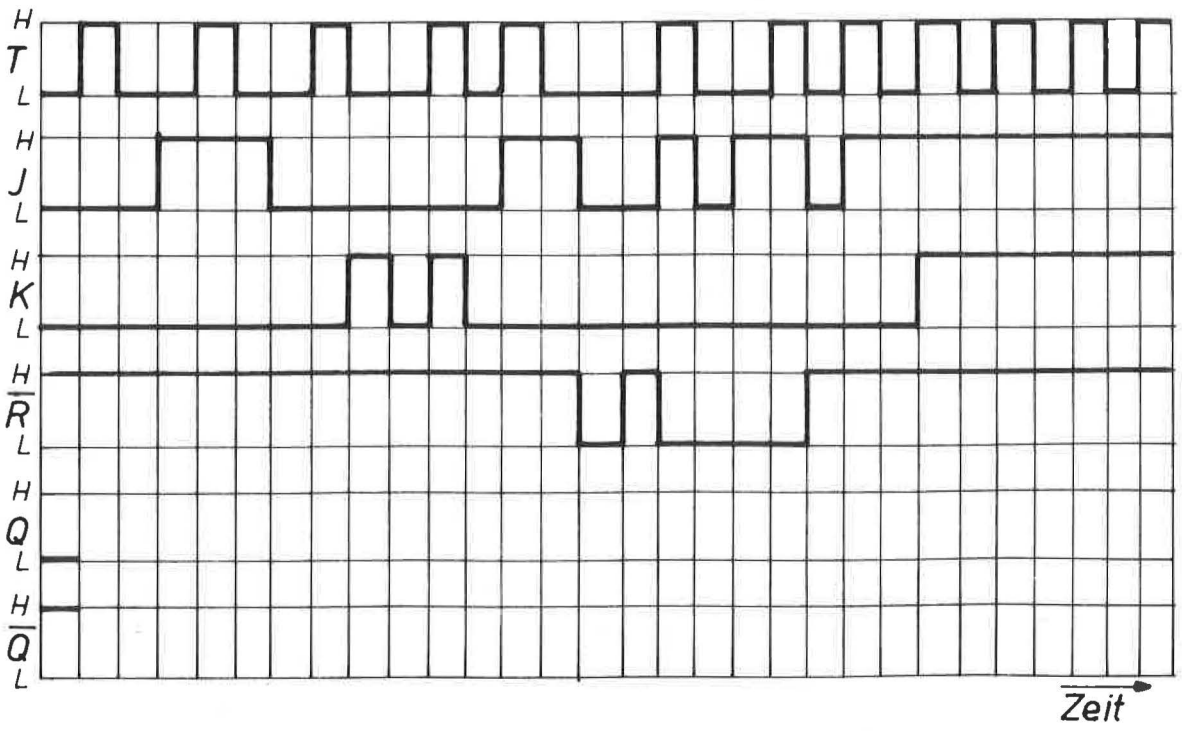
2) Welches Signal erscheint beim J-K Master-Slave FLIP FLOP während der negativen Flanke des Taktimpulses am Ausgang?

   a) Das Signal, das während der negativen Flanke des Taktimpulses an den Eingängen anstand?

   b) Das Signal, das während der positiven Flanke des Taktimpulses an den Eingängen anstand?

   c) Das Signal, das während der positiven und der negativen Flanke des Taktimpulses an den Eingängen anstand?

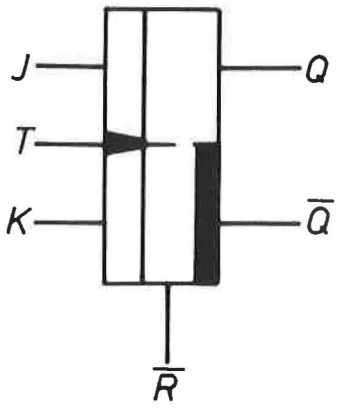
3) Vervollständigen Sie das Impulsdiagramm eines J-K Master-Slave FLIP FLOP's mit statischem $\overline{R}$-Eingang.



Lösungen zu Test 5

==========

1)

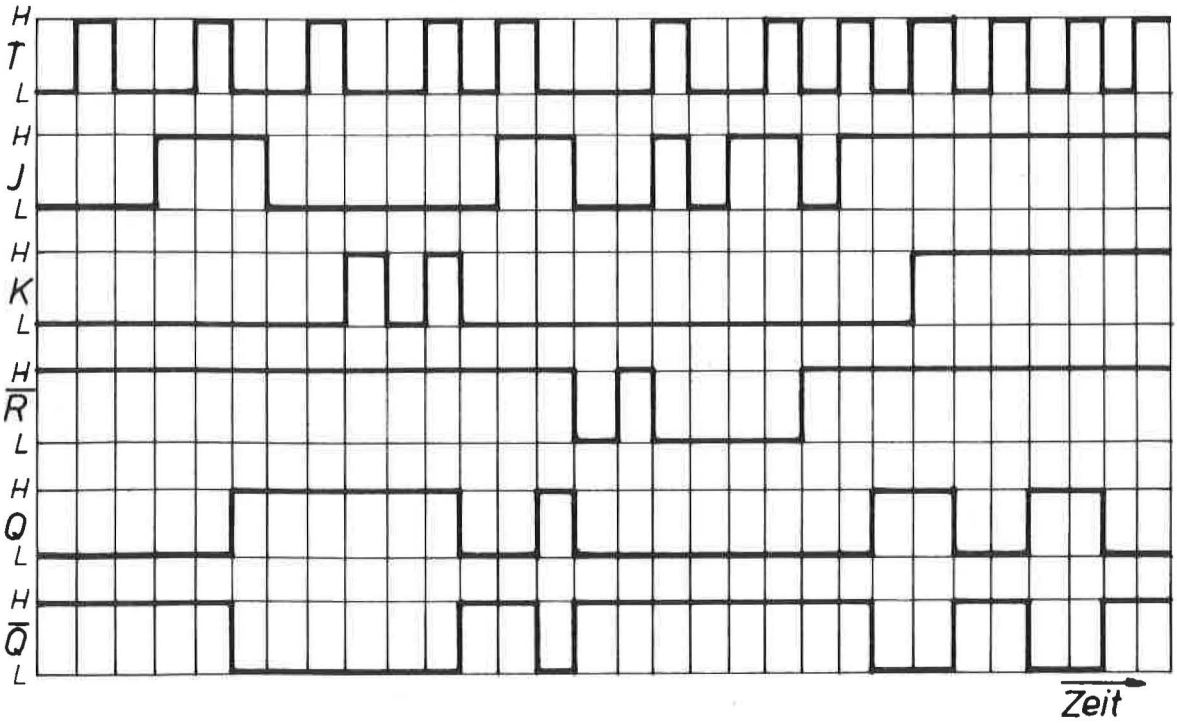


J-K-Master-Slave-Flip-Flop

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)



Notizen

Notizen

Notizen

Nachdruck verboten