

omschakelen

SN 7401 - FJH 231 - SFC 401 E

Werking 7401

Het behandelen van IC's

Desolderen

De NAND-tester

Eenvoudige gestabiliseerde voeding

Eksperimenteerprint

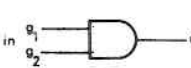
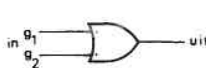
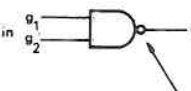
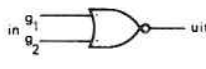

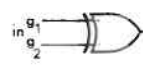
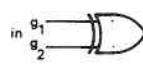
De omschakeling van de analoog- naar de digitale techniek is een stap die door velen al met plezier is genomen. Nu men tot de ontdekking komt dat het ook financiële voordelen kan hebben om bepaalde schakelingen digitaal uit te voeren, zal de "drempelvrees" snel weggenomen zijn.

De groeiende belangstelling voor digitale schakelingen maakt het de moeite waard nog eens (als geheugensteuntje) op de verschillende begrippen in de digitale techniek in te gaan.

De analoge techniek is in staat willekeurige signalen te verwerken, hetgeen bij gekompliceerde informatie (radio) de mogelijkheid geeft deze signalen "te volgen" en eventueel analoog te versterken. De digitale techniek geeft de mogelijkheid informatie te verwerken, die zich duidelijk onderscheidt in hoog (1) en laag (0) niveau, dus in twee toestanden. Het tellen van pulsen is een eenvoudige toepassing. Zo zal bij TTL

(transistor-transistor-logika) geïntegreerde schakelingen (SN 7401) een ingangsspanning van +5 Volt een logische '1' betekenen, terwijl een ingang aan aarde als logische '0' wordt gezien. Nu zal afhankelijk van het soort schakeling deze '1' of '0' zodanig worden verwerkt, dat er op de uitgang ook een '1' of een '0' te vinden is: de digitale schakeling kent immers maar twee toestanden. Als er aan een inverter (om-

keerschakeling) een '1' wordt aangeboden zal er op de uitgang een '0' te vinden zijn. Alle andere poortschakelingen hebben een functie waarvan het uitgangsniveau afhankelijk is van een combinatie van ingangsniveaus. Een aantal van deze poortschakelingen zijn in het volgende overzicht nader verklaard. Bij iedere poort staat een tabel, waaruit de logische functie van de poort blijkt.

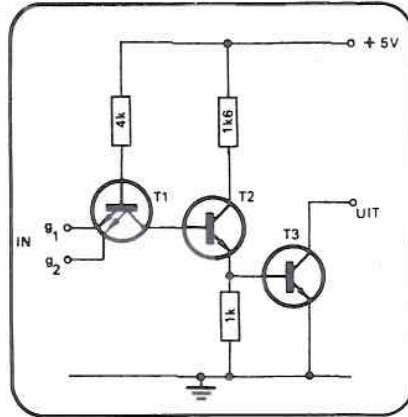
Enkele poortschakelingen																															
 <table border="1" data-bbox="430 1243 542 1332"> <thead> <tr> <th>g_1</th> <th>g_2</th> <th>uitgang</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	g_1	g_2	uitgang	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	 <table border="1" data-bbox="869 1243 981 1332"> <thead> <tr> <th>g_1</th> <th>g_2</th> <th>uitgang</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	g_1	g_2	uitgang	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
g_1	g_2	uitgang																													
0	0	0																													
1	0	0																													
0	1	0																													
1	1	1																													
g_1	g_2	uitgang																													
0	0	0																													
1	0	1																													
0	1	1																													
1	1	1																													
<p>AND</p> <p>De AND ("en-poort") geeft alleen als alle ingangen '1' (hoog) zijn een '1' aan de uitgang. In alle andere gevallen is het uitgangssignaal '0'.</p>	<p>OR</p> <p>De OR ("of-poort") geeft als een of meervan de ingangen '1' (hoog) is een '1' aan de uitgang. Alleen als alle ingangen '0' (laag) zijn is ook de uitgang '0'.</p>																														
 <table border="1" data-bbox="430 1579 542 1668"> <thead> <tr> <th>g_1</th> <th>g_2</th> <th>uitgang</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	g_1	g_2	uitgang	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	 <table border="1" data-bbox="869 1635 981 1724"> <thead> <tr> <th>g_1</th> <th>g_2</th> <th>uitgang</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	g_1	g_2	uitgang	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
g_1	g_2	uitgang																													
0	0	1																													
1	0	1																													
0	1	1																													
1	1	0																													
g_1	g_2	uitgang																													
0	0	1																													
1	0	0																													
0	1	0																													
1	1	0																													
<p>NAND</p> <p>De NAND ("niet-en-poort") geeft als alle ingangen '1' (hoog) zijn een '0' aan de uitgang. In alle andere gevallen is de uitgang '1'. Het cirkelvormig symbool duidt aan dat het signaal geïnverteerd is.</p>	<p>NOR</p> <p>De NOR ("niet-of-poort") geeft alleen als alle ingangen laag zijn een '1' aan de uitgang. De uitgang is alleen '0' als een of meer van de ingangen hoog zijn.</p>																														
 <table border="1" data-bbox="1300 1164 1396 1220"> <thead> <tr> <th>in</th> <th>uit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	in	uit	1	0	0	1	<p>INVERTER</p> <p>De NAND met slechts een poort noemt men inverter (omkeertrap). Het uitgangssignaal is altijd omgekeerd aan het ingangssignaal.</p>																								
in	uit																														
1	0																														
0	1																														
 <table border="1" data-bbox="1300 1444 1396 1534"> <thead> <tr> <th>g_1</th> <th>g_2</th> <th>uitgang</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	g_1	g_2	uitgang	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	<p>EXCLUSIVE OR</p> <p>De uitgang is alleen '1' als één ingang '1' is en al de anderen '0' zijn.</p>															
g_1	g_2	uitgang																													
0	0	0																													
1	0	1																													
0	1	1																													
1	1	0																													
 <table border="1" data-bbox="1300 1713 1396 1803"> <thead> <tr> <th>g_1</th> <th>g_2</th> <th>uitgang</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	g_1	g_2	uitgang	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	<p>EXCLUSIVE NOR (binaire vergelijker)</p> <p>De uitgang is alleen '0' als één ingang '1' is en als de anderen '0' zijn.</p>															
g_1	g_2	uitgang																													
0	0	1																													
1	0	0																													
0	1	0																													
1	1	1																													

DE 7401 (FJH231)

De dual-in-line uitvoering van het I.C. 7401 bestaat uit vier TTL NAND's met ieder twee ingangen en een "open kollektor" uitgang, waarbij de uitgang alleen '0' is als beide ingangen '1' zijn. In de loop van de ontwikkeling zijn verschillende begrippen ingevoerd die betrekking hebben op het inwendige circuit (zie hiervoor ook het artikel: "De evolutie van digitale geïntegreerde schakelingen", januari 1970, blz. 145). De TTL NAND met open kollektor maakt het mogelijk meerdere uitgangen (kollektors) met elkaar te verbinden. Hiermee ontstaat een nieuwe functie die onder het begrip "wired or" de mogelijkheid geeft om met de SN 7401 uit meerdere NAND's (niet-en-poorten) een NOR (niet-of-poort) op te bouwen. Als in figuur 3 een van de afzonderlijke uitgangen '0' is zal de uitgang '0' zijn. De andere uitgangen kunnen hier geen invloed op hebben. Hiermee is bereikt dat de keuze, welke functie een of meerdere poorten moeten hebben, niet van een bepaalde inwendige schakeling afhankelijk is.

WERKING 7401

De ingangstransistor van de 7401 bezit twee emitters die volgens het vervangingschema van figuur 4 getekend kunnen worden. De be- en bc-overgangen kan men beschouwen als drie onafhankelijke dioden. Als nu van een van de dioden de katode (g_1 of g_2) '0' wordt (door de desbetreffende ingang wordt aarde te verbinden) zal ook de basis van T_2 omlaag gaan. T_2 spert nu, waardoor ook de basis van T_3 laag is. Transistor T_3 kan nu geen kollektorstroom voeren, waardoor er geen spanning over de (uitwendige) weerstand valt en de uitgang '1' (hoog) is. Zodra er geen enkele ingang laag is zal de basis van T_2 positief zijn waardoor T_2 geleidt, de basis van T_3 omhoog gaat en T_3 in geleiding komt. De uitgang van T_3 zal nu '0' (laag) zijn. Omdat de SN7401 uitgevoerd is met een "open kollektor" moet de kollektorweerstand R_C uitwendig aangebracht worden. De waarde van R_C is van enige voorwaarden afhankelijk. De maximale kollektorstroom van 16 mA mag natuurlijk niet overschreden worden. Deze kollektorstroom wordt bepaald door de waarde van R_C en de stroom die door de volgende ingangen geleverd wordt. Neemt men voor R_C een waarde van 4 k Ohm, dan zal er een stroom van ongeveer 1 mA gaan lopen. Er blijft nu 15 mA beschikbaar om de volgende ingangen te sturen. De SN 7401 moet gestuurd wor-

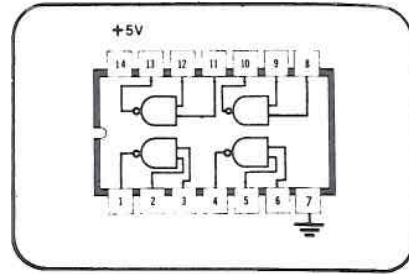


Figuur 1. TTL NAND met open kollektor.

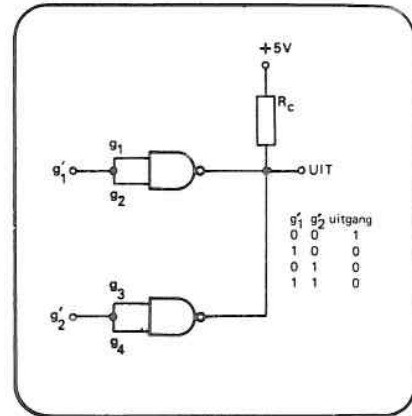
Figuur 3. NOR opgebouwd volgens het "wired OR" principe.

den met een stroom van ca. 1,5 mA per poort. Als er nu 15 mA beschikbaar is, betekent dit dat er maximaal 10 poortingangen gestuurd kunnen worden. Dit wordt aangeduid met het begrip "fan out". De "fan out" is hier dus 10. Wanneer geen hoge schakelsnelheid vereist is, mag de weerstandswaarde hoger gekozen worden, mits de kollektorstroom tenminste enkele mA bedraagt zodat de lekstromen van de hierop aangesloten poortingangen geen invloed hebben. Naast het begrip "fan out" voor de uitgang van een poortschakeling, geeft het begrip "fan in" de belastbaarheid van de ingangen aan. Bij de TTL is dit echter niet van toepassing.

Hiernaast is een overzicht gegeven, waaruit blijkt dat er een ruim aantal vervangtypen voor de 7401 of 231 bestaat. In figuur 5 is een overzicht gegeven van de belangrijkste specificaties voor de FJH 231 en de SF.C401E. De FJH 231 wordt opgegeven voor een temperatuurbereik van 0 tot 70°C en is ook in dit hele gebied getest. De SF.C401E is voor hetzelfde temperatuurgebied opgegeven maar alleen bij 25°C getest. De FJH 231 van Philips en de SF.C401E van Sescosem kan men door de volgende typen vervangen:



Figuur 2. De aansluitingen van de 7401



USN7401A	Sprague
SN7401N	Texas Instruments
U6A7401 59X	Fairchild
ZN7401E	Ferranti
MC7401P	Motorola
FLH201	Siemens
N7401A-N8881A	Signetics
TG7401E	Transitron
DM8001N	Nat.Semiconductor

Het behandelen van I.C.'s

Bij het monteren van dual-in-line I.C.'s is het mogelijk om gebruik te maken van printvoetjes. Deze printvoetjes zullen echter in verhouding tot het I.C. veelal te kostbaar zijn. Een goede printvoet zal het I.C. in prijs overtreffen. Een ander bezwaar is de contactovergangswaarde tussen I.C. en printvoet, zodat er storingen kunnen optreden. Een geweldig voordeel is natuurlijk wel dat de I.C.'s snel uitgewisseld kunnen worden, indien men een defect vermoedt. Maar dit zal in de meeste gevallen geen kostenvermeerdering van meer dan 100% waard zijn, nog afgezien van de verdere genoemde bezwaren. Bij de juiste behandeling zal het niet veel voorkomen dat er I.C.'s moeten worden vervangen. Indien dit echter wel nodig is zijn er hulpmiddelen te bedenken die het beschadigen kunnen voorkomen.

De elektrisch sloten en ma dichts bij far

Figuur 2.

g_1
 g_2
 g_3
 g_4

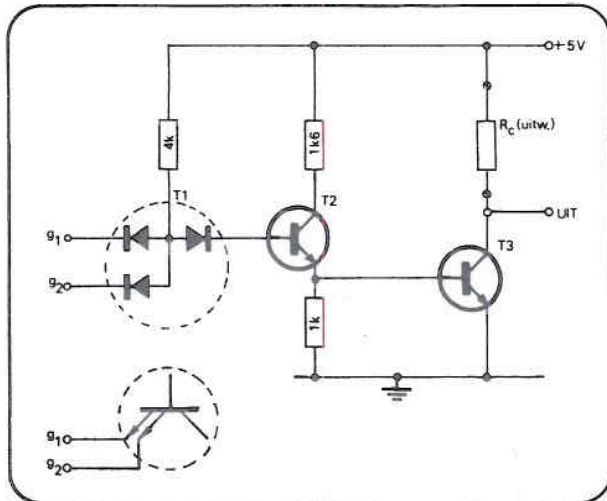
Het dunne ling welke vraag zijn k warm voudi kunn transi een s gepas krijgt het i moet jes in men; printe leren lokali ren.

Desol Het is gewo solder len b I.C. c versch len in brik verwe Een g

De eksterne kollektorweerstand is afhankelijk van de fan-out (het aantal aangesloten ingangen van andere NAND's) volgens nevenstaande tabel. Voor de minimale en maximale weerstandswaarde zijn hier de dichtstbijzijnde E_{12} -waarden gegeven. (behalve bij fan out = 10).

fan-out	R_C (OHM)	
	maks	min
1	8200	330
2	6800	470
3	6800	470
4	5600	560
5	5600	680
6	4700	820
7	4700	1000
8	3900	1500
9	3900	3300
10	4000	4000

Figuur 4. Vervangschema van de ingangstransistor bij 7401 poort.



Het dual-in-line I.C. is met zijn veertien dunne pootjes (die bij ruwe behandeling snel afbreken) een component welke bij de montage meer aandacht vraagt dan bijv. een transistor. Door zijn compacte plastic behuizing zal de warmteafvoer bij het solderen niet eenvoudig zijn. Het I.C. zal minder warmte kunnen verdragen dan de gemiddelde transistor. Het is dan ook nodig, dat een snelle soldeermetode wordt toegepast, zodat de warmte niet veel kans krijgt het I.C. binnen te dringen. Bij het in de print steken van het I.C. moet er op worden gelet dat alle pootjes in de bestemde gaatjes terecht komen; eveneens is het raadzaam de printen voor montage even te controleren op haarsporen, welke moeilijk te lokaliseren sluitingen kunnen opleveren.

Desolderen

Het is ondoenlijk om een I.C. met een gewone soldeerbout uit de print te solderen, dit levert in de meeste gevallen beschadiging van de print en het I.C. op. Er zijn voor het desolderen verschillende professionele hulpmiddelen in de handel, waarvoor naar de rubriek Industrie-nieuws in dit nummer verwezen wordt.

Een goedkope oplossing om I.C.'s uit

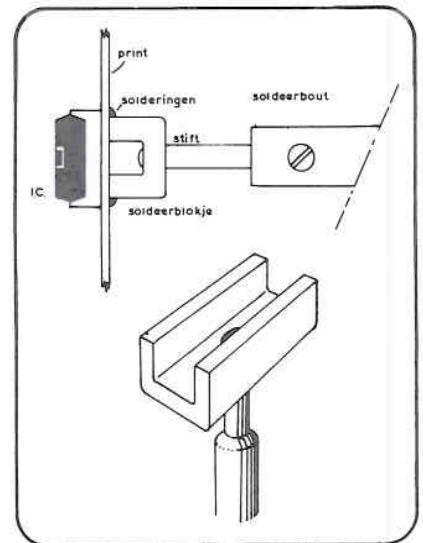
te solderen is met eenvoudige middelen echter zelf te maken. Het meest aantrekkelijk is het om het I.C. met één handeling uit te solderen. Dit is mogelijk met een soldeerstift die aan de "dual-in-line"-uitvoering is aangepast. Voor het zelfmaken van een soldeerhulpstuk is een blokje koper nodig dat zodanig wordt bewerkt, dat het precies tussen de pootjes van een I.C. past (zie fig. 6). Om de beschadiging van de print en eventuele koperbanen tussen de I.C. aansluitingen te voorkomen is het nodig dat het middendeel van het blokje wordt weggevild, waardoor er een U-vormig profiel ontstaat. Het blokje zal dan ook minder opwarmtijd nodig hebben. In het midden van het blokje wordt een gat geboord, waarin een soldeerstift wordt geklonken. Voor de soldeerstift die op het blokje wordt geklonken zijn geen juiste afmetingen te geven, omdat deze afhankelijk zijn van de te gebruiken soldeerbout. Om het steeds verwisselen van de normale soldeerstift met de I.C. stift te voorkomen is het mooier om hiervoor een andere (oude) soldeerbout te bestemmen.

Bij het uitsolderen van het I.C. is het nodig dat de print vastgeklemd wordt, zodat de handen vrij zijn om het I.C. en de soldeerbout vast te houden.

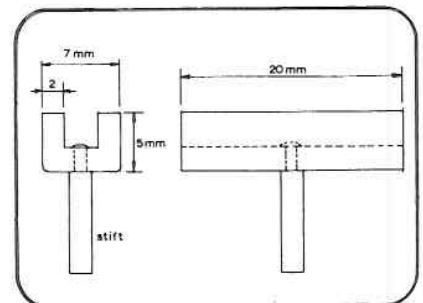
Specificaties SF.C401E en FJH231

Figuur 5.

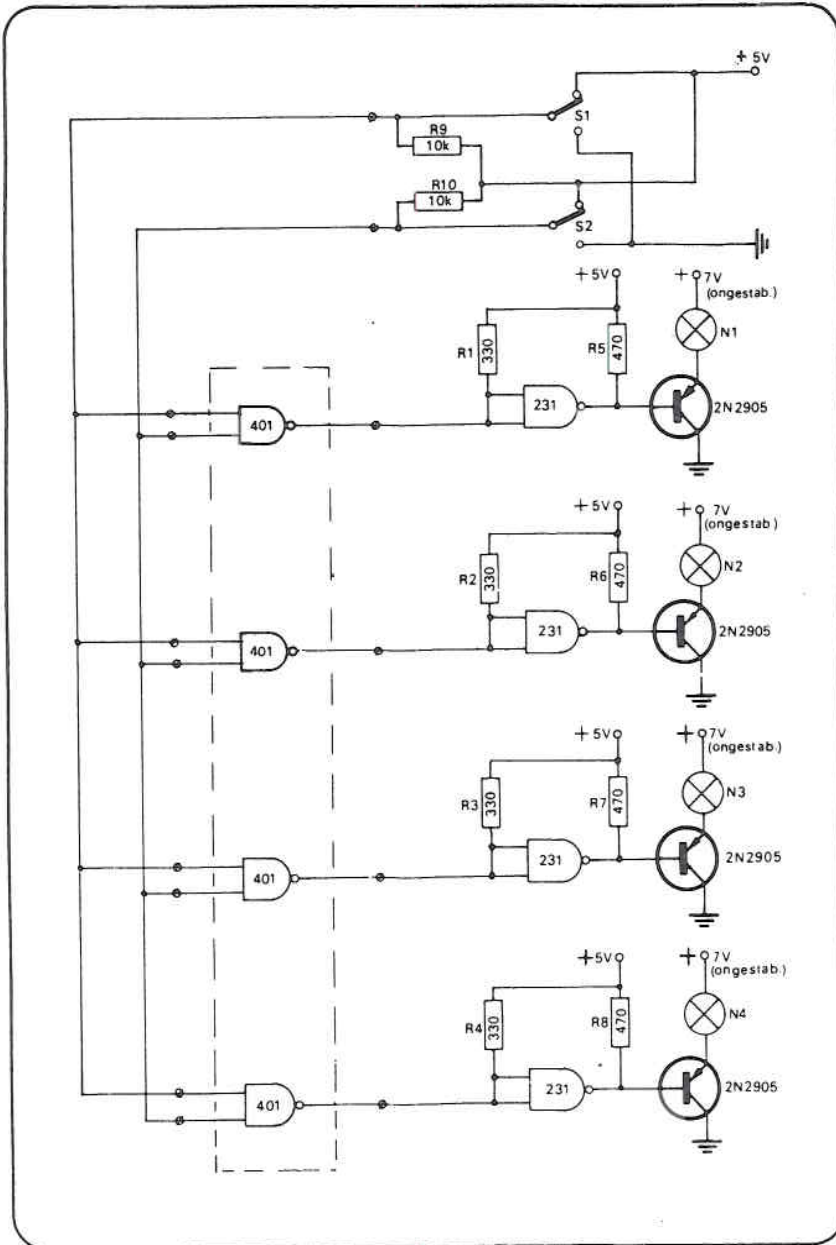
Type	SF.C401E Sescosem	FJH231 Philips
Voedingsspanning	$V_B = 5\text{ V} \pm 5\%$ $V_{B\text{maks}} = 7\text{ V}$	
Temperatuurbereik	0° tot 70° C	
	alleen getest bij 25° C	getest van $0-70^\circ\text{ C}$
Fan-out	$N < 10$	
Propagation delay	uitgang naar 1: $< 45\text{ ns}$ uitgang naar 0: $< 15\text{ ns}$ (25%)	
Ingang = 0	$V_{in} < 0,8\text{ V}$ $-I_{in} < 1,6\text{ mA}$	
Ingang = 1	$V_{in} > 2\text{ V}$ $I_{in} < 1\text{ mA}$ ($V_{in} = 5,5\text{ V}$)	
Uitgang = 0	$V_o < 0,4\text{ V}$ ($I_o = 16\text{ mA}$)	
Uitgang = 1	$V_o > 2,4\text{ V}$ ($N=10$)	
Maksimale uitgangsstroom (uitgang = 0)	$I_{omaks.} = 16\text{ mA}$	
Maksimale ingangsspanning	$V_{in\text{maks}} = 5,5\text{ V}$	



Figuur 6. Bout met soldeerblokje om IC uit te solderen.

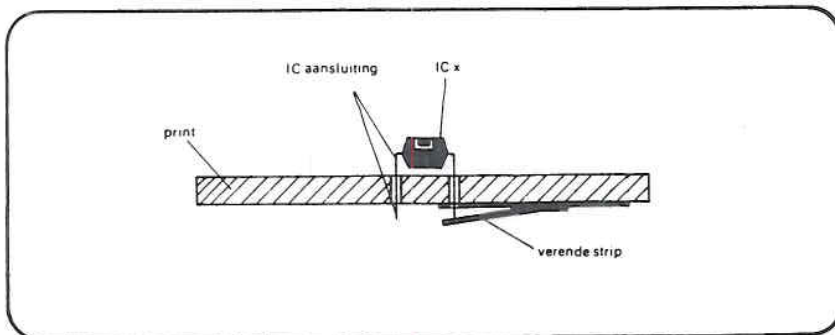


Figuur 7. Maatschetsen van het koperen soldeerblokje.



Figuur 8. Het schema van de NAND-tester waarmee een 7401 snel kan worden getest

Figuur 9. De verende stripjes worden aan de verbrede koperbanen van de print gesoldeerd.



Wordt nu het soldeerblokje precies tussen de I.C. aansluitingen tegen de solderingen gedrukt dan zullen deze allen smelten en kan het I.C. gemakkelijk uit de print gehaald worden. Wanneer dit snel gebeurt zal het I.C. nauwelijks worden verwarmd, terwijl de pootjes onbeschadigd blijven.

Bij het op print drukken van een nieuw I.C. kan het beste de printzijde op dezelfde wijze verwarmd worden, omdat dan alle gaatjes vrijkomen, waardoor het I.C. netjes op zijn plaats komt.

Het soldeerblokje moet steeds voor gebruik goed schoon zijn en kan het beste steeds even vertind worden, waardoor er een goede warmteoverdracht met de print plaats vindt. Op deze wijze is het mogelijk een eenvoudig, maar goed hulpmiddel voor I.C.-montage te bezitten, waarbij het I.C. weinig gevaar loopt om defect te raken.

De NAND-tester

De fabrikanten van I.C. geven onder het begrip "Quality Acceptance Level" een kwaliteitsnorm op, die het percentage I.C.'s aangeeft dat niet zal werken. Dit percentage is op het ogenblik al teruggebracht van 1% naar 0,25%.

Zelfs nu de kans klein is om een defect I.C. aan te treffen kan het toch veel lastig zoeken (en uitsolderen) besparen indien het I.C. voor montage eerst getest wordt. Ook als van een gemonteerd I.C. de goede werking betwijfeld wordt, is het prettig om snel dat I.C. te kunnen testen. De eenvoudige I.C. tester (zie figuur 8) die hiervoor bijzonder geschikt is, is opgebouwd met TTL NAND's, stuurtransistors en lampjes. De twee onafhankelijk te bedienen wisselchakelaars kunnen willekeurig aan aarde of +5 Volt worden geschakeld. In rusttoestand geven deze schakelaars een '1' aan de ingangen van de NAND's, ingedrukt geven zij een '0' aan de ingangen.

Op de uitgangen van de NAND's betekent dit:

g1	g2	uitgang	lampje
1	1	0	uit
1	0	1	aan
0	1	1	aan
0	0	1	aan

Als nu bijv. een van de lampjes een andere indicatie geeft dan de overige lampjes is het in een oogopslag duidelijk welke NAND er defect is. Door nu voor R₁ t/m R₄ weerstanden van 330 Ohm te nemen is een "fan out" van 10 gesimuleerd. In de praktijk zal deze "fan out" echter niet vaak vereist zijn, zodat er bij een minder zware test voor R₁ t/m R₄ beter een waarde van 1000 Ohm kan worden gekozen. Het I.C.

wordt out" Als v houd word Voor worp derde het p aange maki aan d De l besta van c veert verkr gesol beste voertj I.C. De kv zijn kostl even: lamp teerd een l de tv en d zicht

Eenv Daar dings een waar ligge schal FJH seerc In fi geve: de v

Figu NAN lamp mer

es tus-
le sol-
e allen
ijk uit
er dit
velijks
ootjes

nieuw
op de-
omdat
rdoor
t.
voor
in het
waar-
fracht
deze
oudig,
-mon-
weinig

onder
level"
ercen-
erken.
al te

defekt
h veel
sparen
rst ge-
nteed
wordt,
kun-
tester
onder
TTL
npjes.
n wis-
ig aan
akeld.
elaars
ND's,
de in-
s be-

en an-
verige
duide-
or nu
n 330
an 10
deze
t zijn,
t voor
n 1000
t I.C.

wordt in dit geval getest bij een "fan out" van 2.

Als voeding voor de tester kan de eenvoudige voeding uit figuur 13 toegepast worden.

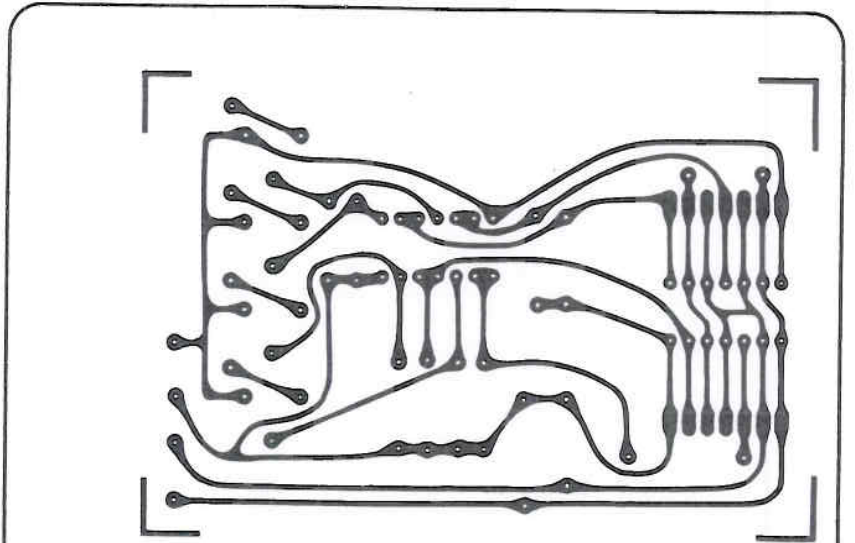
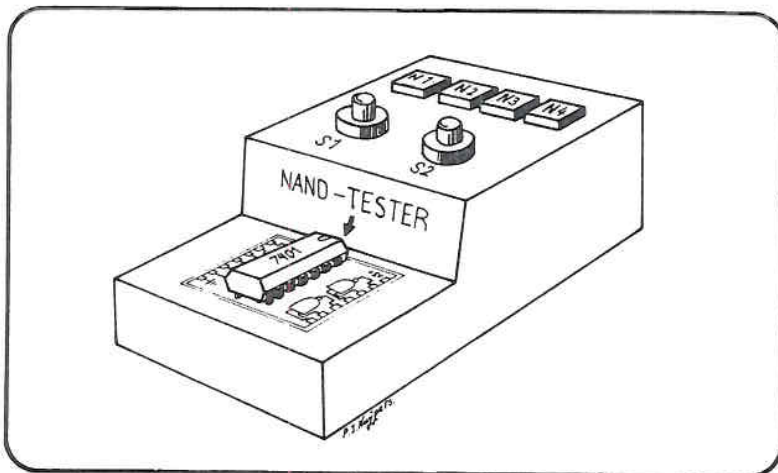
Voor deze I.C. tester is een printje ontworpen waarop plaats is voor alle onderdelen. Het te testen I.C. wordt in het printje gestoken en tijdens de test aangedrukt gehouden. Voor de contactmaking zorgen 14 kontaktveertjes, die aan de printzijde zijn gesoldeerd, fig. 9. De 14 zilverbronzen kontaktveertjes bestaan uit stukjes kontaktverendraad van ongeveer 1 cm lengte. Deze platte veertjes (die o.a. bij Aurora Kontakt verkrijgbaar zijn) moeten zorgvuldig gesoldeerd worden en kan men het beste vooraf even vertinnen. Als testvoetje kan natuurlijk ook een originele I.C. printkonnektor worden gebruikt. De kwaliteit moet echter bijzonder goed zijn zodat deze oplossing tevens erg kostbaar is. Het I.C. in de tester wordt, evenals de weerstanden, transistors en lampjes, op hetzelfde printje gemonteerd. Over dit deel van het printje kan een kapje worden gemonteerd, waarin de twee druktoetsen zijn aangebracht en door uitsparingen de vier lampjes zichtbaar zijn. (zie fig. 11).

Eenvoudige gestabiliseerde voeding

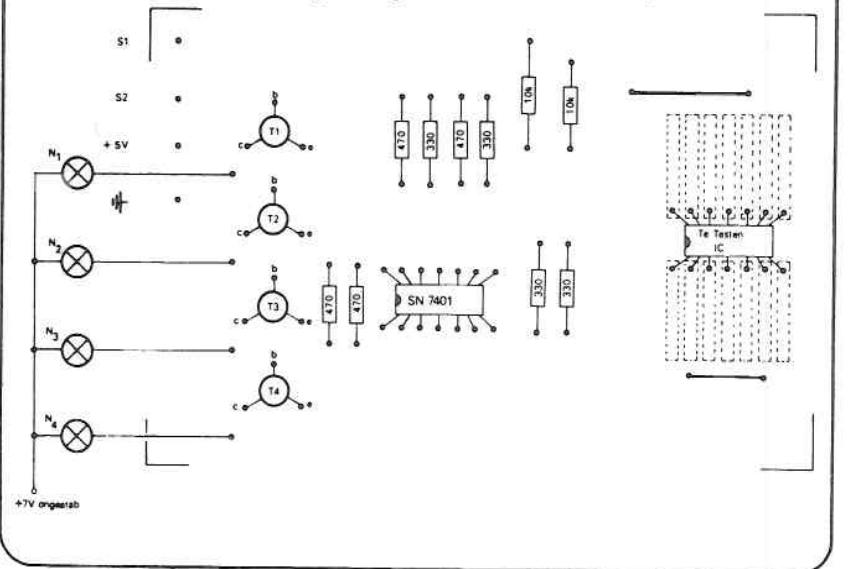
Daar de grenzen waartussen de voedingsspanning zich moet bevinden, om een goede werking van een I.C. te waarborgen, niet erg ver van elkaar liggen verdient het aanbeveling om de schakelingen met de SN 7401 en de FJH 231 te voeden met een gestabiliseerde spanning.

In figuur 13 is een schakeling weergegeven van een eenvoudige gestabiliseerde voeding met een uitgangsspanning

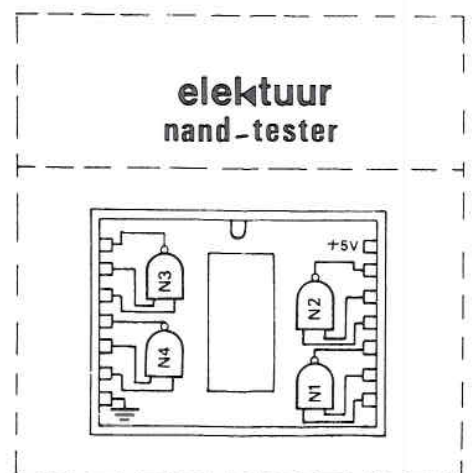
Figuur 11, Mogelijke uitvoering van de NAND-tester waarbij het nummer op het lampje overeenkomt met het poortnummer (N₁ t/m N₄)



Figuur 10. De printtekening en componentenopstelling van de NAND-tester.



Figuur 12. Frontplaatje dat over het printje kan worden geplakt

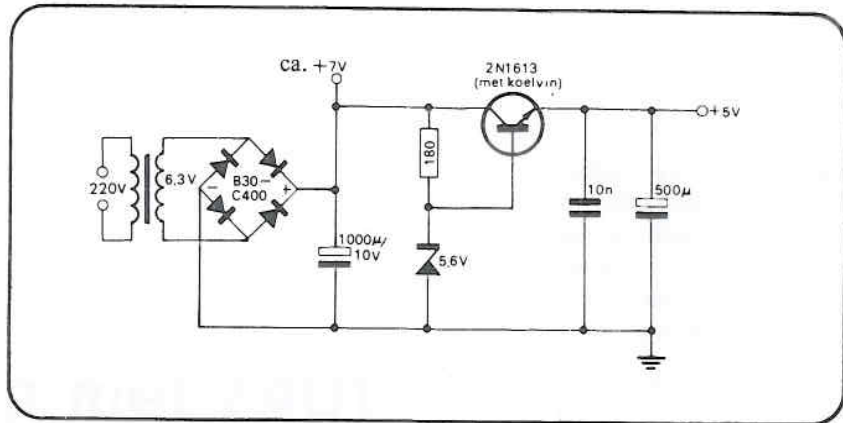


van ca. 5 Volt. Deze voeding kan voor de meeste schakelingen met de SN7401 worden gebruikt mits de opgenomen stroom hiervan niet groter is dan 200 mA. Op de ongestabiliseerde spanning is de serieschakeling van een weerstand en een zenerdiode aangesloten. Op het knooppunt hiervan is de basis van de regeltransistor aangesloten welke zich dus op een konstante spanning (5,6V) bevindt. Dit impliceert dat ook de emitterspanning konstant is, namelijk $5,6 - 0,7 = 4,9$ V. Voor de trafo kan een gewone gloei-stroomtrafo worden gebruikt.

Experimenteerprint

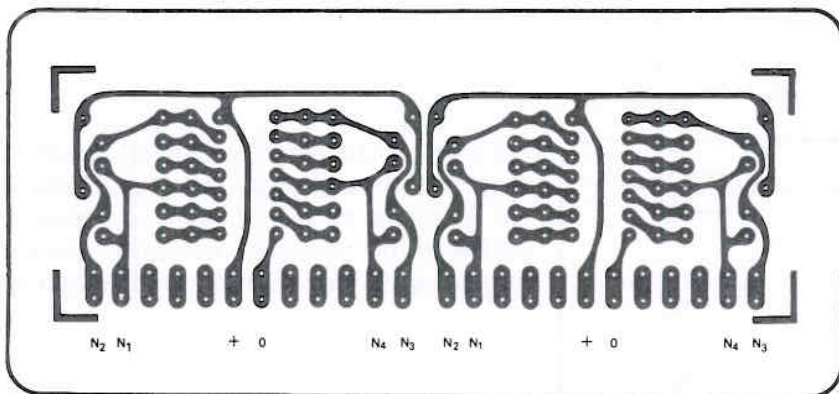
Daar het nogal moeilijk is om schakelingen, opgebouwd met I.C.'s, te realiseren op een gewoon in de handel verkrijgbaar experimenteerprintje is een printje ontwikkeld waarmee op een eenvoudige wijze een I.C. in een schakeling kan worden ondergebracht. Op het printje bevindt zich een I.C. waarvan alle aansluitingen naar buiten zijn gevoerd. De mogelijkheid is aanwezig om aan een I.C.-aansluiting meerdere draden te solderen.

In een aantal schakelingen welke in dit nummer zijn beschreven wordt een multivibrator toegepast welke is uitgerust met twee NAND's. Er is daarom de mogelijkheid geschapen om deze multivibrator geheel op de experimenteerprint te bouwen. In figuur 14 is de printtekening gegeven.



Figuur 13. Eenvoudige voeding met een gestabiliseerde uitgangsspanning van 5 Volt. Voor eventueel aan te sluiten lampjes kan de 7 Volt aansluiting worden gebruikt.

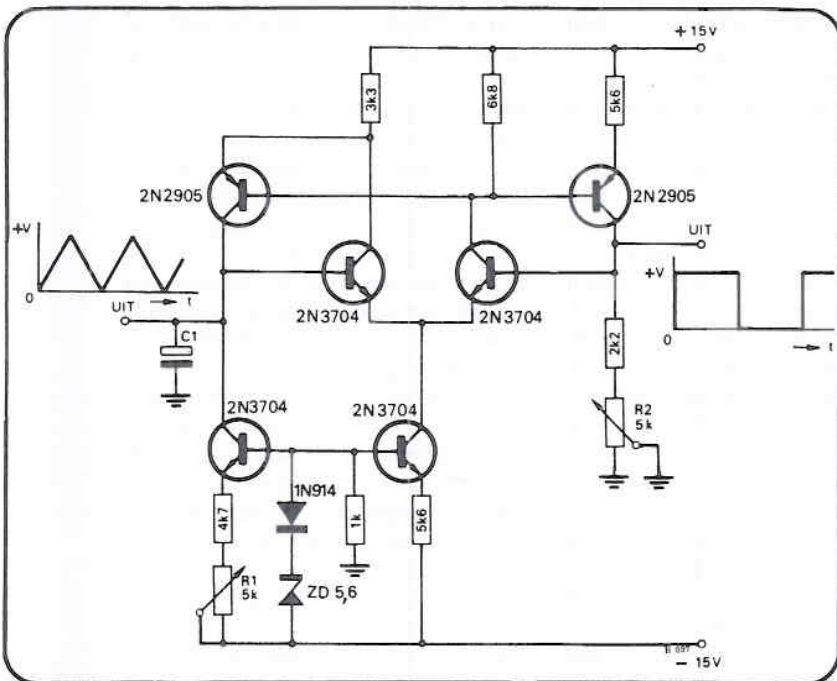
Figuur 14. Printtekening van de experimenteerprint waarop twee IC's kunnen worden geplaatst.



AC

In dit hande zeer l zich o flop l elektr

Een f schake den ke spanni enz. H een wi in de a Een el flipflop koppel opgebo poorts met tv het sch flipflop of RS-schake twee circuit Wanne '1' (+ Q) uitstaan, elkaar nu de gemaa immer '0' zo echter gang c



driehoek- en blokgolfoscillator

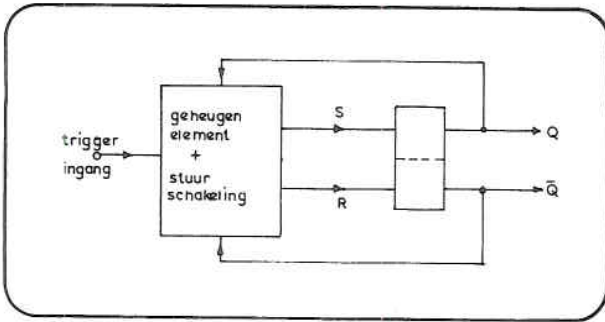
Deze oscillator levert gelijktijdig een driehoek- en een blokgolfspanning. De amplituden hiervan worden geregeld met R_1 . Symmetrische instelling wordt verkregen met behulp van R_2 welke ook de ontladtijd van C_1 bepaalt. Voor C_1 kan elke condensator met een kleine lek worden gebruikt. Door de waarde van C_1 te veranderen kan de frequentie worden ingesteld van 0,01 Hz tot 200 kHz.

(Electronic Design maart '70)

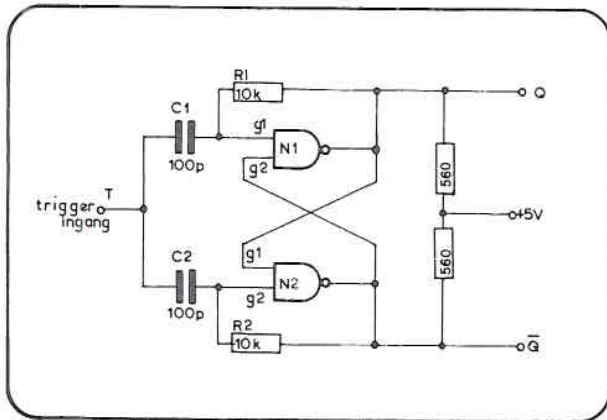
worden toegevoerd. Wanneer men de R- en S-ingang doorverbindt dan is aan deze voorwaarde op het eerste gezicht voldaan. Wanneer t.g.v. een puls beide ingangen gelijktijdig gedurende een kort moment van '1' op '0' worden gebracht dan zal de stand van de flipflop na deze triggeractie in het theoretische geval (volkomen identieke NAND's) geheel willekeurig zijn. In de praktijk zal de flipflop een voorkeursstand bezitten en steeds in dezelfde toestand blijven, hetgeen juist niet de bedoeling is.

Om de RS-flipflop te doen omschakelen moeten de triggerpulsbeurteilungen aan R- en S-ingang worden toegevoerd. Wanneer de \bar{Q} uitgang '1' is moet de S-ingang worden getriggerd; in het geval $\bar{Q}=0$ is moet de triggerpuls aan de R-ingang worden toegevoerd. Er moet dus een ingangscircuit worden gevonden dat afhankelijk van de voorgaande stand op de flipflop op de R- of S-ingang triggert. Dit wil zeggen dat men over een geheuelement dient te beschikken, omdat immers de vorige stand van

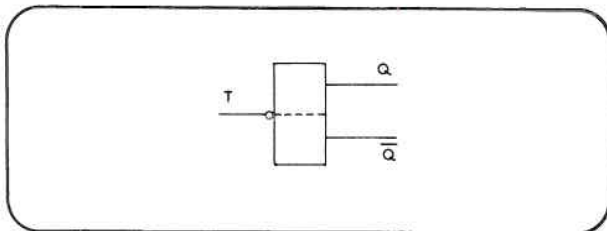
de flipflop tijdens de triggeractie moet worden onthouden (zie figuur 2a). Een condensator is een dergelijk geheuelement (om een condensator te ontladen is tijd nodig) en kan voor dit doel uitstekend worden benut. Het complete schema van een triggerflipflop met condensatoren als geheuelementen is weergegeven in figuur 2b. Opmerkelijk is de verblijvende eenvoud van het totale circuit terwijl de werking in hoge mate betrouwbaar is. Door het feit dat de condensatoren tevens als koppelen-



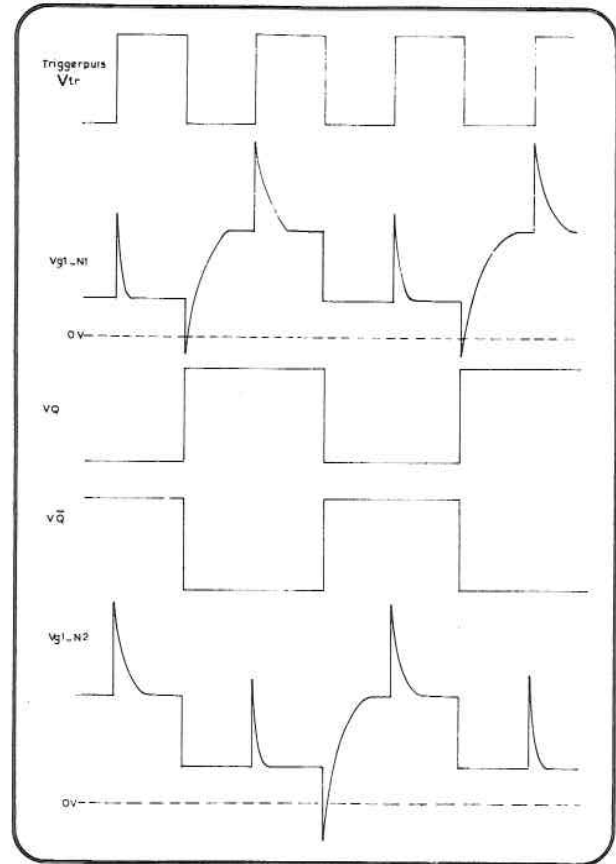
Figuur 2a. Blokschema van een triggerflipflop opgebouwd met een RS-type.



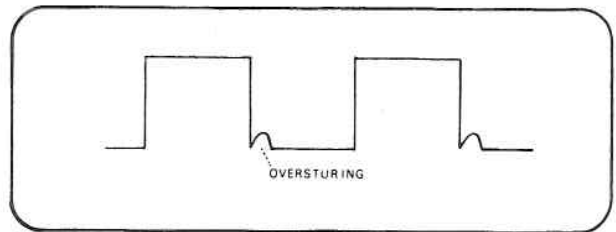
Figuur 2b. Praktische AC-triggerflipflop waarbij de ingangskondensatoren als geheuelement fungeren.



Figuur 2c. Symbolische weergave van AC-flipflop.



Figuur 3. Puls-tijddiagram van de AC-flipflop, waaruit de werking kan worden verklaard.



Figuur 4. Uitgangsspanning van de AC-flipflop als de triggeringang wordt overstuurd, d.w.z. $V_{tr} > V_Q$.

ment
midd
geste
nings
mits
'1' t
Vanv
ling
veela
Alter

Werk

Hoev
de w
deze
toepa
van l
bodig
Uitga
Q=1
tot h
N₂.
ingar
duide
echte
de N
'1' st
Op d
puls
plaat
resul
tieer
beide
zal d
ande
Op d
ning
ving

ktie
zuur
elijk
ator
voor
ger-
ge-
in
ver-
cir-
nate
t de
lele-

ment zijn toegepast wordt aan het gemiddelde ingangsniveau geen eisen gesteld en kan zelfs een grote spanningsverschuiving worden getolereerd mits het niveauverschil tussen '0' en '1' binnen bepaalde grenzen blijft. Vanwege deze wisselspanningskoppeling aan de ingang wordt deze flipflop veelal AC-flipflop genoemd (AC= Alternating Current).

Werking van de AC-flipflop

Hoewel een precieze beschouwing van de werking niet noodzakelijk is om deze flipflop met succes te kunnen toepassen, is een nadere verklaring van het triggercircuit geenszins overbodig.

Uitgaande van de situatie: $Q=0$ en $\bar{Q}=1$ is condensator C_2 opgeladen tot het kollektorpotentiaal van NAND N_2 . Het spanningsniveau op poortingang g_1-N_1 wordt via R_1 op een beduidend lager potentiaal gehouden, echter boven het schakelniveau van de NAND, zodat deze ingang op een '1' staat (zie fig. 3).

Op de voorflank van de eerste triggerpuls vindt een ladingsverschuiving plaats in beide capaciteiten hetgeen resulteert in een positieve gedifferentieerde puls op g_1-N_1 en g_2-N_2 . Daar beide ingangen reeds op '1' stonden zal de stand van de flipflop niet veranderen.

Op de achterflank van de triggerspanning vindt weer een ladingsverschuiving plaats, welke negatieve pulsen

tengevolge heeft. Ingang g_1-N_1 wordt hierdoor beneden het schakelniveau getrokken (0) zodat uitgang Q van '0' naar '1' gaat en de flipflop omklapt. De neergaande puls op g_2-N_2 komt niet beneden het schakelniveau van N_2 zodat deze sprong de flipflop niet kan beïnvloeden.

De flipflop die zich in omgekeerde toestand bevindt ($Q=1, \bar{Q}=0$) zal op analoge wijze weer terugklappen op de achterflank van de tweede triggerpuls. Een en ander is duidelijk weergegeven in het pulsvolgorde-diagram van figuur 3. De triggerpuls mag niet groter zijn dan de spanningszwaai van de Q-uitgangen omdat anders de ver-grote negatieve sprong op g_2-N_2 toch nog storend kan werken (zie figuur 4). De stijgtijd van de voorflank hoeft niet groot te zijn daar de flipflop slechts op de achterflank schakelt. De achterflank daarentegen moet beter zijn dan 0,2 mikrosek, daar aktivering anders niet meer gedefinieerd plaats vindt. Gelukkig is een snelle afvaltijd gemakkelijker te realiseren dan een snelle stijgtijd en is een afvaltijd van kleiner dan 0,2 mikrosek. beslist geen sinecure. Wil men echter toch met een minder snelle flank sturen dan kunnen C_1 en C_2 vergroot worden hetgeen echter resulteert in een verlaging van de maximale frekwentie. Het frekwentiebereik bedraagt bij de gegeven capaciteitswaarden minimaal 1 MHz. De gevoeligheid van het circuit is groot. Een triggerpuls van 0,7 Volt (top-top waarde) is reeds vol-

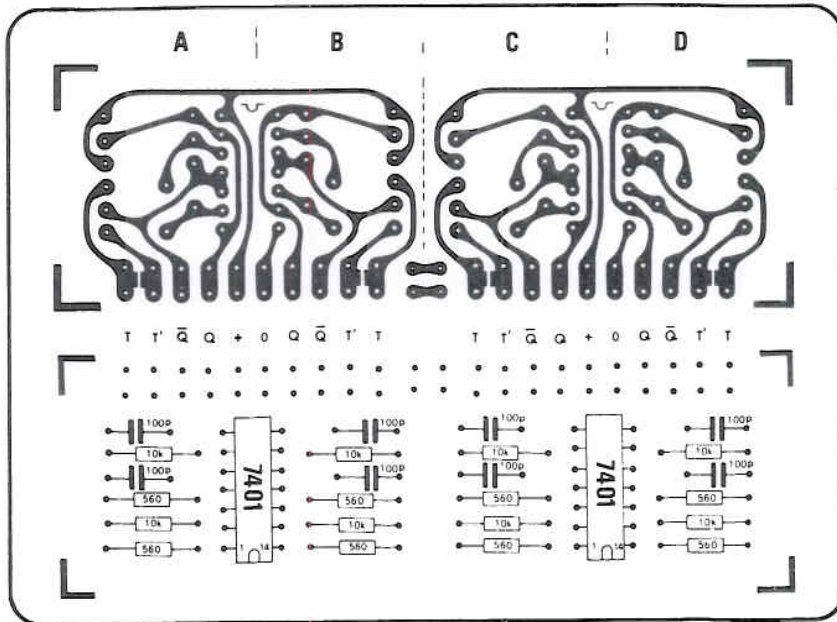
doende om de flipflops te doen omklappen. Is t.g.v. de grote gevoeligheid de storingsmarge te klein, dan kan door in de triggerketen een serie-weerstand van 820 Ohm op te nemen, deze marge worden verruimd tot ca. 1,3 Volt. Bij 1 MHz is dan echter een triggerpuls van 2 Volt nodig om het geheel te doen werken. In het algemeen vindt bij toepassing van genoemde weerstand zeker aktivering plaats bij een puls-grootte van 2 Volt.

Universele print

Gezien het grote aantal toepassingsmogelijkheden van de AC-flipflop is hiervoor een printontwerp weergegeven in figuur 5 (zie elektuur printservice). De print bevat vier flipflops opgebouwd met twee IC's van het type SN7401, SF.G401E of FJH231. De opstelling is dusdanig gekozen dat de flipflops gemakkelijk tot complete tellers kunnen worden samengesteld. Met opzet zijn de triggercapaciteiten niet doorverbonden waardoor klomplexere functies kunnen worden gerealiseerd (zie ook de hierna beschreven tienteller). Bij normaal gebruik dient men dus een draadbrug aan te brengen zodat één triggeringang wordt verkregen. Wanneer slechts een of twee AC-flipflops nodig zijn kan men zonder bezwaar de print in twee gedeelten zagen of breken. Alle aansluitingen bevinden zich aan een zijde zodat bij het samenstellen van een groot aantal flipflops een overzichtelijke bedrading mogelijk is.

Goedkope tienteller met de AC-flipflop

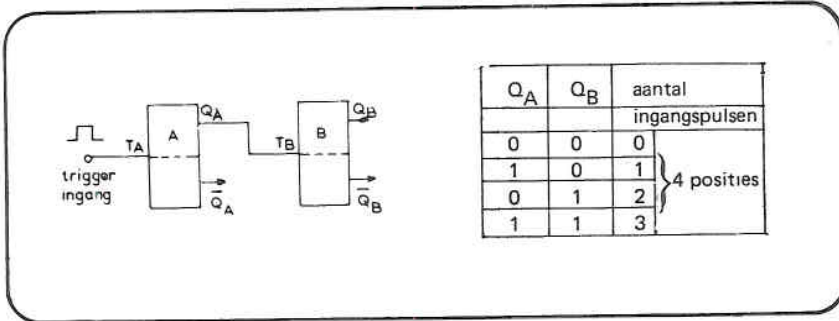
Een enkele triggerflipflop kan men als een tweeteller of tweedeler beschouwen. Immers de flipflop kent twee toestanden nl. $Q = 1$ en $Q = 0$. Door een tweede flipflop te sturen uit de Q-uitgang van de voorgaande is het aantal mogelijke toestanden van de beide flipflops gezamenlijk met een faktor twee uitgebreid, zodat een 4-



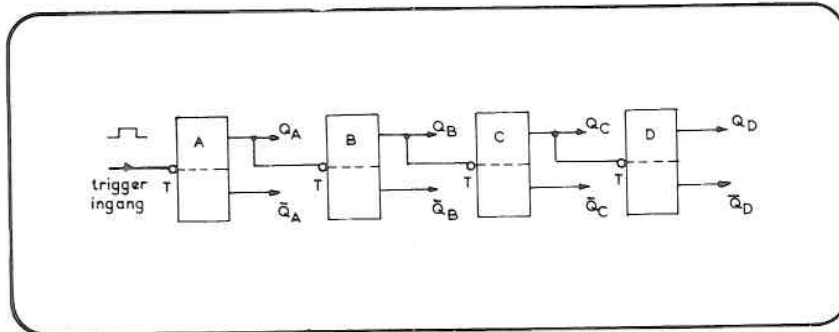
Figuur 5. Print en componentenopstelling voor vier AC-flipflops, op zodanige wijze uitgevoerd dat de flipflops onderling op overzichtelijke wijze kunnen worden gekombineerd.

de
can

de
rdt

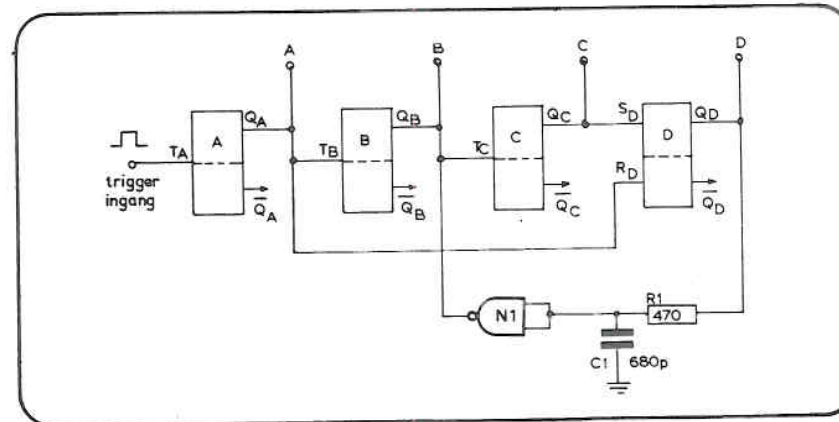
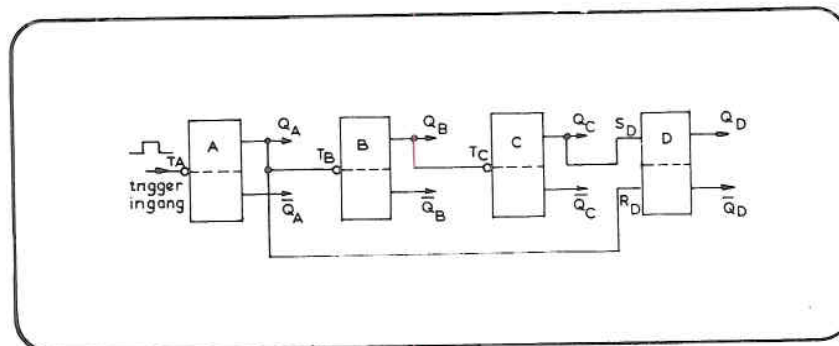


Figuur 6a. Voorbeeld van een 4-teller (4 posities) met de bijbehorende waarheidstabel.



Figuur 6c. Reeks van vier achter elkaar geschakelde flipflops (16 posities) waarin de Q-uitgangen de BCD-kode volgen indien op de ingang een aantal pulsen wordt toegevoerd.

Figuur 7a. 4 bits-teller waarbij flipflop D als trigger-RS-flipflop is geschakeld. De verbinding tussen Q_A en R_D zorgt ervoor dat flipflop D in positie 10 wordt gereset.



D	C	B	A	positie
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

Figuur 6b. Binaire kode, ook wel BCD-kode of 1-2-4-8-kode genaamd.

teller is verkregen (zie figuur 6a). Op deze wijze kan men de teller verder uitbreiden waarbij elke flipflop het aantal mogelijkheden met een faktor 2 vergroot. Met drie flipflops zijn dus $2 \cdot 2 \cdot 2 = 2^3 = 8$ posities beschikbaar, 4 flipflops: $2^4 = 16$ posities enz. Op deze wijze ontstaat een binaire kode waarvan de opbouw in figuur 6b is weergegeven. Deze kode wordt vaak de BCD-kode of 1.2.4.8-kode genoemd. Elk cijfer (0 of 1) van de binaire kode komt overeen met de stand van de korresponderende flipflop in figuur 6c.

Het aantal binaire cijfers wordt ook wel het aantal bits genoemd, zodat de tellerschakeling in fig. 6c kan worden aangeduid met een 4 bits teller welke 16 posities kent.

Om nu een teller te realiseren met een tussenliggend aantal posities (d.w.z. tussen 2, 4, 8, 16, enz.) moet men er voor zorgen dat de teller op het juiste moment wordt gereset of geset. Bij een tienteller maakt men dus gebruik van 4 flipflops (16 posities) en worden de 6 laatste posities niet benut. Wanneer de teller positie 9 (BCD-kode 1001) heeft bereikt dan moet de volgende ingangspuls de tellers naar positie 0

Figuur 7b. Compleete tienteller. Dankzij NAND N_1 en de vertragingstijd $R_1 C_1$ wordt voorkomen dat de flipflop in positie 10 wordt geset, zodat na positie 9 (1001 de gehele teller naar positie 0 (0000) gaat.

(BCI
een ;
lisere
ren v
bond
ontst
In fi
twee
bruil
te re
Q-ui
Zola
zulle
invc
dus
R_D e
(Q_C
'1' g
vers
de ;
daar
In j
gere
de
posi
1010
Alle
and
dien
posi
M.b
NA
vori
(zie
Q_B
pos
was
wor
nee
netv
Q_B
blij
(zie
N1
vlo
akt
Q_B
woi
en
ver
He
wo
sch
NA
wo

Fig
de
pri

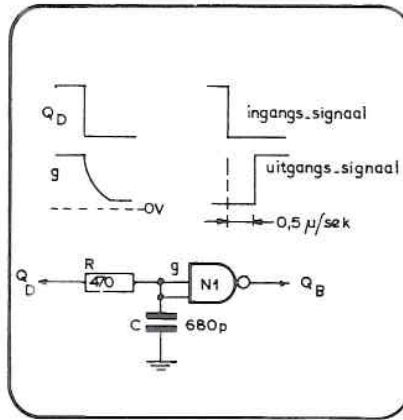
(BCD-kode 0000) brengen. Om dit op een zo simpel mogelijke wijze te realiseren worden de triggerkondensatoren van flipflop D niet met elkaar verbonden, zodat een trigger-RS-flipflop ontstaat.

In figuur 7a is weergegeven hoe deze twee ingangen (R en S) worden gebruikt om de flipflop D na positie 9 te resetten. In begintoestand zijn de Q-uitgangen van de flipflops alle '0'. Zolang Q_D van flipflop D op '0' blijft zullen pulsen op zijn R_D -ingang geen invloed hebben. Q_A , Q_B en Q_C volgen dus de BCD-code tot in positie 8 op R_D een negatief gaande puls verschijnt (Q_C gaat van '1' naar '0') en Q_D naar '1' gaat. In de posities 2, 4, 6, en 8 verschijnt op R_D een resetpuls waar de flipflop echter niet op reageert daar deze reeds gereset was ($Q_D = '0'$). In positie 10 wordt flipflop D wel gereset en gaat Q_D naar '0'. Uitgaande van de BCD-kode zal dus in positie 10 de toestand 0010 i.p.v. 1010 worden bereikt.

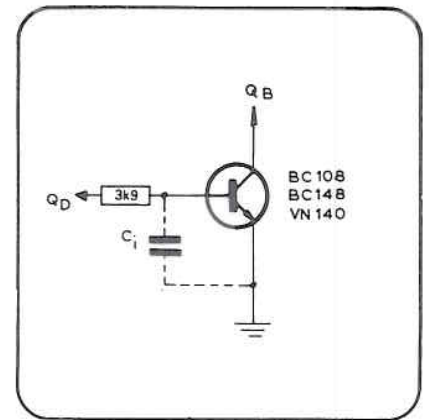
Alleen flipflop B moet nog op een of andere wijze worden gereset of men dient te voorkomen dat de flipflop in positie 10 wordt geset.

M.b.v. een als inverter geschakelde NAND, welke met Q_B een „wired or” vormt, kan dit worden gerealiseerd (zie fig. 7b). Zolang $Q_D=1$, wordt Q_B geforceerd '0' gehouden. In de posities 8 en 9, waar Q_B reeds '0' was, is dit toegestaan. In positie 10 wordt flipflop D gereset, maar de neergaande puls wordt via het RC-netwerk vertraagd, met het gevolg dat Q_B tijdens de triggerpuls op T_B '0' blijft. Na een bepaalde vertragsingslijn (zie fig. 8) zal de uitgang van NAND N1 stroomloos worden en geen invloed meer hebben op Q_B . De trigger-actie is dan echter reeds voorbij zodat Q_B op '0' blijft. De gehele teller wordt in positie 10 gereset naar 0000 en aldus is een volwaardige tienteller verkregen.

Het resetcircuit (fig. 8) kan eventueel worden vervangen door de transistor-schakeling in figuur 9, zodat geen NAND nodig is. De tijdvertraging wordt hier verkregen d.m.v. de basis-



Figuur 8. Resetcircuit met vertragingstijd uitgevoerd met een NAND.

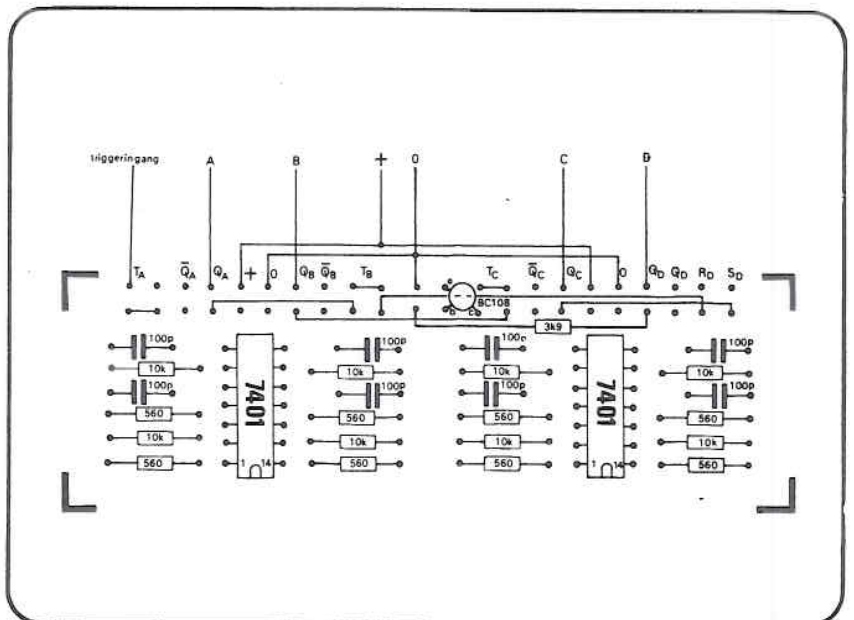


Figuur 9. Resetcircuit uitgevoerd met een laagfrequent transistor. De ingangskapaciteit zorgt voor de gewenste vertraging.

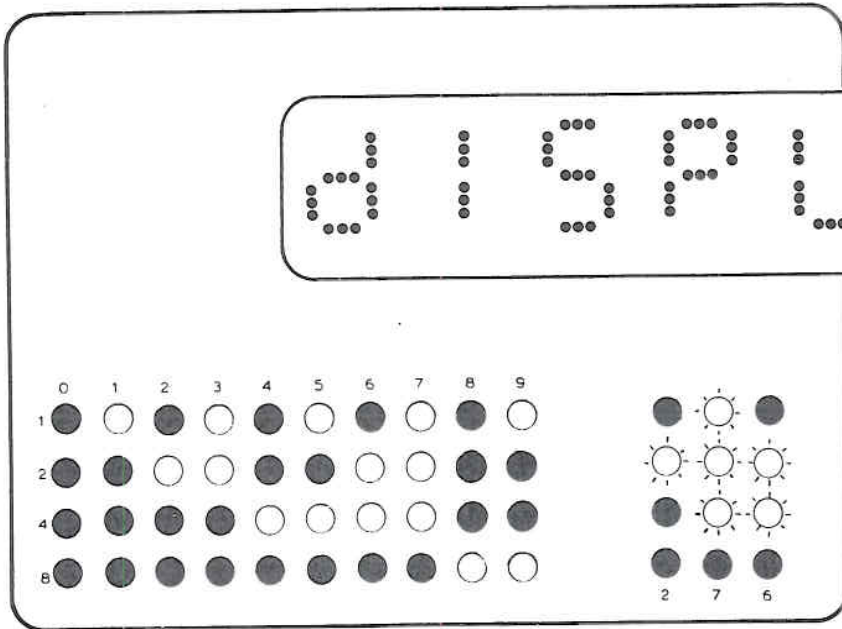
emitter capaciteit van de transistor die bij laagfrequentie typen voldoende groot is. De gehele teller bevat dan twee IC's (8 NAND's) en 1 transistor. Zijn er toch meerdere NAND's nodig in een hiermee opgebouwd digitaal apparaat dan kan gemakkelijker de oorspronkelijke schakeling worden toegepast. De tienteller kan op eenvoudige wijze op de print van figuur 5 worden aangebracht. De complete componentenopstelling hiervoor is weergegeven in figuur 10.

De AC-flipflop bezit talloze toepassingsmogelijkheden waarvan dit num-

mer reeds getuige is. Vanzelfsprekend bieden de meer complete geïntegreerde circuits grotere voordelen in het gebruik en zullen in de naaste toekomst t.g.v. een daling van de kostprijs eveneens interessant worden voor amateurs. Desondanks heeft het experimenteren met flipflops, opgebouwd met afzonderlijke NAND's, zeker voor beginners op het digitale gebied een hoge edukatieve waarde, terwijl de prijs ervan dermate laag is dat deze flipflop zich voorlopig als goedkoop standaardelement zal kunnen handhaven.

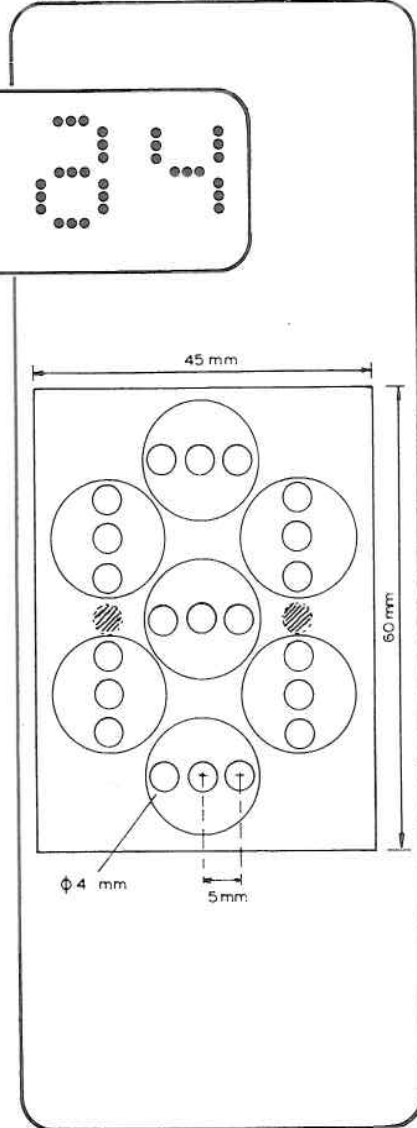


Figuur 10. Praktische uitvoering van de tienteller, m.b.v. de universele print uit figuur 5.

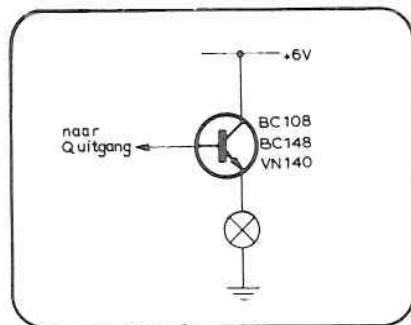


Figuur 1. Binaire uitlezing per decimaal (BPD). Elk der lampjes stelt het cijfer 1, 2, 4 of 8 voor. Optelling van een of meer brandende lampjes levert als resultaat de cijfers 1 t/m 9.

Figuur 2. Voorbeeld van een uitlezing in drie decimalen. In de aangegeven toestand wordt het getal 276 uitgelezen



Figuur 4. Opstelling van de 5/8" PVC buisjes (elk 25 mm) en de ligging der gaatjes ten opzichte daarvan. De gearceerde gaatjes worden verlicht door ekstra spleetjes in de PVC-buis.



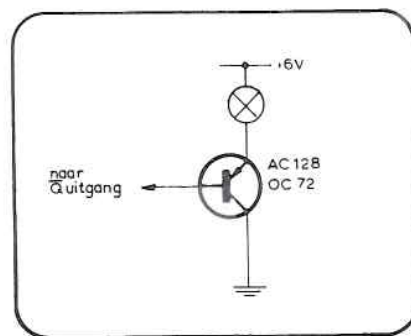
Figuur 3. Elk lampje uit figuur 2 is in de emitterleiding van een transistor opgenomen.

Display

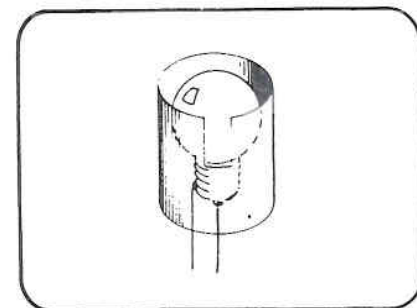
De aandacht van vele laboratoria is gericht op de display van digitale alsook analoge signalen. Display is een verzamelwoord voor het beschikbaar maken voor de mens van elektrische signalen. Hoewel display in Europa tot voor kort uitsluitend werd beschouwd als uitlezing van cijfers en letters, helt men er steeds meer toe over om ook luidsprekers en TV-buizen als een vorm van display te zien en ze als zodanig verder te ontwikkelen. In de digitale displays heeft men natuurlijk al lang de uitlezing met gloeilampjes in binaire of decimale vorm vergeten.

De nixiebuis, een geperfectioneerde neonlamp heeft weliswaar algemeen ingang gevonden, maar de beperkingen zijn behalve de prijs, de gasontlading, die aan veroudering onderhevig is, de lichtopbrengst die klein is, de spanning die te hoog is en de vorm die onhandelbaar is. Het onderzoek richt zich dan ook vooral op de gallium-arsenide diode, die in geïntegreerde vorm een cijfer of letter, zelfs beeld kan produceren, en die een veel langere levensduur bezit.

Een nog progressiever onderzoek richt zich op een geheel nieuwe techniek met z.g. nematische ofwel vloeibare kristallen. Een laag van deze kristallen tussen twee doorzichtige geleiders zal wel of niet licht doorlaten, als er tussen de beide geleiders al dan niet een spanning

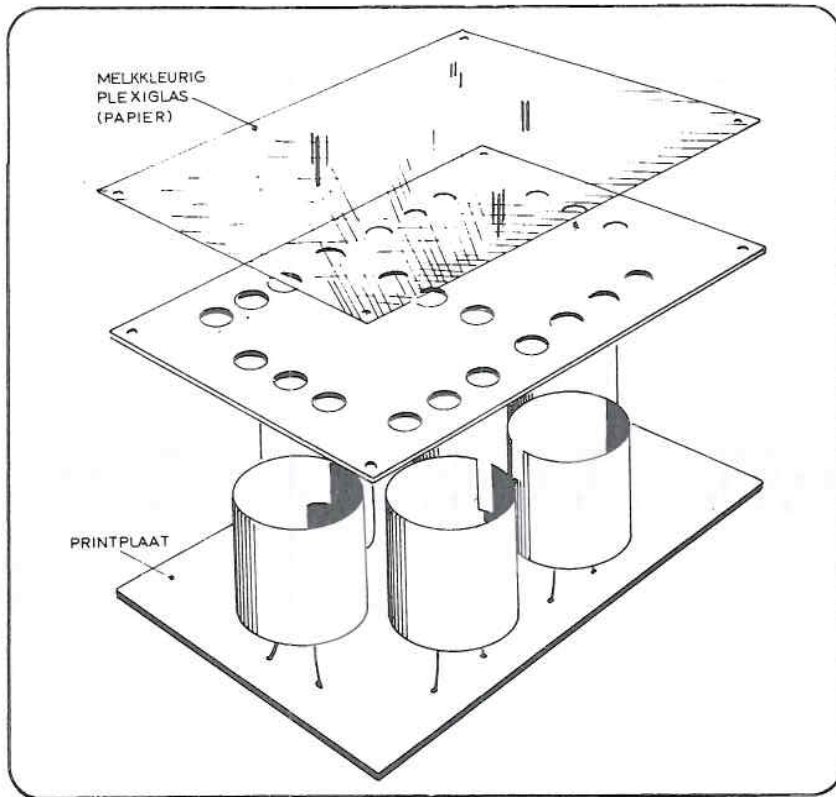


Figuur 3a. Dezelfde schakeling als in figuur 3 met goedkope germanium transistoren bijv. OC 72, AC 128 (uit de rommelbak).



Figuur 4a. Door een spleet in de PVC-buis worden de gearceerde gaatjes uit fig. 4 belicht.

wordt
Elektu
verwac
snel z
jaar L
des) e
de nix
ben. T
lers er
nixiebu
zijn en
wenst.
Zonde
zing is
Deze l
uit vie
gang va
tientel
teller
numm
0 tot
is in p
Elk d
meer d
en vier
een gu
voering
vijf gu
voor d
haalba
toren v
een str
ken er
nen di
Het is
lezing



wordt aangelegd (zie artikel Apapa, *Elektuur* september 1969). Men mag verwachten dat deze ontwikkelingen zo snel zullen vorderen, dat binnen twee jaar LED-displays (light emitting diodes) en/of LC-displays (liquid crystal) de nixiebuisen achterhaald zullen hebben. Toch zal bij de zelfbouw van tellers en voltmeters voorlopig zelfs de nixiebuis nog een te kostbaar display zijn en is een goedkopere oplossing gewenst.

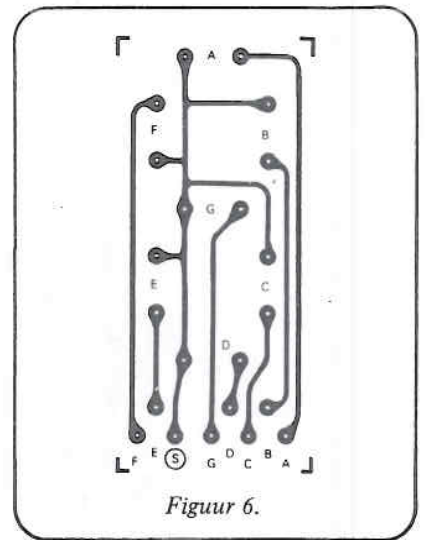
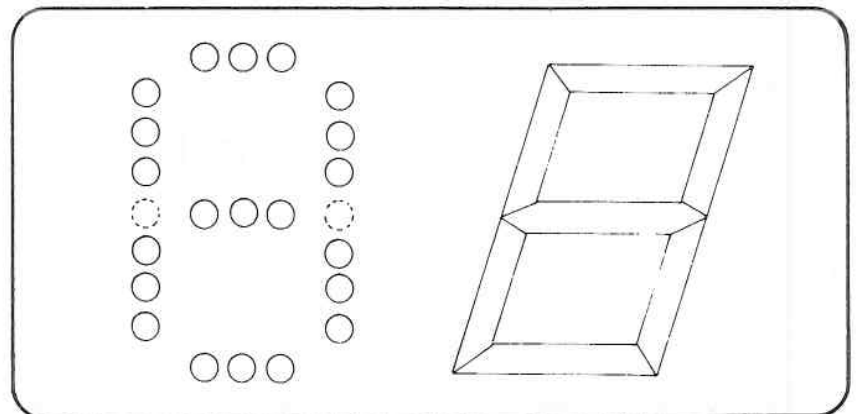
Zonder meer de meest goedkope uitlezing is de binair/decimaal (zie fig. 1). Deze BPD-uitlezing bestaat per cijfer uit vier lampjes die elk op een Q-uitgang van de uit vier flip-flops bestaande tienteller worden aangesloten (zie tienteller met vier flip-flops elders in dit nummer). Het uitlezen van de cijfers 0 tot 9 is een kwestie van ervaring en is in principe zeer eenvoudig (fig. 1). Elk decimaal kost in principe niet meer dan 4 lampjes van 25 of 30 cent en vier transistoren van elk 50 cent tot een gulden. Zelfs is een "dure" uitvoering is per decimaal niet meer dan vijf gulden aan materiaal nodig, maar voor drie gulden is dit toch zeker een haalbare kaart (fig. 2). Van de transistoren wordt niet meer geeist dan dat ze een stroom van 100mA kunnen verwerken en een vermogen van 50mW kunnen dissiperen (fig. 3 en 3a).

Het is denkbaar dat men delineaireuitlezing toch wat primitief vindt en liever

Figuur 5. De volledige display bestaat uit een melkkleurig glasplaatje, een plaatje aluminium, zeven lampjes met stukjes 5/8" PVC-buis (25 mm hoog en eventueel matzwart geverfd) en tot slot een printje volgens figuur 6.

twee keer zoveel betaalt voor een display, dat meer de nixiebuis, de LED of de LC-uitlezing nabij komt. In dat geval is de zeven-segment-metode met zeven goedkope lampjes favoriet. Reeds eerder is een dergelijke uitlezing in E-

Figuur 7. Een vergelijking van de echte 7-segment en de gaatjes-segmentuitlezing.



Figuur 6.

lektuur beschreven, maar de opzet was toch moeilijk in uitvoering.

In het blad *Popular Electronics* kregen wij een werkwijze aangeboden, die een oplossing bood, die met een figuurzaag en een boormachine gemakkelijk is uit te voeren. Per decimaal is nodig 1 plaatje melkkleurig plexiglas of plastic (of papier) 45 x 60 mm, 1 plaatje pertinax of nog beter aluminium, van dezelfde maat, zeven stukjes pvc-buis 5/8 elk 25 mm en een printplaatje volgens figuur 6. Het cijferbeeld, dat op deze wijze met gaatjes wordt opgebouwd in plaats van met strepen, is nagenoeg even duidelijk.

Zowel het "gaaftjes" segment als het behandelde lijnenbeeld zijn naast elkaar gegeven in figuur 7. Er is aan het gaatjesbeeld een bezwaar ten aanzien van de cijfers 1, 4 en 7. De gestippelde gaatjes onderbreken bij voorbeeld de een, hetgeen het beeld weliswaar niet onduidelijker maakt, maar wel minder fraai. Het kost wat ekstra werk meer, n.l. twee gaatjes meer in het aluminium en een gleufje in vier pvc-buisjes volgens figuur 4a. Twee gleufjes "kijken elkaar aan" en beschijnen het ekstra gaatje.

PVC
g der
gear-
door

PVC-
s uit