

Rad van fortuin

Solid-state uitvoering met 20 LED's

Waarschijnlijk kent iedereen wel het rad van fortuin dat in tv-uitzendingen, op kermissen en fancy-fairs te vinden is om uw geluk te beproeven. Een flinke slinger aan het rad en dan maar afwachten op welk hokje (en prijs) het rad stil blijft staan. Deze elektronische uitvoering doet hetzelfde, maar is een stuk handzamer en bevat geen bewegende delen.



Ontwerp:
Sunil Malekar
(Elektor-lab India)
Tekst: **Harry Baggen**

In Nederland was het programma 'Het Rad van Fortuin' vanaf 1990 een groot succes dat jarenlang horden kijkers aan de buis kluis-terde. Maar ook in actuele tv-programma's duikt zo'n rad regelmatig op, tot grote vreugde en hilariteit van deelnemers en publiek. Het gaat hierbij om een grote zware schijf die in hokjes is verdeeld waarin punten, bedragen of iets anders staan vermeld. Het is de bedoeling dat een deelnemer een flinke zwieper aan het rad geeft, waarna dit begint te draaien en na verloop van tijd met het nodige geratel tot stilstand komt; een vaantje dat naar een bepaald hokje wijst, geeft dan aan of en wat de kandidaat gewonnen heeft.

Zoiets is natuurlijk ook in een elektronische vorm te realiseren. In de hier beschreven versie gaat het om een handzame schake-

ling die het ronddraaien simuleert op een cirkel met 20 LED's die beurtelings oplichten. Net als bij zijn mechanische tegenhanger neemt de draaisnelheid langzaam af tot nul. En natuurlijk horen bij zo'n rad wat geluidseffecten, die worden hier uiteraard ook elektronisch opgewekt en via een luidsprek-er-tje hoorbaar gemaakt. En om alles ook voor minder ervaren elektronici overzichtelijk te houden, is er geen microcontroller toegepast.

Schema

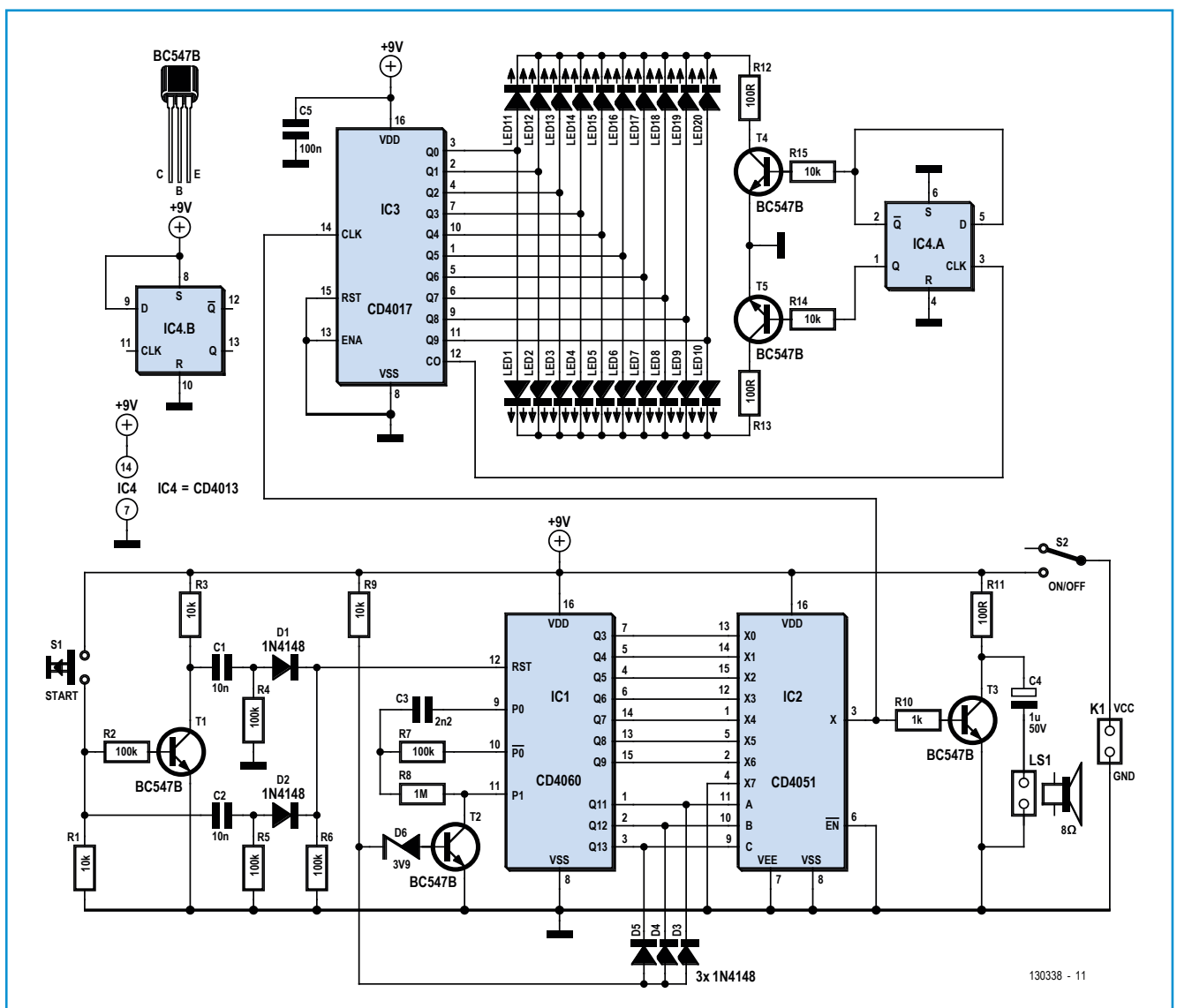
De beschrijving van het schema in **figuur 1** beginnen we voor de verandering nu eens niet aan het begin, maar aan het einde: bij de ringteller en de LED's. Dit deel van de schakeling bestaat uit IC3 en IC4.A. IC3 is een CMOS-decadeteller type 4017. Het klok-sig-naal wordt aangeboden op de klok-ingang van het IC (pen 14); de reset- en enable-ingangen (pen 15 resp. 13) liggen aan massa, zodat het IC continu doortelt. Op de opgaande flank van het kloksig-naal worden de uitgan-gen Q0...Q9 achtereenvolgens één voor één hoog; na Q9 wordt Q0 weer hoog. De uitgan-

gen leveren voldoende stroom om de LED's direct aan te sturen. Als we de anodes van de LED's zijn direct met de Q-uitgangen verbinden en de kathodes van deze tien LED's via een gemeenschappelijke serieweerstand aan massa leggen, hebben we al een looplicht van tien LED's gecreëerd.

Dat is echter wat weinig voor een goed ogend rad van fortuin, daarom zijn met behulp van een truc nog tien LED's op de uitgangen van de 4017 aangesloten. Daarbij is gebruik gemaakt van de Carry-Out-uitgang (pen 12) van de 4017 om de twee series LED's beurtelings te selecteren. Deze uitgang, die eigenlijk bedoeld is om volgende IC's in een

delerketen aan te sturen, wordt hoog op het moment dat uitgang Q0 hoog wordt en laag op het moment dat Q5 hoog wordt. We gebruiken deze uitgang hier om een als tweedeleer geschakelde D-flipflop van het type 4013 (IC4.A) aan te sturen. De klokingang van deze flipflop reageert op de opgaande flank van het CO-sigitaal. Door de terugkoppeling van de \bar{Q} -uitgang (pen 2) naar de D-ingang (pen 5) wisselt de polariteit van de Q- en de \bar{Q} -uitgang bij elke opgaande flank op de D-ingang. Zoals u in het schema kunt zien, is op elke Q-uitgang van de flipflop een schakeltransistor aangesloten, die een groep van 10 LED's naar massa schakelt als de bijbehorende Q-uitgang hoog is. Dat heeft tot gevolg dat

Figuur 1. Het schema van de elektronische versie van het rad van fortuin.



eerst één serie van 10 LED's door IC3 wordt aangestuurd, dan wisselen de Q-uitgangen van IC4.A door het CO-sigitaal van niveau en wordt de andere serie van 10 LED's door IC3 aangestuurd.

We gaan nu verder naar het oscillator/deler-gedeelte dat de aanstuurpuls voor de 4017 levert. Het hart bestaat uit de bekende 4060 (IC1), een IC dat naast een oscillatorsectie veertien in serie geschakelde tweedelers bevat. De oscillatorfrequentie, bepaald door R7 en C3, ligt in de buurt van 450 Hz. Niet alle uitgangen van de veertien interne tweedelers zijn naar buiten gevoerd, alleen Q3...Q9 en Q11...Q13. Op Q3 (pen 7), de uitgang van de vierde tweedeler, staat dan een frequentie van $450 / 16 = 28$ Hz; op uitgang Q4 (de vijfde tweedeler) staat een frequentie van $450 / 32 \approx 14$ Hz, enzovoorts. Als we achtereenvolgens één van die steeds lager wordende frequenties als kloksigitaal doorsluizen naar de ringteller, dan krijgen we precies het effect dat we willen hebben, namelijk dat van een rad dat langzaam uitloopt en tot stilstand komt.

Het achtereenvolgens doorsluizen van een steeds lagere frequentie naar IC3 gebeurt met een 8-kanaals multiplexer van het type 4051. Met behulp van het logische niveau op ingangen A...C kunnen we selecteren welke ingang wordt doorgeschakeld naar de uitgang. Uitgangen Q3...Q9 van IC1 zijn verbonden met ingangen X0...X6 van IC2. Q11...Q13 van de 4060 zorgen voor de selectie van de juiste ingang. Dit gaat als volgt in zijn werk: Na een druk op de knop (S1) wordt de 4060 gereset en start de oscillator (daar komen we zo meteen nog op terug). Op dat moment zijn alle uitgangen laag, dus ook ingangen A...C van IC2, zodat ingang X0 is geselecteerd en een frequentie van ongeveer 28 Hz naar IC3 wordt gestuurd. Na enige tijd zal uitgang Q11 hoog worden. Op dat moment wordt ingang X1 van de 4051 geselecteerd en wordt de frequentie op uitgang Q4 (ongeveer 14 Hz) aan IC3 doorgegeven. Afhankelijk van het uitgangsniveau van Q11...Q13 zal dus een steeds lagere frequentie worden doorgegeven, tot uiteindelijk (Q11...Q13 alle drie hoog) ingang X7 wordt geselecteerd. Deze ligt aan massa, zodat dan geen kloksigitaal meer wordt doorgegeven: Het rad staat stil. Om

ervoor te zorgen dat de oscillator dan stopt, zijn de drie dioden D3...D5 en transistor T2 toegevoegd. De dioden vormen samen met weerstand R9 een discrete AND-poort: Het knooppunt R9/D3/D4/D5 wordt alleen hoog als Q11, Q12 en Q13 van IC1 tegelijkertijd hoog zijn. Als dat gebeurt, wordt via zenerdioden D6 transistor T2 in geleiding gestuurd, zodat ingang P1 van de oscillator (pen 11) naar massa wordt getrokken. De oscillator stopt dan en deze situatie blijft bestaan tot IC1 gereset wordt.

Het geluidsgedeelte van de schakeling is zeer simpel van opzet. We hebben inmiddels gezien hoe we een kloksigitaal met variabele (afnemende) frequentie hebben verkregen en met dit sigitaal kan een transistor worden aangestuurd die op zijn beurt een luidspreker schakelt. In het schema zijn dit T3, LS1 en omringende componenten. Condensator C4 voorkomt dat er gelijkstroom via R11 door de luidspreker kan lopen.

Tenslotte moeten we nog het start- en reset-gedeelte bespreken. Zoals we al hebben gezien, wordt de oscillator met behulp van T2 geblokkeerd op het moment dat het rad stil staat. Om de schakeling opnieuw te starten, moeten we dus IC1 resetten. Dat kan door de reset-ingang (pen 12) even hoog te maken. Niets is simpeler dan dat, daar hebben we alleen een druktoets met een weerstand voor nodig. Maar in dat geval hebben we nog geen toevalsaspect ingebouwd en dat is bij zo'n rad echt onontbeerlijk. Wat gebeurt er namelijk? Na het inschakelen van de voedingsspanning zal het rad 'vanzelf' een cyclus doorlopen, om vervolgens op een start/reset-puls te wachten. Teller IC3 zal dan een bepaalde stand hebben (welke is niet belangrijk). De rest van de schakeling is zo opgezet dat enig rekenen denkwerk eenvoudig valt te beredeneren welke LED zal blijven branden nadat op de startknop is gedrukt! Dat is natuurlijk niet de bedoeling! We zouden een 'echte' toevalsgenerator kunnen bouwen, maar dat kost aardig wat extra componenten. De hier gekozen oplossing kost nauwelijks extra onderdelen en maakt gebruik van de tijd gedurende welke men de druktoets ingedrukt houdt (en die is nooit hetzelfde). Door namelijk de 4060 twee reset-pulsen te geven, één bij het indrukken van de starttoets en één bij het loslaten daar-

van, creëert men steeds bij het indrukken een willekeurige tijd, zodat we vanzelf een toe- valseffect verkrijgen en de schakeling zich als een werkelijk rad van fortuin gaat gedragen. De hardware voor het opwekken van de twee reset-pulsen bestaat uit het gedeelte rond T1. Druktoets S1 is de start/reset-toets. Wanneer deze wordt ingedrukt, wordt IC1 via differenti- ator C2/R5 en diode D2 gereset. Tegelijker- tijd wordt transistor T1 in geleiding gestuurd, zodat knooppunt R3/C1 laag wordt. Zodra we S1 loslaten, gaat T1 weer sperren en wordt de collectorspanning van T1 weer hoog. Deze spanningssprong wordt door C1/R4 gediffe- rentieerd tot een kort pulsje dat via D1 even- eens op de reset-ingang van IC1 terecht komt. Dat is dus het tweede reset-pulsje waar we het zojuist over hadden.

Opbouw

Voor deze schakeling is een dubbelzijdige print ontworpen, waarvan u in **figuur 2** de componentenopstelling ziet. U kunt de print via Elektor bestellen, de layout is als gratis download beschikbaar [1].

De opbouw van de print is vrij eenvoudig, er zijn alleen maar bedrade onderdelen gebruikt. Houd de bekende volgorde bij de montage aan: printpennen/headers en connectoren, evt. voetjes voor de IC's, weerstanden, dioden/LED's, condensatoren en als laatste de IC's. Zorg ervoor dat de 20 LED's voor het rad op enige afstand boven de print en allemaal even hoog worden gemonteerd. Die afstand is afhankelijk van de behuizing waarin u de print monteert. De foto's bij dit artikel geven een indruk van het door ons opgebouwde

Onderdelenlijst

Weerstanden:

- R1,R3,R9,R14,R15 = 10 k
- R2,R4..R7 = 100 k
- R8 = 1 M
- R11..R13 = 100 Ω
- R10 = 1 k

Condensatoren:

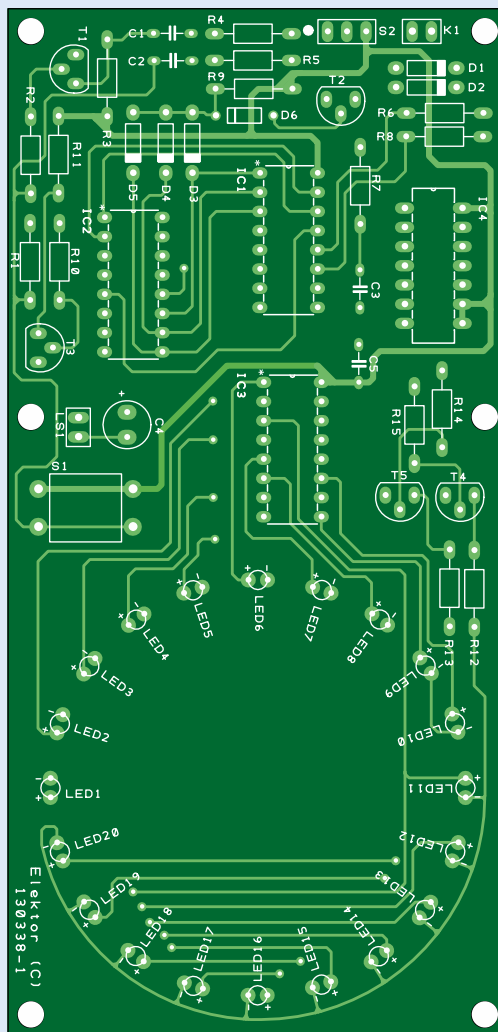
- C1,C2 = 10 n
- C3 = 2n2
- C5 = 100 n
- C4 = 1 μ/50 V radiaal

Halfgeleiders:

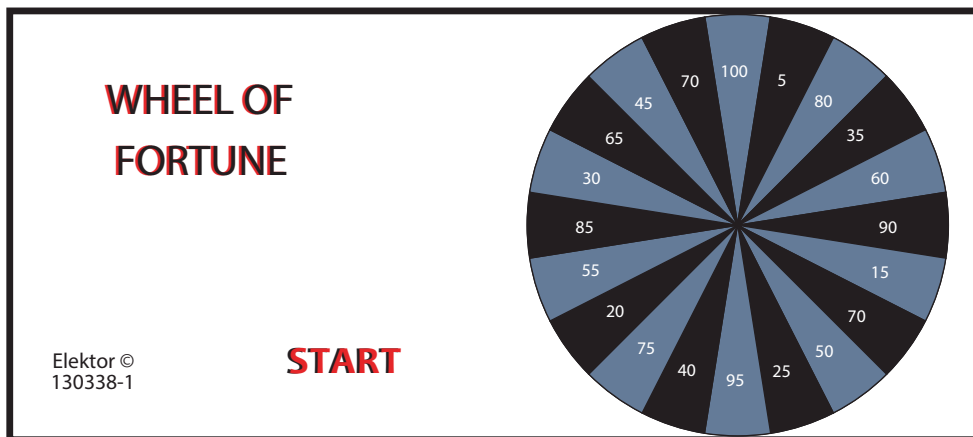
- D1..D5 = 1N4148
- D6 = zenerdiode 3,9 V/500 mW
- T1..T5 = BC547
- LED1..LED20 = LED rood, 5 mm
- IC1 = CD4060
- IC2 = CD4051
- IC3 = CD4017
- IC4 = CD4013

Diversen:

- S1 = druktoets voor printmontage (bijv. Multi-comp MCDTS2-1R, Farnell-nr. 9471669)
- S2 = 3-pens pinheader, steek 2,54 mm, voor aan/uit-schakelaar
- K1,LS1 = 2-pens pinheader
- miniatur luidspreker 8 Ω (bijv. Visaton FR8)
- 9-V-batterij met aansluitclip
- Behuizing, afm. 150 x 70 x 50 mm, met geïntegreerde 9-V-batterijhouder
- Print nr. 130338-1 [1]



Figuur 2. Op deze dubbelzijdige print passen alle onderdelen, inclusief het uit 20 LED's opgebouwde rad. Bij het prototype is de druktoets op het frontpaneel gemonteerd in plaats van op de print.



Figuur 3. Frontplaat-ontwerp voor het rad van fortuin (hier afgebeeld op 90% van ware grootte). U kunt natuurlijk uw eigen versie maken met aangepaste waarden of prijzen in de hokjes van het rad.

prototype. Een voorbeeld voor een frontplaat voor deze schakeling is afgebeeld in **figuur 3**, deze is tevens beschikbaar in pdf-formaat (130338-11 op [1]). De 20 LED's van het rad steken door het deksel naar buiten. De luidspreker kan daartussen worden gemonteerd, waarbij enkele gaatjes kunnen zorgen voor een voldoende hoge geluidsproductie. De aan/uit-schakelaar en de druktoets kunt u eventueel op het kastje plaatsen en via korte stukjes draad met de bijbehorende aansluitpennen op de print verbinden.

Voor de voeding kunt u een 9-V-batterij gebruiken, aangezien de schakeling vrij weinig stroom trekt en toch niet gedurende langere tijd achter elkaar gebruikt zal worden.

Er hoeft niets op de print te worden afgeregeld, zodat u na een grondige controle van de opgebouwde print (zitten alle onderdelen op de juiste plaats en in de juiste stand; zijn de IC's niet verkeerd om in de voetjes geprikt?) meteen de batterij kunt aansluiten en de voedingschakelaar kunt omzetten. Als alles goed is gegaan, dan zal de schakeling meteen werken en gaan de LED's in het rad 'ronddraaien'. U kunt eventueel het toerental van het rad iets wijzigen door R7 en/of C3 aan te passen (kleinere capaciteit: hoger

toerental, grotere capaciteit: lager toerental). Veel speelplezier met uw eigen rad van fortuin! (130338)

Weblinks

[1] www.elektor-magazine.nl/post

Figuur 4. De hele schakeling past netjes in een standaard kastje. Dit is voorzien van een 9-V-batterijcompartiment, maar u kunt de batterij ook met een stuk dubbelzijdig plakband in het kastje bevestigen.

