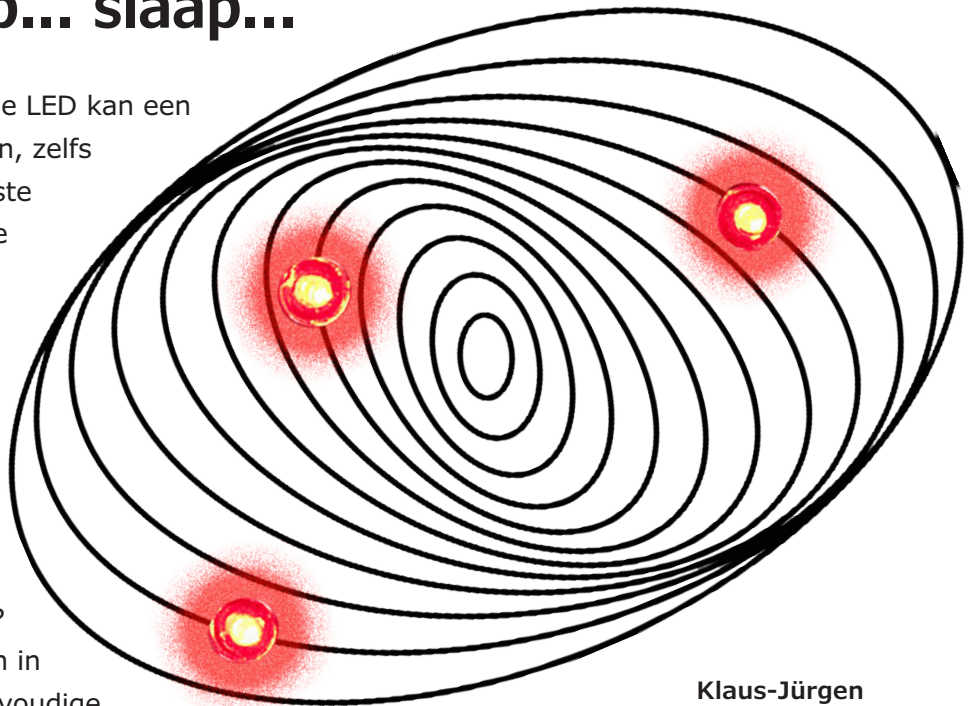


# De Hypnotiseur

## Kijk diep in mijn LED's... U krijgt slaap... slaap...

Kijken naar een knipperende LED kan een hypnotiserend effect hebben, zelfs als hij knippert met een vaste frequentie en een constante duty-cycle. Dat belooft wat voor een groep van drie LED's die knipperen in een quasi-toevallige volgorde met een constant veranderende duty-cycle. Gaan we buiten ons lichaam treden? Bereiken we Nirwana? Of verlichting? Misschien vallen we gewoon in slaap. Hoe dan ook, de eenvoudige schakeling in dit .POST-artikel laat drie LED's knipperen op een manier die in geen uren gaat vervelen.



**Klaus-Jürgen Thiesler**  
(Duitsland)  
(ktelektronik@gmx.de)

### Theorie en praktijk

In theorie werkt elke schakeling perfect volgens zijn ontwerp. Maar in de praktijk valt dat jammer genoeg vaak tegen. Kennis en ervaring kunnen ons helpen bij het oplossen van problemen in de realiteit. En soms kan onze ervaring leiden tot praktisch toepasbare ideeën, zoals in dit artikel. De schakeling die we hier presenteren, gedraagt zich niet zoals we in theorie zouden verwachten.

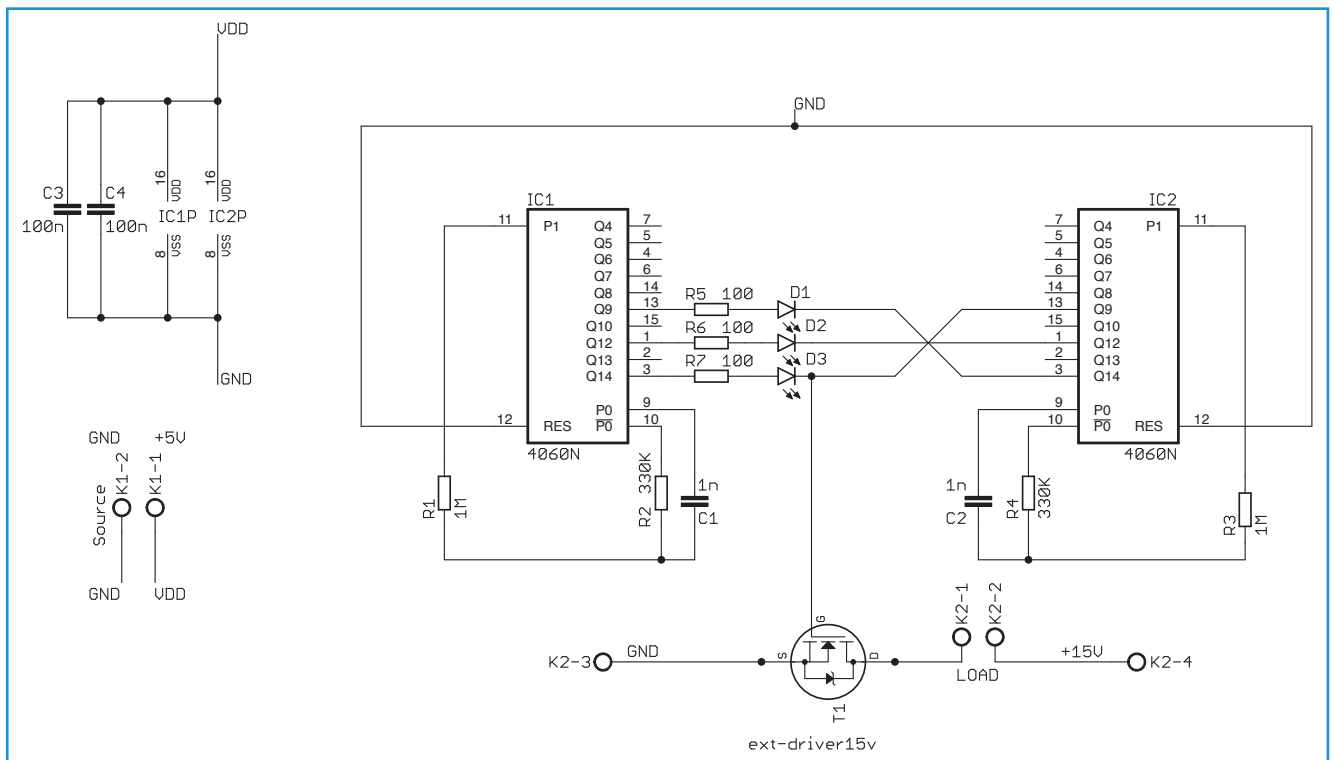
Kijk voordat we ingaan op de details eens naar het schema in figuur 1. We zien twee binaire tellers/delers/oscillatoren (IC1 en IC2) van het type 4060 [1]. Ze zijn beide geconfigureerd als identieke pulsgeneratoren. Omdat beide chips aparte, maar identieke, RC netwerken hebben, zou je verwachten dat hun uitgangssignalen ook identiek zijn. Drie out-

puts van de ene pulsgenerator zijn via LED's verbonden met drie outputs van de andere pulsgenerator. De LED's lichten alleen op, als er een spanning met de juiste polariteit overheen staat. Dat is het geval als de uitgang van één generator logisch Laag is terwijl de andere logisch Hoog is. De manier waarop de uitgangen van de twee 4060's hier met elkaar zijn verbonden, is maar een voorbeeld; ook andere configuraties zijn mogelijk.

MOSFET T1 is optioneel; hiermee kan een externe belasting geschakeld worden.

### Onverwacht gedrag is goed gedrag

U had het waarschijnlijk al geraden: Door de twee oscillatoren op deze manier met elkaar te verbinden, ontstaat geen periodiek knip-persignaal op de LED's vanwege de toleranties



in de waarden van de onderdelen van de RC netwerken R1/R2/C1 en R3/R4/C2. Daardoor knipperen de drie LED's in een schijnbaar toevallig patroon, dat zich nooit herhaalt.

De LED's beginnen te knipperen als de voeding wordt ingeschakeld. Een LED licht alleen op als de output van de ene teller (IC1) Hoog is, terwijl de output van de andere (IC2) Laag is. Zelfs bij een klein verschil in de componentwaarden in de RC netwerken gaan de LED's al snel in een schijnbaar willekeurig patroon knipperen.

Als we twee sinusgolven met verschillende frequenties mengen, horen we een interferentiesignaal: er ontstaat een derde sinusgolf met een frequentie die gelijk is aan het verschil tussen die van de twee sinusgolven aan de ingang. Hoe dichter de twee frequenties bij elkaar liggen, hoe lager de verschilfrequentie. In de akoestiek noemen we die verschilfrequentie een zwevingsfrequentie [2]. Een lage zwevingsfrequentie heeft een lange periodetijd.

Hier is de situatie wat ingewikkelder, omdat

we geen twee sinusgolven mengen, maar driemaal twee blokgolven. Doordat die blokgolven bijna synchroon zijn met veelvoud van elkaar, ontstaan drie laagfrequente zwevingsignalen met verschillende maar gerelateerde frequenties. Met deze signalen kunnen we LED's laten knipperen in een schijnbaar willekeurig patroon.

Als we de schakeling opnieuw starten, zou het LED-patroon voorspelbaar moeten zijn. Maar vanwege temperatuurvariaties en componenttoleranties zal het patroon al snel afwijken van de vorige keer. Dat maakt het onmogelijk te raden, welke LED als volgende zal oplichten en hoe lang hij aan zal blijven. Als u te lang naar de LED's staart, is er een goede kans dat u gehypnotiseerd wordt.

Met de gegeven waarden voor R2/C1 (R4/C2) lopen de oscillatoren IC1 en IC2 op ongeveer 1 kHz, maar de exacte frequentie is ook afhankelijk van het merk van de 4060-IC's. Kies wel twee chips van dezelfde fabrikant voor de beste resultaten. De verhouding R1:R2 (R3:R4) bepaalt de duty-cycle van de oscillatoren.

Figuur 1. Schema van de Hypnotiseur.

**Heel gemakkelijk te bouwen**

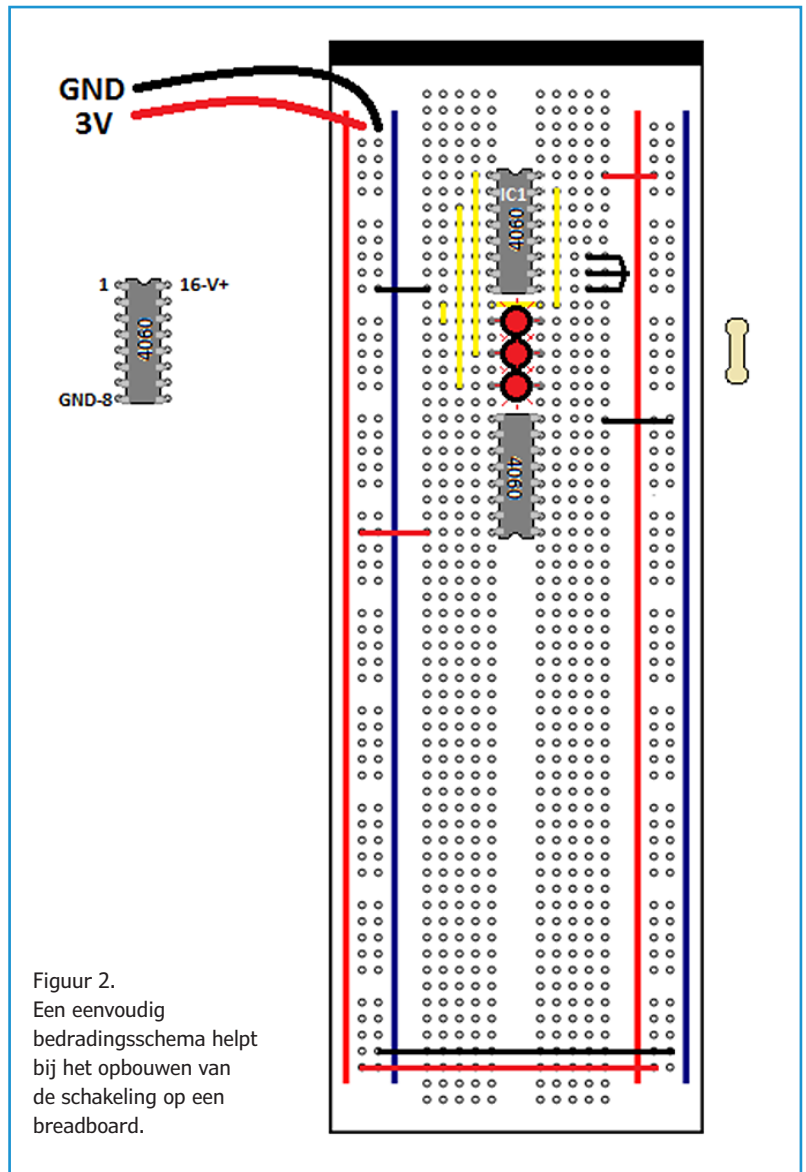
De schakeling is gemakkelijk te bouwen op een gewoon breadboard. Gebruik het eenvoudige bedradingsschema van figuur 2 als leidraad. Er is ook een klein printje ontworpen om het bouwen van de Hypnotiseur nog gemakkelijker te maken. De Eagle PCB-files en de .pdf-bestanden zijn te downloaden van de projectpagina bij Elektor.LABS [3].

Dit is echt een leuke schakeling om eens te proberen, want het is heel leuk om te spelen met de waarden van de componenten en te staren naar het steeds veranderende lichtpatroon. Maar pas op! Gebruik de schakeling niet als er andere mensen in de buurt zijn, anders wordt u misschien het slachtoffer van een grappenmaker die u onder hypnose rare dingen laat doen en ze dan via YouTube wereldkundig maakt.

(120470)

**Weblinks**

- [1] <http://bit.ly/16fL2JC>
- [2] [http://nl.wikipedia.org/wiki/Zweving#Akoestische\\_zwevingen](http://nl.wikipedia.org/wiki/Zweving#Akoestische_zwevingen)
- [3] <http://www.elektor-labs.com/120470>



Figuur 2. Een eenvoudig bedradingsschema helpt bij het opbouwen van de schakeling op een breadboard.

**Onderdelenlijst**

**Weerstanden**

- R1,R3 = 1MΩ, 0,25W, 1%
- R2,R4 = 330kΩ, 0,25W, 1%
- R5,R6,R7 = 100Ω, 0,25W, 1%

**Condensatoren**

- C1,C2 = 1nF, 63V, folie diëlektricum
- C3,C4 = 100nF, 63V, folie diëlektricum

**Halfgeleiders**

- T1 = MOSFET, N-kanaal, 200mA, 60V, TO-92
- D1,D2,D3 = LED, 5mm, rood
- IC1,IC2 = 74HC4060, 5V, CMOS, DIP16

