

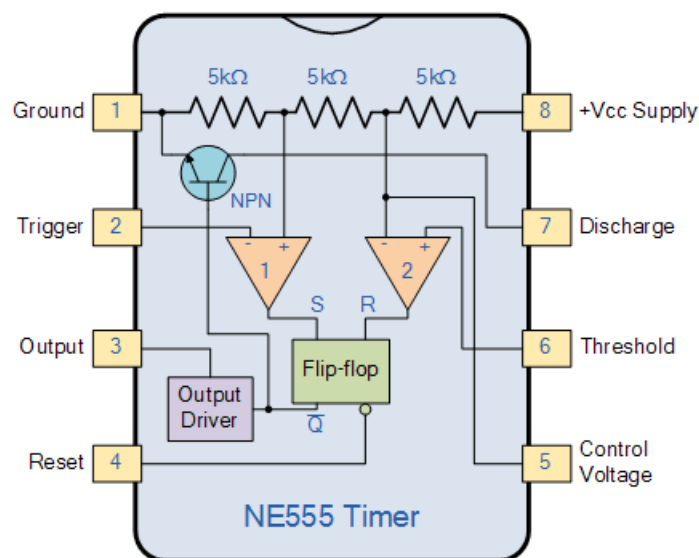
## 4.3 De 555-timer

### 4.3.1 Toepassingsgebied

De 555 timer<sup>[18]</sup> is een veel gebruikt en robuust IC om blokgolven te genereren die we nodig hebben om digitale systemen tot leven te wekken. Via een extern RC-netwerk kunnen we de timing van het IC gemakkelijk instellen. De 555-timer is een heel goedkoop en veel toegepast IC. We kunnen hem gebruiken om één enkele puls te leveren ('*single shot*'), om grote tijdvertragingen te realiseren ('*delay timer*') of als klokpulsgenerator met een instelbare duty cycle ('*astable multivibrator*').

### 4.3.2 Blokschema

De 555-timer is een 8-pins IC met een typische dual-in-line behuizing. Onder de motorkap steken 25 transistoren, 2 dioden en een 16-tal weerstanden. Deze componenten vormen samen 2 comparatoren, een flip-flop en een uitgangscircuit. Figuur 4.31 toont het vereenvoudigde interne blokschema:



△ Fig.4.31 | Blokschema van de 555-timer.  
Bron: <https://www.electronics-tutorials.ws>

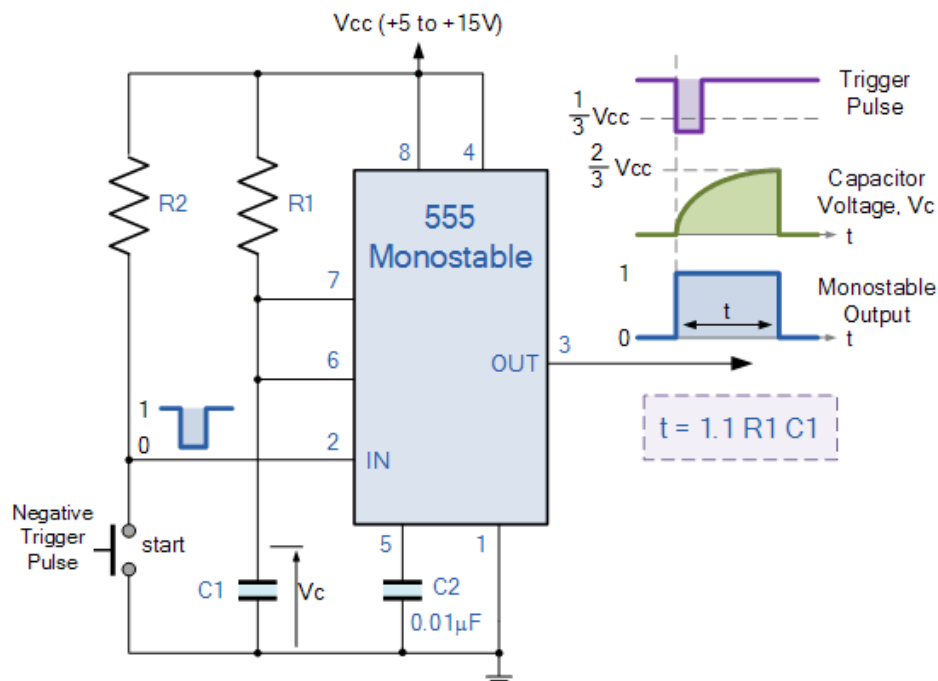
[18] Het IC NE555N werd in de jaren 1970 door halfgeleiderfabrikant Signetics ontwikkeld en werd al snel door andere fabrikanten gekopieerd. Dit veelzijdige IC wordt nog steeds gebruikt en zijn toepassingsgebieden gaan van speelgoed tot ruimtevaart. Bijna elke elektronica-hobbyist kent het IC.

## Pin layout

- Pin 1: **GND** (0V)
- Pin 2: **Trigger**  
Een negatieve puls op deze ingang doet de uitgang omslaan van 'L' naar 'H'.
- Pin 3: **Output**  
Kan stromen sturen tot 200 mA (*sourcing* of *sinking*)
- Pin 4: **Reset** (actief laag)  
Controleert de uitgang (pin 3).  
Verbinden met logisch '1' niveau wanneer deze functie niet gebruikt wordt.
- Pin 5: **Control Voltage**  
Door een spanningsniveau op deze pin te plaatsen kan je de lengte van het uitgangssignaal variëren.  
Verbinden met GND via 10 nF condensator wanneer deze functie niet gebruikt wordt.
- Pin 6: **Threshold**  
Wanneer de aangeboden spanning op deze pin 2/3 van de voedingsspanning overschrijdt, dan zal de uitgang omslaan van 'H' naar 'L'.  
Deze pin is rechtstreeks verbonden met het externe tijdbepalende RC-netwerk.
- Pin 7: **Discharge**  
Deze pin is verbonden met de collector van de interne NPN-transistor. De timing-condensator kan also ontladen worden wanneer de uitgang omklapt naar 'L'.
- Pin 8: **Supply** (+Vcc)  
Op deze pin sluit je de voedingsspanning aan.  
Voor 'general purpose' toepassingen tussen 4,5 en 15V.

### 4.3.3 555-timer als single shot

Figuur 4.32 toont het schema van een 555-timer die geschakeld is als een 'single shot'<sup>[19]</sup>. De monostabiele timer wordt getriggerd door een negatieve flank op pin 2. Eenmaal getriggerd zal de uitgang gedurende een instelbare tijd hoog blijven. Wanneer deze tijd verstreken is, klapt de uitgang terug naar het lage niveau.



△ Fig.4.32 De 555-timer als monostabiele multivibrator.  
Bron: <https://www.electronics-tutorials.ws>

De waarde voor  $C_2$  ligt vast op 10nF. Deze kleine condensator dient voor de stabiliteit. Voor  $R_2$  nemen we een typische waarde van 10K. De seriekring van  $R_1$  en  $C_1$  is het tijdbepalende netwerk met een typische tijdconstante<sup>[20]</sup>. De tijd dat de uitgang hoog blijft ( $t_{\text{MONO}}$ ) is te bepalen met volgende uitdrukking:

#### Monotijd

$$t_{\text{MONO}} = 1,1 \times R_1 \times C_1$$

- $R_1$  in ohm ( $\Omega$ )
- $C_1$  in farad (F)
- $t_{\text{MONO}}$  in seconden (s)

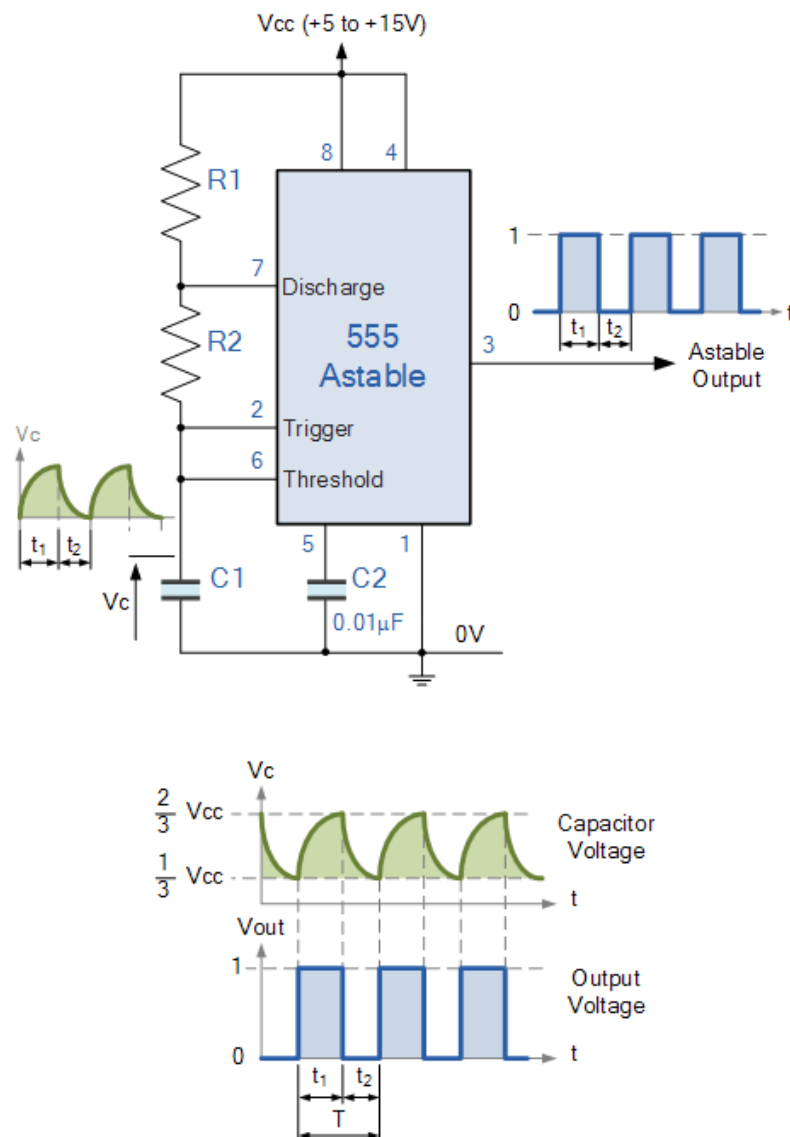


[19] In de technische literatuur spreekt men ook wel van een 'monostable multivibrator' of een 'one-shot'.

[20] tijdconstante =  $R \times C$ , m.a.w. 1 seconde = 1 ohm x 1 farad

#### 4.3.4 555-timer als klokgenerator

In de vorige paragraaf pasten we de 555-timer toe als een zogenaamde *monostabiele* multivibrator. We kunnen de 555-timer ook schakelen als een *astabiele* multivibrator. Met het 555-IC zijn we in staat om zeer stabiele oscillatoren te bouwen die blok-signalen kunnen afleveren met frequenties tot 500kHz. Deze oscillatorfrequentie is in te stellen met behulp van een tijdcircuit dat enkel bestaat uit 2 weerstanden en een condensator.



△ Fig.4.33 | De 555-timer als astabiele multivibrator.  
Bron: <https://www.electronics-tutorials.ws>

Om de 555-timer te doen werken als een oscillator is het noodzakelijk om het IC na elke tijdcyclus te hertriggere. Dit wordt verwezenlijkt door de trigger-pin (2) en de threshold-pin (6) met elkaar te verbinden. Het knooppunt in de serieschakeling van  $R_1$  en  $R_2$  verbinden we met de discharge-pin (7).

Dit opzet resulteert in een blokvormig uitgangssignaal waarvan de maximale spanning iets minder dan de voedingsspanning bedraagt. De ON-tijd en OFF-tijd worden bepaald door de waarden van het tijdbepalende RC-netwerk. De oplaadtijd ( $t_{ON}$ ) en ontlaadtijd ( $t_{OFF}$ ) zijn te berekenen met volgende uitdrukkingen:

### ON-tijd en OFF-tijd

$$t_1 = t_{ON} = 0,693 \times (R_1 + R_2) \times C_1$$

$$t_2 = t_{OFF} = 0,693 \times R_2 \times C_1$$

- $R_1$  en  $R_2$  in ohm ( $\Omega$ )
- $C_1$  in farad (F)
- $t_{ON}$  en  $t_{OFF}$  in seconden (s)



Door de tijdconstante van het RC-netwerk te wijzigen kunnen we de duty cycle<sup>[21]</sup> van het blokgolfsignaal vastleggen. De verhouding van beide weerstanden bepaalt deze duty cycle:

### duty cycle

$$\text{duty cycle} = \frac{t_{ON}}{t_{ON} + t_{OFF}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2}$$

- $R_1$  en  $R_2$  in ohm ( $\Omega$ )
- $t_{ON}$  en  $t_{OFF}$  in seconden (s)
- duty cycle in %



Omdat de tijdsbepalende condensator  $C_1$  oplaadt via  $R_1$  en  $R_2$  maar enkel ontlaadt via  $R_2$  kan de duty cycle maar ingesteld worden van 50% tot 100%. Door de waarde van  $R_2$  zeer klein te maken, verkrijgen we een duty cycle die 100% benadert. Het zeer klein maken van de waarde voor  $R_1$  zal resulteren in een duty cycle van ongeveer 50%. Wanneer de weerstandswaarde van  $R_2$  zeer groot is in vergelijking met  $R_1$ , dan zal de uitgangsfrequentie enkel bepaald worden door  $R_2$  en  $C_1$ .

[21] In het Nederlands 'arbeidscyclus' maar in deze context bezigt men ook wel de Engelse term 'mark-to-space'-ratio.

## 4.3.5 555 datasheet



LM555

SNAS548D – FEBRUARY 2000 – REVISED JANUARY 2015

## LM555 Timer

## 1 Features

- Direct Replacement for SE555/NE555
- Timing from Microseconds through Hours
- Operates in Both Astable and Monostable Modes
- Adjustable Duty Cycle
- Output Can Source or Sink 200 mA
- Output and Supply TTL Compatible
- Temperature Stability Better than 0.005% per °C
- Normally On and Normally Off Output
- Available in 8-pin VSSOP Package

TTL System Interface  
Waveforms

## 3 Description

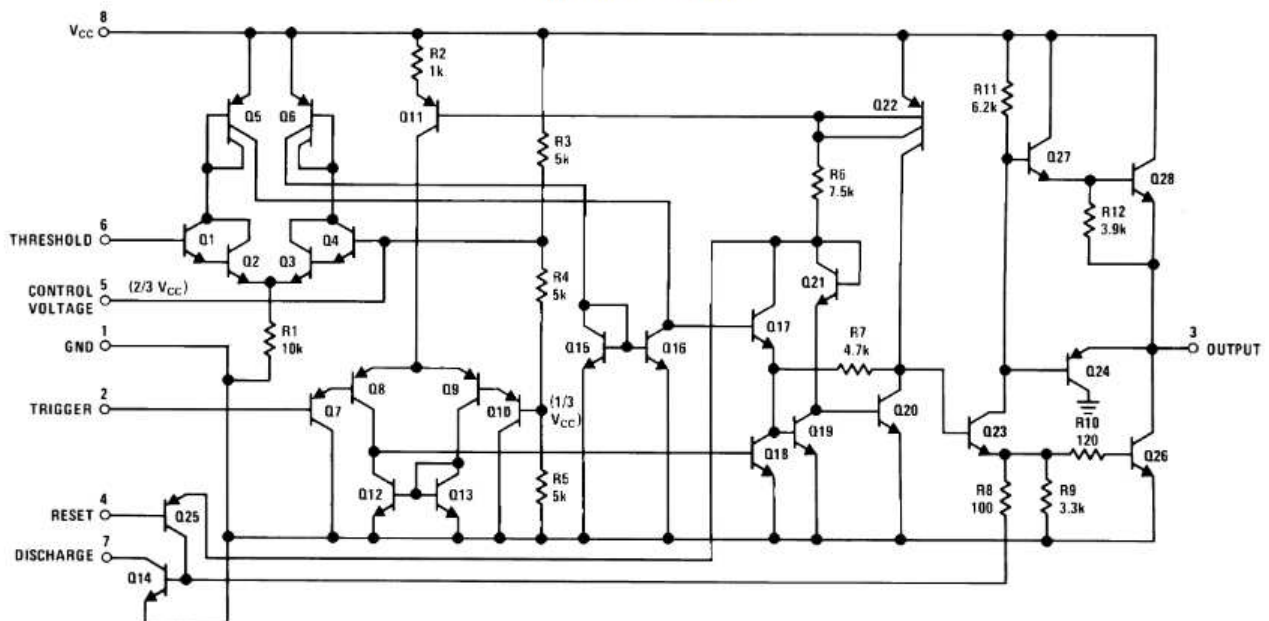
The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.

Pulse Shaper

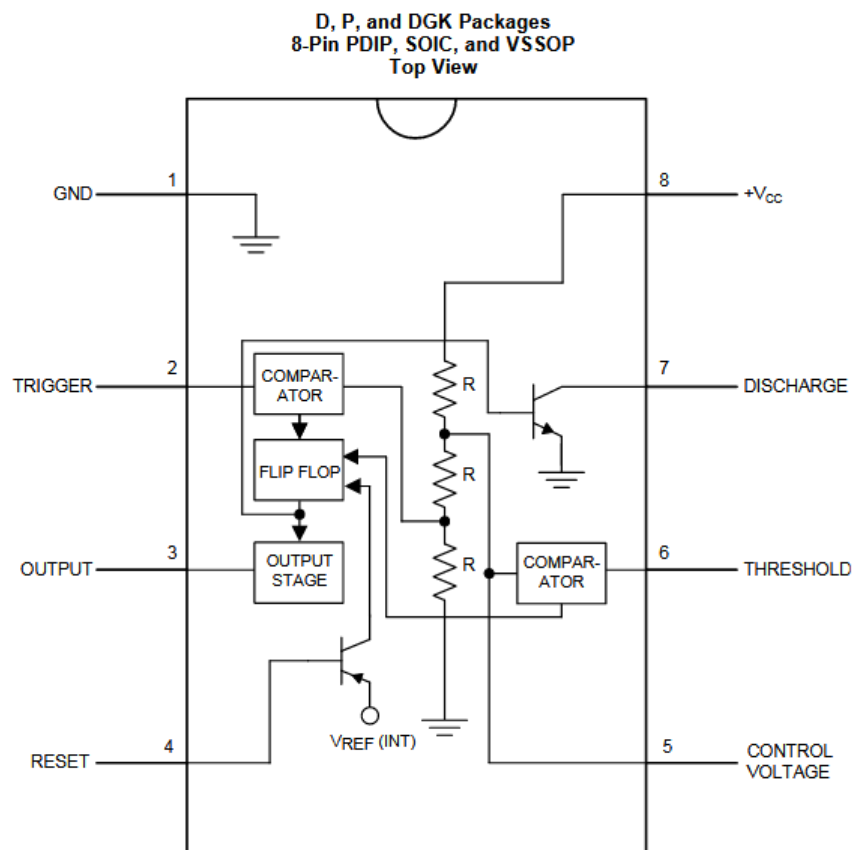
## 2 Applications

- Precision Timing
- Pulse Generation
- Sequential Timing
- Time Delay Generation
- Pulse Width Modulation
- Pulse Position Modulation
- Linear Ramp Generator

Schematic Diagram



## Pin Configuration and Functions



**Pin Functions**

| PIN |                 | I/O | DESCRIPTION                                                                                                                                                                               |
|-----|-----------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NO. | NAME            |     |                                                                                                                                                                                           |
| 5   | Control Voltage | I   | Controls the threshold and trigger levels. It determines the pulse width of the output waveform. An external voltage applied to this pin can also be used to modulate the output waveform |
| 7   | Discharge       | I   | Open collector output which discharges a capacitor between intervals (in phase with output). It toggles the output from high to low when voltage reaches 2/3 of the supply voltage        |
| 1   | GND             | O   | Ground reference voltage                                                                                                                                                                  |
| 3   | Output          | O   | Output driven waveform                                                                                                                                                                    |
| 4   | Reset           | I   | Negative pulse applied to this pin to disable or reset the timer. When not used for reset purposes, it should be connected to VCC to avoid false triggering                               |
| 6   | Threshold       | I   | Compares the voltage applied to the terminal with a reference voltage of 2/3 Vcc. The amplitude of voltage applied to this terminal is responsible for the set state of the flip-flop     |
| 2   | Trigger         | I   | Responsible for transition of the flip-flop from set to reset. The output of the timer depends on the amplitude of the external trigger pulse applied to this pin                         |
| 8   | V <sup>+</sup>  | I   | Supply voltage with respect to GND                                                                                                                                                        |

## 6.5 Electrical Characteristics

( $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 5\text{ V}$  to  $15\text{ V}$ , unless otherwise specified)<sup>(1)(2)</sup>

| PARAMETER                 | TEST CONDITIONS                                                       | MIN | TYP    | MAX  | UNIT                  |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|--------|------|-----------------------|
| Supply Voltage            |                                                                       | 4.5 |        | 16   | V                     |
| Supply Current            | $V_{CC} = 5\text{ V}$ , $R_L = \infty$                                |     | 3      | 6    | mA                    |
|                           | $V_{CC} = 15\text{ V}$ , $R_L = \infty$<br>(Low State) <sup>(3)</sup> |     | 10     | 15   |                       |
| Timing Error, Monostable  |                                                                       |     |        |      |                       |
| Initial Accuracy          |                                                                       |     | 1 %    |      |                       |
| Drift with Temperature    | $R_A = 1\text{ k}$ to $100\text{ k}\Omega$ ,                          |     | 50     |      | ppm/ $^\circ\text{C}$ |
|                           | $C = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ , <sup>(4)</sup>                         |     |        |      |                       |
| Accuracy over Temperature |                                                                       |     | 1.5 %  |      |                       |
| Drift with Supply         |                                                                       |     | 0.1 %  |      | V                     |
| Timing Error, Astable     |                                                                       |     |        |      |                       |
| Initial Accuracy          |                                                                       |     | 2.25   |      |                       |
| Drift with Temperature    | $R_A, R_B = 1\text{ k}$ to $100\text{ k}\Omega$ ,                     |     | 150    |      | ppm/ $^\circ\text{C}$ |
|                           | $C = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ , <sup>(4)</sup>                         |     |        |      |                       |
| Accuracy over Temperature |                                                                       |     | 3.0%   |      |                       |
| Drift with Supply         |                                                                       |     | 0.30 % |      | V                     |
| Threshold Voltage         |                                                                       |     | 0.667  |      | $\times V_{CC}$       |
| Trigger Voltage           | $V_{CC} = 15\text{ V}$                                                |     | 5      |      | V                     |
|                           | $V_{CC} = 5\text{ V}$                                                 |     | 1.67   |      | V                     |
| Trigger Current           |                                                                       |     | 0.5    | 0.9  | $\mu\text{A}$         |
| Reset Voltage             |                                                                       | 0.4 | 0.5    | 1    | V                     |
| Reset Current             |                                                                       |     | 0.1    | 0.4  | mA                    |
| Threshold Current         | <sup>(5)</sup>                                                        |     | 0.1    | 0.25 | $\mu\text{A}$         |
| Control Voltage Level     | $V_{CC} = 15\text{ V}$                                                | 9   | 10     | 11   | V                     |
|                           | $V_{CC} = 5\text{ V}$                                                 | 2.6 | 3.33   | 4    |                       |
| Pin 7 Leakage Output High |                                                                       |     | 1      | 100  | nA                    |
| Pin 7 Sat <sup>(6)</sup>  |                                                                       |     |        |      |                       |
| Output Low                | $V_{CC} = 15\text{ V}$ , $I_L = 15\text{ mA}$                         |     | 180    |      | mV                    |
| Output Low                | $V_{CC} = 4.5\text{ V}$ , $I_L = 4.5\text{ mA}$                       |     | 80     | 200  | mV                    |
| Output Voltage Drop (Low) | $V_{CC} = 15\text{ V}$                                                |     |        |      |                       |
|                           | $I_{SINK} = 10\text{ mA}$                                             |     | 0.1    | 0.25 | V                     |
|                           | $I_{SINK} = 50\text{ mA}$                                             |     | 0.4    | 0.75 | V                     |
|                           | $I_{SINK} = 100\text{ mA}$                                            |     | 2      | 2.5  | V                     |
|                           | $I_{SINK} = 200\text{ mA}$                                            |     | 2.5    |      | V                     |
|                           | $V_{CC} = 5\text{ V}$                                                 |     |        |      |                       |
|                           | $I_{SINK} = 8\text{ mA}$                                              |     |        |      | V                     |
|                           | $I_{SINK} = 5\text{ mA}$                                              |     | 0.25   | 0.35 | V                     |

### Ontwerptips

- Vermijd het gebruik van **electrolytische** condensatoren (de zogenaamde *elco's*).
- Kies eerst een waarde voor **C1** (bv.  $1\mu\text{F}$ ) en bepaal daarna de weerstandswaarden voor R1 en R2.
- Gebruik weerstandswaarden tussen **1k $\Omega$**  en **1M $\Omega$** .
- Voor een **duty cycle** van ca. **50%** kies je de waarde voor R1 **10** keer kleiner dan R2.

