

MULTIVIBRATOREN

Multivibratoren (MVB)

- digitale schakelingen → 2 mogelijke toestanden
- indeling volgens aantal stabiele toestanden
 - » beide toestanden stabiel ⇒ bi-stabiel
 - FF = flipflop
 - ST = Schmitt-trigger
 - » één stabiele toestand ⇒ mono-stabiel
 - MMV = monostabiele multivibrator
 - » geen stabiele toestand ⇒ a-stabiel
 - AMV = astabiele multivibrator

MVB

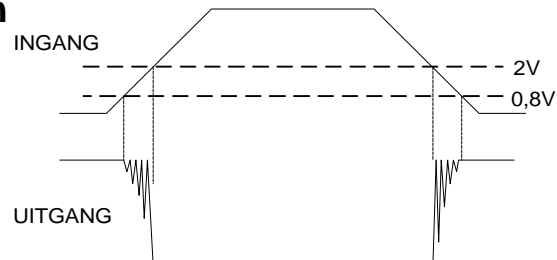
DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

SCHMITT-TRIGGER

Standaard TTL:

- $U_{IL,max} = 0,8 \text{ V} \Rightarrow 0 \text{ V}$ logische '0' 0,8 V
- $U_{IH,min} = 2,0 \text{ V} \Rightarrow 2 \text{ V}$ logische '1' 5 V

Alsingangssignaal *te traag* van ene niveau naar het andere gaat, kunnen er oscillaties optreden en alzo valse uitgangssignalen



MVB

DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

SCHMITT-TRIGGER

Schmitt-trigger:

- heeft twee verschillende omklap-spanningen:
 - » U_{TH+} = *positive going threshold* (typ. 1,7 V)
 - » U_{TH-} = *negative going threshold* (typ. 0,9 V)
- hierdoor ontstaat er hysteresis: $U_{TH+} - U_{TH-}$

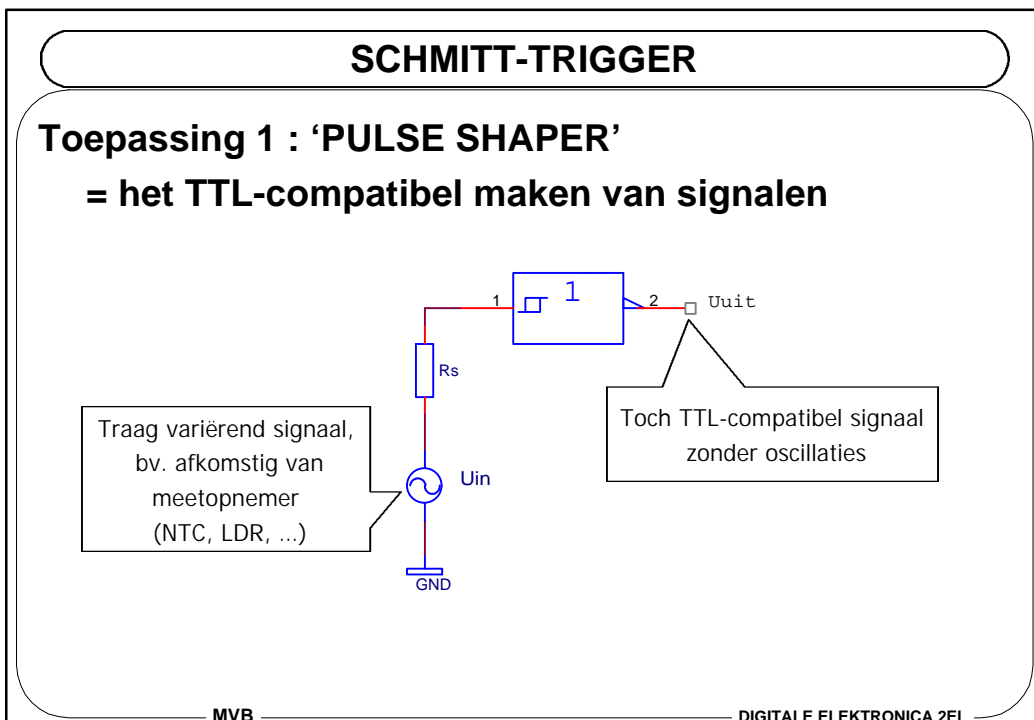
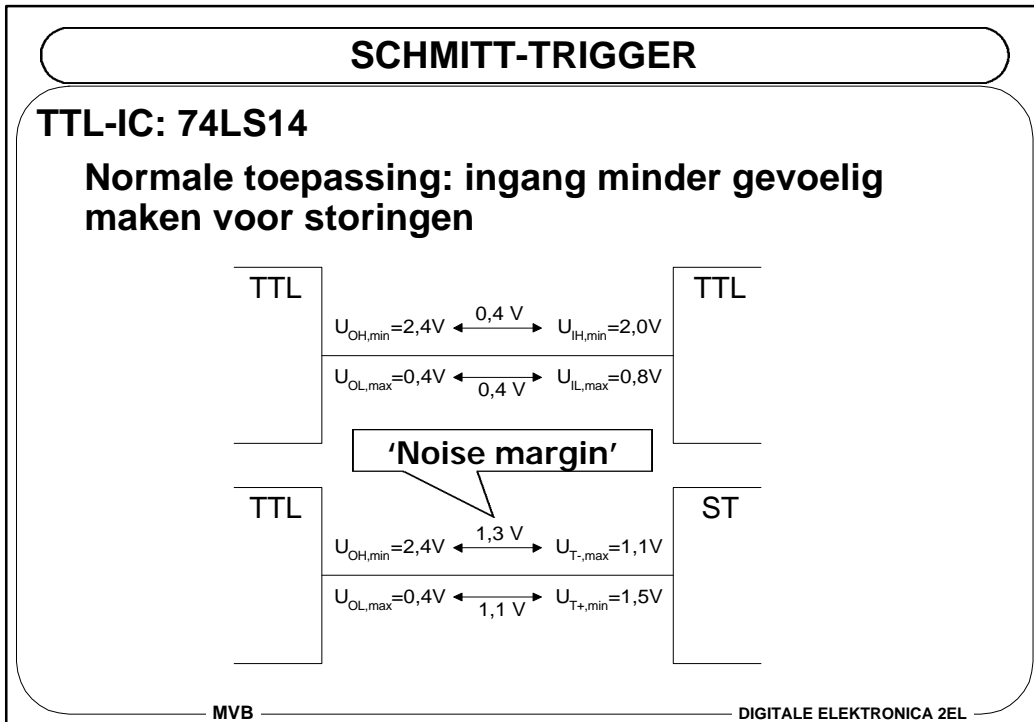
ST stelt geen eisen meer aan de snelheid waarmee het ingangssignaal varieert en kan zodoende gebruikt worden om een analoge ingang om te zetten in een zuiver digitaal signaal.

MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

SCHMITT-TRIGGER

TTL-IC: 74LS14

MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL



SCHMITT-TRIGGER

Toepassing 2 : 'PULSE STRETCHER'
= **smalle puls enigszins verlengen**

The circuit diagram shows two Schmitt triggers connected in series. The input U_i is connected to the input of the first Schmitt trigger. The output of the first Schmitt trigger is connected to the input of the second Schmitt trigger through a capacitor C . The output of the second Schmitt trigger is U_u . A note indicates: "Open collector uitgang ZONDER optrekweerstand".

The waveforms show the input U_i as a narrow pulse. The output U_u is a wider pulse, demonstrating pulse stretching. The intermediate voltage U_C across the capacitor shows a smooth, rounded transition between the high and low states.

DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

SCHMITT-TRIGGER

Toepassing 3 : SINUS/BLOKGOLF omvormer
= **zuivere sinus omvormen tot symmetrische blokgolf**

The circuit diagram shows a Schmitt trigger circuit used as a square wave generator. The input IN is connected to a capacitor C , which is connected to node A. Node A is also connected to resistors $R1$ and $R2$. Node B is connected to resistors $R3$ and $R2$. The output C is connected to node B. The circuit is powered by U_{CC} and GND . Currents I_1 and I_2 are indicated.

DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

SCHMITT-TRIGGER

Toepassing 4 : enkelpolige schakelaar ontdderen

MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

MONOSTABIELE MULTIVIBRATOR

MMV = monostabiele multivibrator

- slechts één stabiele toestand → rusttoestand
- uitwendige triggering →

overgang naar andere toestand
- blijft bepaalde tijd in deze toestand
 - » meestal bepaald met externe R en C
- keert na afloop van deze tijd terug naar de rusttoestand
- andere benamingen:

one-shot, single-shot, monoflop

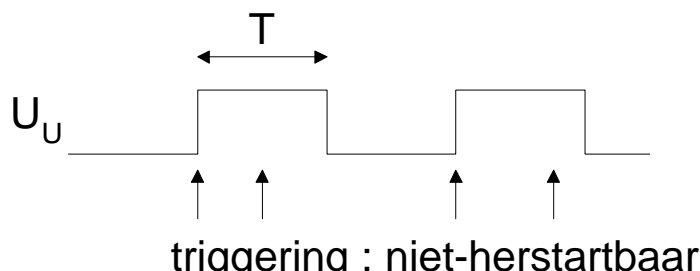
MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

MONOSTABIELE MULTIVIBRATOR

MMV : herstartbaar of niet-herstartbaar

– **niet-herstartbaar:**

- » maakt na triggering zijn cyclus volledig af
- » reageert niet op een nieuwe triggering **TIJDENS** deze cyclus



U_U

trigging : niet-herstartbaar

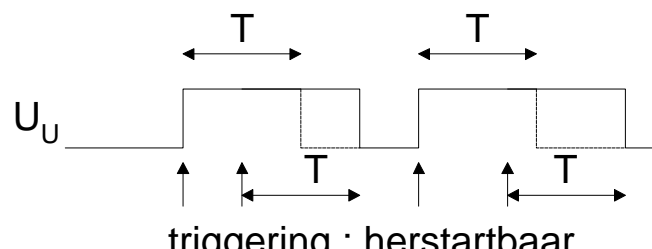
MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

MONOSTABIELE MULTIVIBRATOR

MMV : herstartbaar of niet-herstartbaar

– **herstartbaar:**

- » reageert wèl op een nieuwe triggering **TIJDENS** deze cyclus
- » begint de tijdsduur van de uitgangspuls opnieuw bij elke triggering



U_U

trigging : herstartbaar

MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

MONOSTABIELE MULTIVIBRATOR

TTL-IC 74121 : niet-herstartbare MMV

74LS121

74121

A1	A2	B	Q
1	X	1	0
X	1	1	0
X	X	0	0
1	1	X	0
1	↓	1	
↓	1	1	
↓	↓	1	
0	X	↑	
X	0	↑	

Triggering:

- dalende flank op A1 of op A2 (terwijl B hoog is)
- of
- stijgende flank op B (terwijl A1 of A2 laag zijn)

MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

MONOSTABIELE MULTIVIBRATOR

TTL-IC 74121 : niet-herstartbare MMV

74LS121

Tijdsduur uitgangspuls $T_p \cong 0,69.R.C$

- sluit externe condensator aan tussen pennen 10 en 11 (gemarkt met CX)
- indien inwendige weerstand $R_I=2k\Omega$ wordt gebruikt: verbind pen 9 met +5V
- indien externe weerstand moet gebruikt worden: verbind deze tussen pen 11 en de +5V

$1,4k\Omega \leq R_X \leq 40k\Omega$

IEC-symbool: pen met kruisje voert geen logische informatie (analoog signaal)

MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

MONOSTABIELE MULTIVIBRATOR

TTL-IC 74122 : herstartbare MMV

74LS122

74122

A1	A2	B1	B2	Q
1	1	X	X	0
X	X	0	X	0
X	X	X	0	0
0	X	1	1	0
0	X	↑	1	
0	X	1	↑	
X	0	1	1	0
X	0	↑	1	
X	0	1	↑	
1	↓	1	1	
↓	↓	1	1	
↓	1	1	1	

Triggering:

- dalende flank op A1 of op A2 (terwijl B1 en B2 hoog zijn)
- stijgende flank op B1 of op B2 (terwijl A1 of A2 laag zijn)
- stijgende flank op CLR (terwijl A1 of A2 laag zijn en B1 en B2 hoog zijn)

MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

MONOSTABIELE MULTIVIBRATOR

TTL-IC 74122 : herstartbare MMV

74LS122

Tijdsduur uitgangspuls $T_p \cong 0,32 \cdot R \cdot C \cdot (1 + 0,7/R)$

- sluit externe condensator aan tussen pennen 11 en 13 (gemarkt met CX)
- indien inwendige weerstand $R_I = 10k\Omega$ wordt gebruikt: verbind pen 9 met +5V
- indien externe weerstand moet gebruikt worden: verbind deze tussen pen 13 en de +5V

$5k\Omega \leq R_X \leq 50k\Omega$

MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

ASTABIELE MULTIVIBRATOR

AMV = astabiele multivibrator

- geen enkele stabiele toestand → uitgang schakelt steeds over tussen twee toestanden
- blokgolfgenerator

G

- opgewekte blokgolf is al dan niet symmetrisch
- wordt aangegeven met begrip 'duty cycle'

$$\text{duty cycle} = dc = \frac{t}{T} \cdot 100\%$$

MVBDIGITALE ELEKTRONICA 2EL

ASTABIELE MULTIVIBRATOR

AMV met START/STOP-ingang

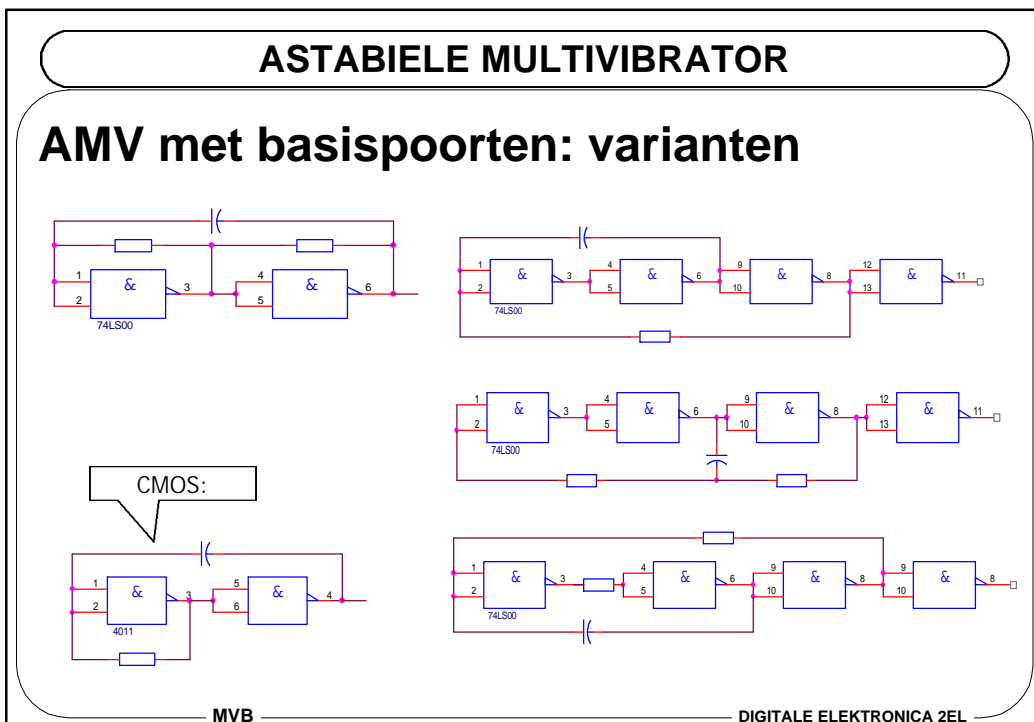
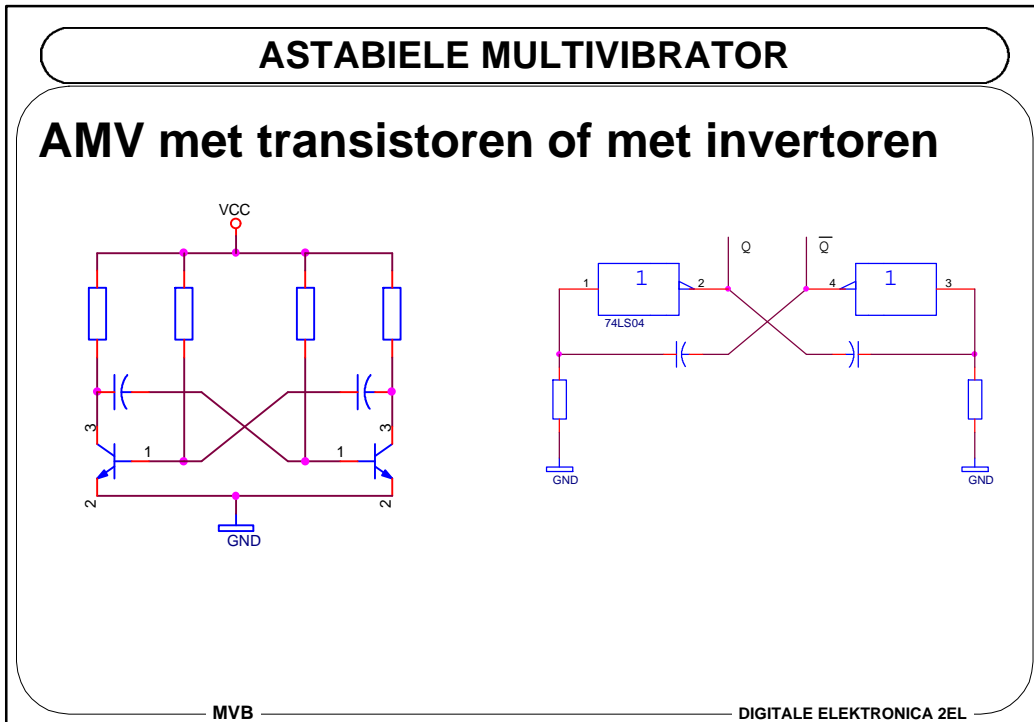
- **Synchroon startend**
» eerste puls wordt steeds volledig opgewekt

!G

- **Synchroon stoppend**
» laatst begonnen puls wordt volledig afgewerkt

G!

MVBDIGITALE ELEKTRONICA 2EL



ASTABIELE MULTIVIBRATOR

AMV met Schmitt-trigger

Condensator zal zich voortdurend op- en ontladen tussen de drempelspanningen U_{T+} en U_{T-}

$$f \approx \frac{1}{0,7 \cdot RC}$$

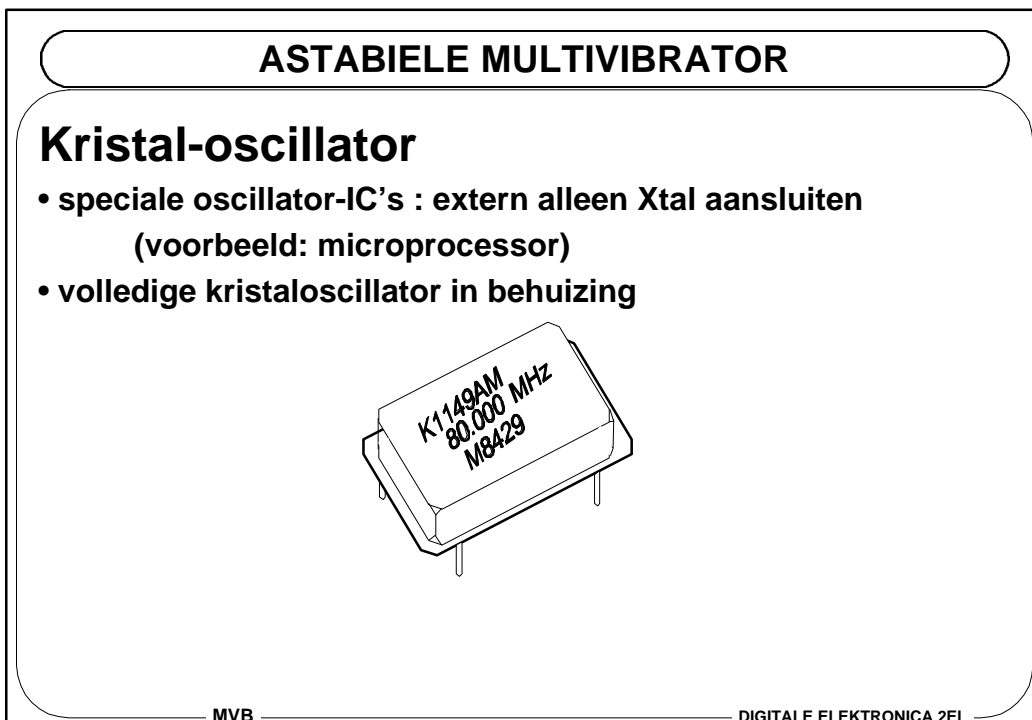
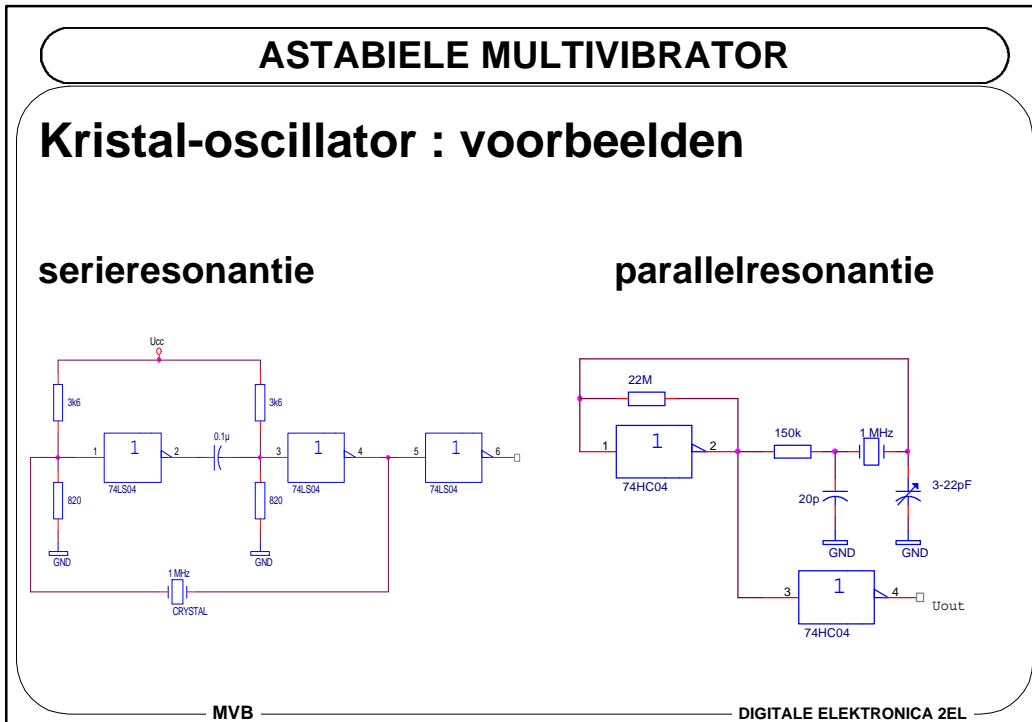
MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

ASTABIELE MULTIVIBRATOR

Kristal-oscillator

- Bij voorgaande AMV-schakelingen: vrij grote variatie op uitgangsfrequentie (tolerantie op componenten,...)
- Als uitgangsfrequentie zeer nauwkeurig en stabiel moet zijn, gebruikt men een kristal in de oscillatorschakeling
- Elk kristal heeft zijn resonantiefrequentie
- Er zijn kristallen van enkele kHz tot boven 100MHz
- Als een dergelijk kristal wordt opgenomen in een oscillatorschakeling, dan zal het geheel gaan oscilleren op de resonantiefrequentie van het kristal
- Vb. : Xtal van 32768 Hz in digitale uurwerken

MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL



TIMER-IC

TIMER-IC

- universele tijdbasisschakeling
- kan met een minimum aan externe componenten geschakeld worden als AMV, MMV, ST, ...

zeer populair voorbeeld: NE555

- is eigenlijk een analoge component
- voedingsspanning vrij tussen 4,5V en 16V (5V = TTL-compat.)
- kan stromen schakelen tot 200mA
- 8-pens DIL-behuizing
- Variant: NE556 = dubbele NE555 in 14-pens behuizing

MVB
DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

TIMER-IC NE555

Opbouw en werking

- Spanningsdeler met drie gelijke weerstanden
- COMP1 (boven) slaat om bij $\frac{2}{3} \cdot U_{CC}$
- COMP2 (onder) slaat om bij $\frac{1}{3} \cdot U_{CC}$

- Als TRIGGER kleiner wordt dan $\frac{1}{3} \cdot U_{CC}$:
 - » uitgang COMP2 wordt hoog
 - » SR-latch wordt geSET: Q=1
 - » latch behoudt toestand als trigger wegvalt
 - » schakeltransistor blijft gesperd

- Als THRESHOLD groter wordt dan $\frac{2}{3} \cdot U_{CC}$:
 - » uitgang COMP1 wordt hoog
 - » SR-latch wordt geRESET: Q=0
 - » latch behoudt toestand als trigger wegvalt
 - » schakeltransistor gaat geleiden

MVB
DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

TIMER-IC NE555

NE555 als MONOSTABIELE

- rusttoestand: SR-latch is geRESET
 - » schakeltransistor in geleiding
 - » externe C kortgesloten en ontladen
 - » uitgang COMP1 is laag ($U_C=0 < \frac{2}{3} \cdot U_{CC}$)
- Als TRIGGER kleiner wordt dan $\frac{1}{3} \cdot U_{CC}$:
 - » uitgang COMP2 wordt hoog
 - » SR-latch wordt geSET: Q=1
 - » latch behoudt toestand als trigger wegvalt
 - » schakeltransistor spert
 - » condensator C laadt op via R_A
- Als THRESHOLD= U_C groter wordt dan $\frac{2}{3} \cdot U_{CC}$:
 - » uitgang COMP1 wordt hoog
 - » SR-latch wordt geRESET: Q=0
 - » schakeltransistor gaat geleiden
 - » condensator C wordt kortgesloten
- Duur van de uitgangspuls: $T_p \approx 1,1 \cdot R_A \cdot C$

TRIGGER-ingang zal meestal gedifferentieerd worden om een korte trigger-puls te verkrijgen

MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

TIMER-IC NE555

NE555 als MONOSTABIELE

NOMOGRAM

TIMING

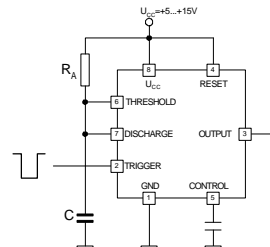
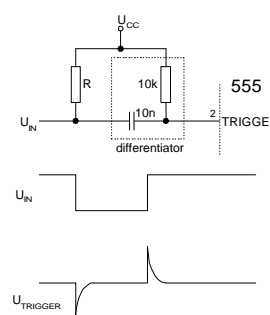
$T_p \approx 1,1 \cdot R_A \cdot C$

MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

TIMER-IC NE555

NE555 als MONOSTABIELE

- in principe niet-herstartbaar
 - » flipflop meermaals zetten heeft geen invloed
- triggerpuls moet terug HOOG zijn als uitgangspuls zijn einde bereikt
 - » zoniet: tegelijkertijd SET en RESET = verboden
- triggerpuls wordt daarom vaak gedifferentieerd, om alzo steeds een korte puls te verkrijgen
 - » condensator laat hoge frequenties door, maar houdt gelijkspanning tegen
 - » flanken zullen dus doorgelaten worden als kleine pulsspanningen

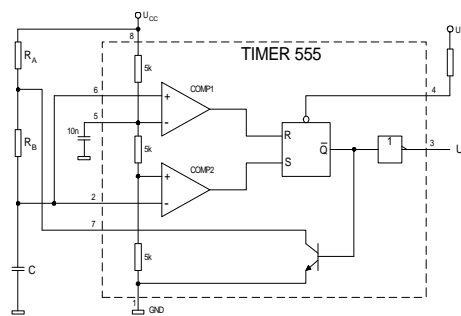



MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

TIMER-IC NE555

NE555 als ASTABIELE

- begintoestand: C is ontladen
 - » uitgang COMP2 is hoog, SR-latch is geSET
 - » schakeltransistor spert
 - » condensator C laadt op via RA en RB
- Als spanning UC groter wordt dan 2/3 · UCC
 - » uitgang COMP1 wordt hoog
 - » SR-latch wordt geRESET: Q=0
 - » schakeltransistor gaat geleiden
 - » condensator C wordt ontladen via RB
- Als spanning UC terug kleiner wordt dan 1/3 · UCC
 - » uitgang COMP2 wordt hoog
 - » SR-latch wordt geSET: Q=1
 - » schakeltransistor spert
 - » condensator C laadt op via RA en RB
- Oscillatieperiode: $T \approx 0,69 \cdot C \cdot (R_A + 2 \cdot R_B)$



MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

TIMER-IC NE555

NE555 als ASTABIELE

NOMOGRAM

TIMING

$T \approx 0,69.C.(R_A + 2.R_B)$

MVBDIGITALE ELEKTRONICA 2EL

TIMER-IC NE555

NE555 als ASTABIELE

- opladen via R_A èn R_B
 $t_H = 0.693(R_A + R_B)C$
- ontladen via R_B
 $t_L = 0.693R_B C$
- totale periode
 $t = t_H + t_L = 0.693(R_A + 2R_B)C$
- oscillatie-frequentie
 $f = 1/T = 1.44 / [(R_A + 2R_B).C]$
- duty-cycle
$$D = \frac{t_H}{T_p} = \frac{t_H}{t_H + t_L} = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B}$$

vermits $t_H > t_L$ is $dc > 50\%$

OPLADEN

↓

ONTLADEN

↓

MVBDIGITALE ELEKTRONICA 2EL

TIMER-IC NE555

NE555 als ASTABIELE

- Opgewekte blokgolf is steeds asymmetrisch:
 - » opladen van C gebeurt met $\tau_1 = (R_A + R_B) \cdot C$
 - » ontladen van C gebeurt met $\tau_2 = R_B \cdot C$
- Voor duty-cycle van 50% zouden beide tijdsconstanten gelijk moeten zijn
- Dit kan alleen als $R_A = R_B$ én $R_B = 0$ wordt tijdens de oplaadtijd

RB wordt kortgesloten door D tijdens het opladen van C

Door een tweede diode bij te plaatsen wordt de invloed geëlimineerd

MVBDIGITALE ELEKTRONICA 2EL

TIMER-IC NE555

NE555 als ASTABIELE

- Andere schakeling om een symmetrische blokgolf te krijgen:

MVBDIGITALE ELEKTRONICA 2EL

TIMER-IC NE555

NE555 als PULSBREEDTE-MODULATOR

- Timer wordt geschakeld als MMV en getriggerd met een continue pulstrein
- De breedte van de uitgangspuls kan gemoduleerd worden door een signaal aan te leggen aan pen 5 = CONTROL
- Hierdoor wordt de omklopspanning van COMP1 beïnvloed en dus ook de resulterende pulsduur

MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

TIMER-IC NE555

NE555 als PULSPOSITIE-MODULATOR

- Timer wordt geschakeld als AMV
- De pulspositie kan gemoduleerd worden door een signaal aan te leggen aan pen 5 = CONTROL
- Hierdoor wordt de omklopspanning van COMP1 beïnvloed en dus ook de delay-tijd

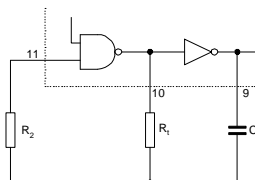
MVB DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

74HC4060

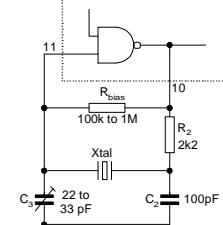
74HC4060 = 14-stage binary ripple counter with oscillator

14-bits asynchrone teller

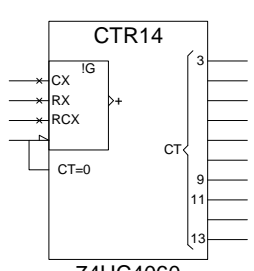
- kan gebruikt worden met gewone externe klok
- er is echter reeds een oscillator ingebouwd, die kan aangestuurd worden door een externe RC-combinatie of door een kristal



MVB



DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

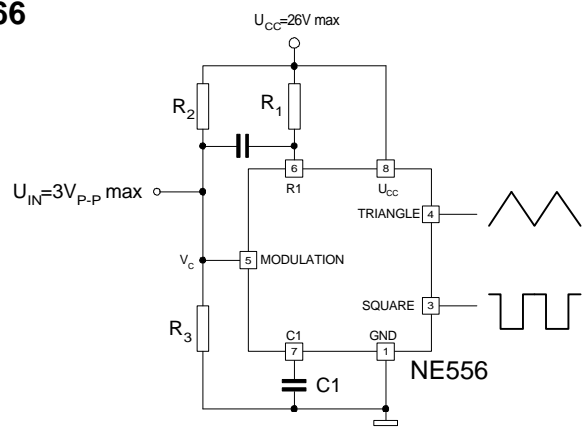


74HC4060

VCO

VCO = Voltage Controlled Oscillator

- VCO genereert een continue blokgolf waarvan de frequentie afhankelijk is van een aangelegde gelijkspanning
- vb: NE556



MVB

DIGITALE ELEKTRONICA 2EL

