

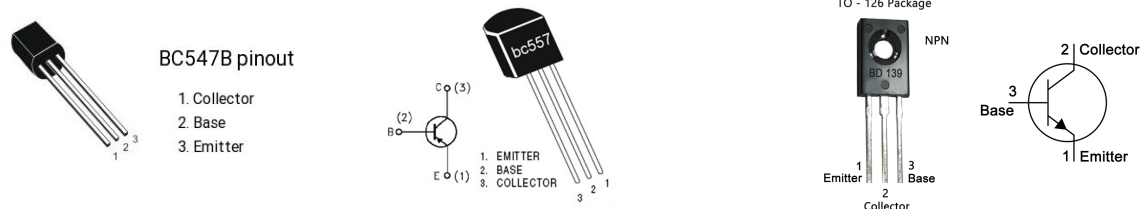
## Opgave 10 – Transistor als schakelaar

### 1. Voorbereiding

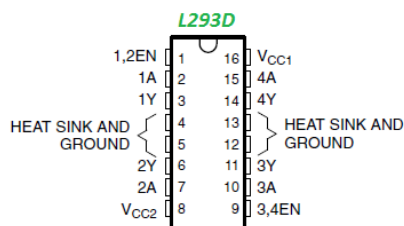
Zoek de volgende gegevens op:

	NPN of PNP	Max. $I_C$	Max. $V_{CC}$	$V_{CE}$ (in sat.)	$h_{FE}$ (av.)
BC547B	NPN	100mA	45V	0.6V	290
BC557B	NPN	100mA	65V	0.65V	462.5
BD139	NPN	1.5A	100V	0.5V	111.5

Teken de pinlayout van de bovenstaande transistors.



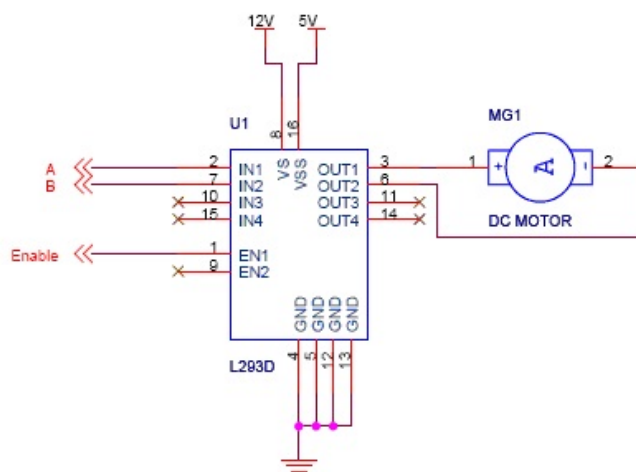
Zoek in de datasheet de pinlayout op van het driver IC L293D (16 pins). Teken dit hieronder.



Wat is het verschil tussen een L293D en L293?

De L293 is gemaakt voor 1A terwijl de L293D 0.6A nodig heeft.

Zoek een schema op om met behulp van een L293D een DC motor aan te sturen via een L293D. Wat zijn de 2 verschillende voedingsspanningen van de L293D?



De arduino heeft 2 aansluitingen 1 van 5V en 1 van 12V.

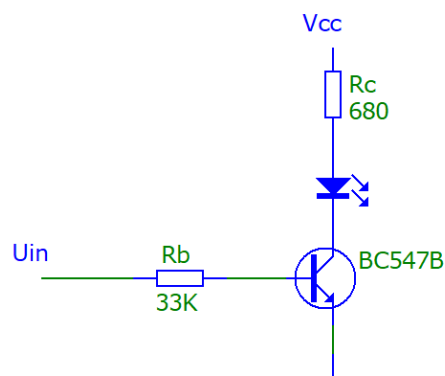
## 2. Uittesten transistors

Neem de benodigde transistors voor de schakelingen uit deze opgave.

Test ze uit met een multimeter met hFE-meting. Meet alle exemplaren uit en vergelijk met de opgegeven datasheet waarden.

## 3. LED schakeling

Bouw de volgende schakeling met een rode LED ( $U_F = 2V$ ). Gebruik als voedingsspanning ( $V_{CC}$ ) 9V en  $U_{in} = 5V$ .



Als  $R_B = 33k\Omega$  en  $R_C = 680\Omega$ , bereken dan of dat de transistor in saturatie is. De verhouding tussen  $I_b$  en  $I_c$  moet daarvoor kleiner of gelijk zijn aan de helft van de gemiddelde  $h_{FE}$ .

- $I_b = (5V - 0.6V) / 33000 = 1.33... \cdot 10^{-4} \text{ ohm}$
- $I_c = (9V - 2V) / 680 = 0.0103 \text{ ohm}$
- $\frac{I_c}{I_b} = 0.0103 \text{ ohm} / 1.33... \cdot 10^{-4} \text{ ohm} = 77.205$  de transistor is in saturatie

Varieer  $U_{in}$  tussen 0 en 8V en meet telkens  $U_{RC}$ . Bereken vervolgens  $I_c$ .

$U_{in}(V)$	$U_{RC}(V)$	$I_c(mA)$
0	0	0
1	2.066	3.038235
1,5	4.761	7.001471
2	6.924	10.18235
3	6.993	1.028382
4	7.01	10.30882
5	7.02	10.32353
6	7.027	10.33382
7	7.032	10.34118
8	7.037	10.34853

Bepaal de (theoretische) stroom  $I_{F,LED}$  ( $\approx I_C$ ) bij deze weerstandswaarden.

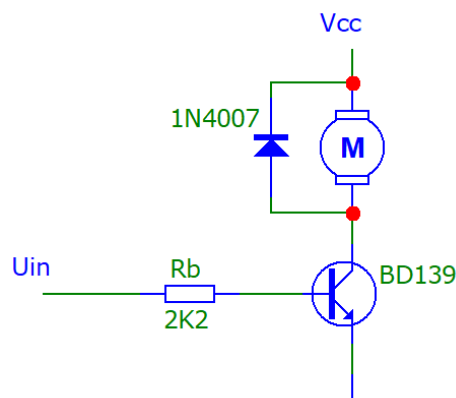
Deze waarden komen overeen, dit komt doordat de stroom gelijk is aan de serieschakeling

Vanaf welke ingangsspanning ongeveer treedt er saturatie op ?

vanaf 2V

#### 4. Motorschakeling

Bouw de volgende schakeling. De gewenste motorspanning is 9V. De motorstroom bedraagt ongeveer 120mA indien onbelast. De diode dient als beveiliging om de EMK van de motor bij het uitschakelen op te vangen.



Als  $R_B = 2,2k\Omega$  en  $U_{in} = 5V$ , bereken dan of dat de transistor in saturatie is als de motor onbelast is. De verhouding tussen  $I_b$  en  $I_c$  moet kleiner of gelijk zijn aan de helft van de gemiddelde  $h_{FE}$ .

$$I_b = (5V - 0.2V) / 2200 \text{ ohm} = 2.181 \text{ mA}$$

$$I_c = 120 \text{ mA}$$

$$I_c / I_b = 55.02 \text{ kleiner dan } 55.75 \text{ in saturatie}$$

Zal de transistor ook in saturatie zijn bij vollast en een motorstroom van 500mA?

$$I_c / I_b = 500 \text{ mA} / 2.181 \text{ mA} = 229.25 \text{ mA hier is er geen sprake van saturatie}$$

Genereer met een functiegenerator een blokgolf van 1kHz. Stel de amplitude in op 5V en de offset op 2,5V zodat we een zuiver DC-signaal verkrijgen. Laat de motor op verschillende snelheden draaien door de duty-cycle aan te passen.

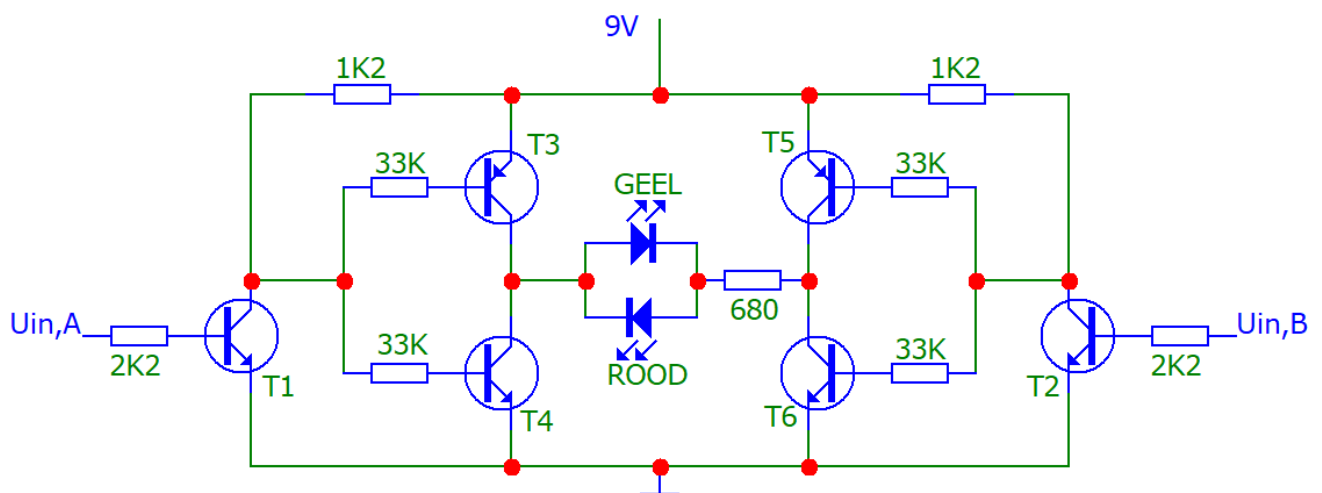
Meet bij een duty-cycle van ongeveer 25% met de oscilloscoop de spanning over de motor en bepaal de gemiddelde waarde.

$$-U_{av} = 5V$$

Gebruik de PWM-functie van een Arduino UNO om de motor aan te sturen, als voorbeeld kan je het programma *Fading* gebruiken te vinden onder *Examples/Analog* in het menu van de Arduino IDE.

## 5. H-brug met transistors

Bouw de volgende schakeling. We gebruiken 2 LED's anti-parallel om de stroomzin aan te duiden. Gebruik als NPN-transistors BC547B en als PNP-transistors BC557B.



Maak afwisselend  $U_{in,A}$  en  $U_{in,B}$  hoog en vul de tabel aan.

$U_{in,A}(V)$	$U_{in,B}(V)$	Kleur	Welke transistors in geleiding?
0	0	geen	geen
5	0	geel	T1, T3, T6
0	5	rood	T2, T4, T5
5	5	geel	T1, T3, T6

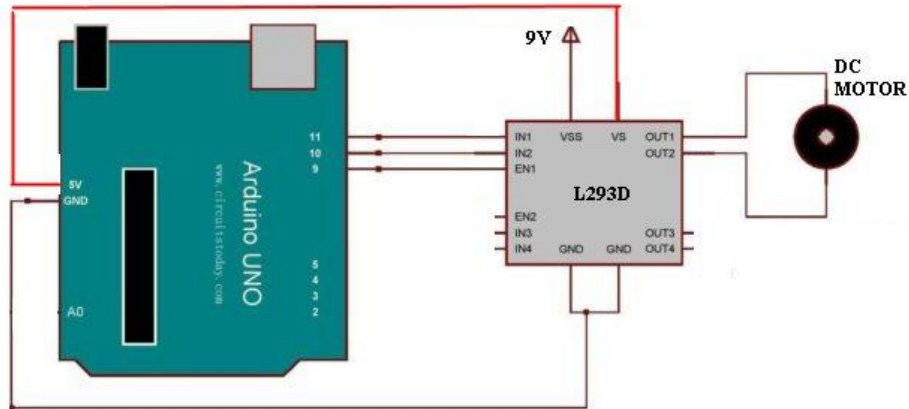
Merk op dat T3 en T4 of T5 en T6 niet samen mogen geleiden om een kortsluiting te voorkomen. Is dit zo in de tabel?

Ja dit klopt.

Leg een spanning aan van 0V aan  $U_{in,A}$  en 5V aan  $U_{in,B}$ . Meet op elk punt de spanning en duidt dit aan op het schema. Controleer telkens aan de hand van deze spanningen of dat een transistor aan het geleiden is ( $U_{BE} \approx 0,7V$ ) en vergelijk met de tabel.

## 6. L293D

Bouw de onderstaande schakeling en laat de motor afwisselend links en rechts draaien. Let op de voedingsspanningen.



Gebruik de PWM functie van de Arduino om de snelheid van de motor te variëren via de enable-pin van de L293D. Je kan terug het programma *Fading* gebruiken als basis.

Demonstreer dit aan je lesgever.