



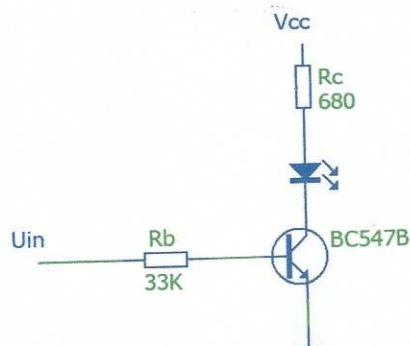
## 2. Uittesten transistors

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  $h_{FE}$ .

- $I_b = \dots$
- $I_c = \dots$
- $\frac{I_c}{I_b} = \dots$

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	9	15,5pA
1	1,9v	2,86mA
1,5	4,6v	6,7mA
2	7v	10,3mA
3	7,13V	10,5mA
4	7,14v	10,5mA
5	7,2v	10,53mA
6	7,12v	10,54mA
7	7,12v	10,55mA
8	7,13v	10,55mA

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

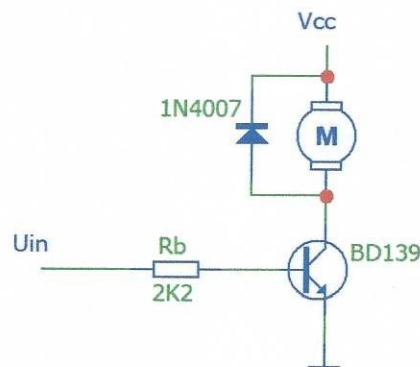
$$I_C = \frac{9V}{680} \approx 13,24mA$$

Vanaf welke ingangsspanning ongeveer treedt er saturatie op?

5V

#### 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  $h_{FE}$ .

$$I_C = 116,8mA$$

$$I_B = 1,854mA$$

$$I_C = I_B \cdot h_{FE}$$

$$h_{FE} = \frac{I_C}{I_B} = 63$$

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

Ja

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-sigitaal verkrijgen. Laat de motor op verschillende snelheden draaien door de duty-cycle aan te passen.



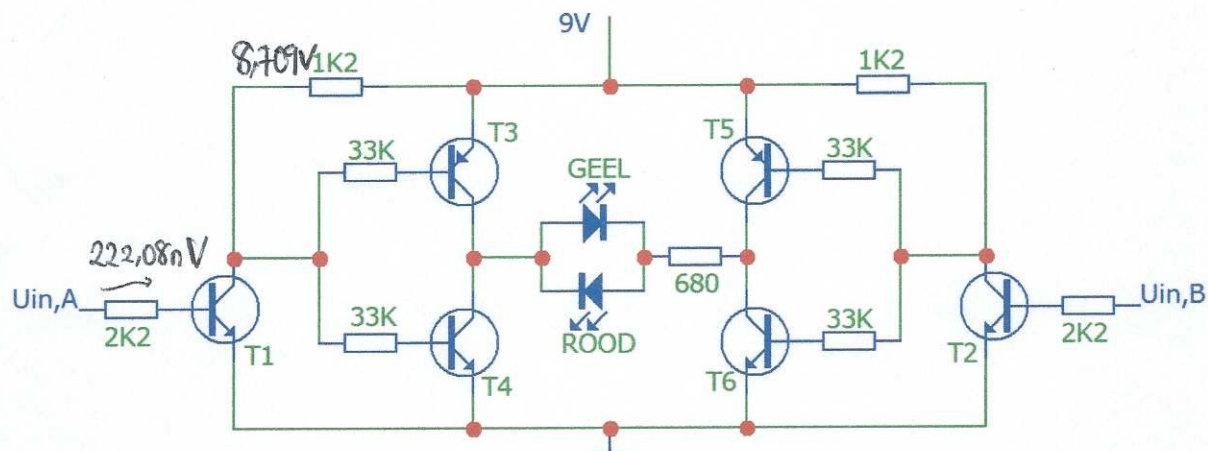
Meet bij een duty-cycle van ongeveer 25% met de oscilloscoop de spanning over de motor en bepaal de gemiddelde waarde.

-  $U_{av} = \dots$

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	✓	$T_4$ $T_6$
5	0	ROOD	$T_3$ $T_6$ $T_1$
0	5	Geel	$T_4$ $T_5$ $T_2$
5	5	✓	$T_3$ $T_5$

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,  $T_3$  en  $T_4$  geleiden nooit samen

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.

Zie schema  
Microcaps