

Karakterisering af Transistor

Øvelse 8, 10030, Januar 2009

Formål

Målet med denne øvelse er at stifte bekendtskab med transistoren. I skal beskæftige jer med to fundamentale måder at bruge en transistor på - dels som forstærker og dels som grundenhed i logiske kredsløb.

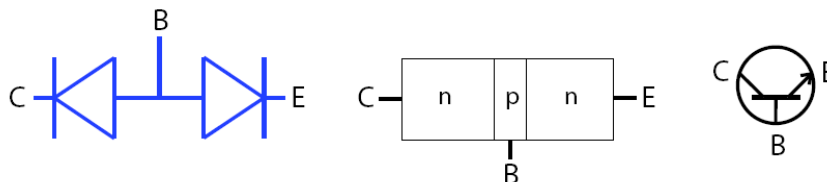
Måleprogram

I det følgende er øvelsens indhold beskrevet. Mere teori omkring transistorer kan findes i kapitel 21 i *Electrical & Electronic Systems* som I kan få udleveret.

Hvad er en transistor?

Først skal vi se på transistorens grundlæggende karakteristika. En transistor er basalt set to sammensatte dioder. Man kan sætte disse to dioder sammen på to forskellige måder, se figur 1 og 2.

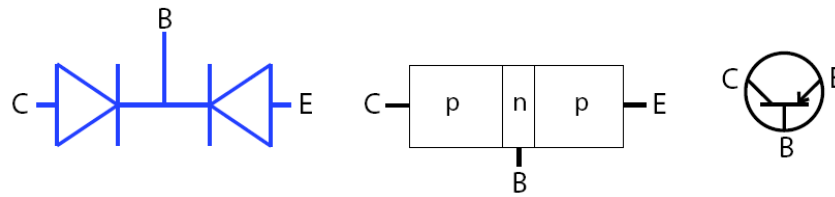
De tre bogstaver C, B og E står for henholdsvis Kollektor, Base og Emmitter. Kort fortalt kan man sige at strømmen mellem basen og emitteren styrer strømmen mellem kollektor og emitter.



Figur 1: En NPN transistors opbygning.

- Blandt de forhåndenværende transistorer skal I finde en NPN-transistor. Brug et ohmmeter, og test først en diode, så I ved, hvad I skal se efter.

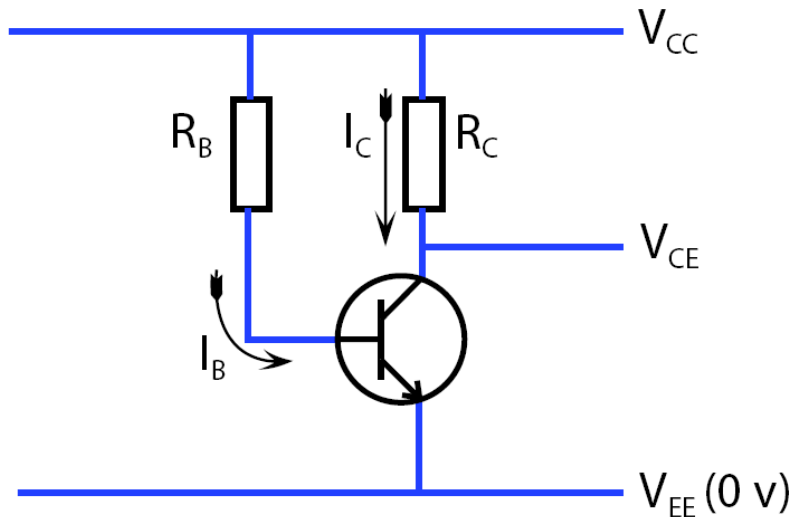
Benene på de transistorer vi bruger er forbundet således, at når man kigger ind på den flade side af transistoren med benene pegende nedad, er det fra venstre til højre: Kollektor, base og emitter.



Figur 2: En PNP transistors opbygning.

DC-forstærker

Når I har fundet en NPN transistor skal I bygge kredsløbet på figur 3. I denne opstilling bruges en lille strøm I_B til at kontrollere en meget større strøm I_C . Selvom transistoren ikke selv genererer strøm, så kalder man dette en forstærker, da man med en lille ændring et sted i kredsløbet kan få en stor ændring et andet sted i kredsen.



Figur 3: En NPN-transistor som simpel forstærker.

Som forsyningspænding, V_{CC} , kan man maksimalt bruge omkring 10 V. Værdien af basemodstanden R_B , udregnes ved Ohms lov, når vi ved at spændingsfaldet mellem basis og emitter er ca. 0.7 V, og strømmen gennem basemodstanden skal være ca. 100 μA . Modstanden R_C bør være omkring 100 Ω . Da I får brug for at variere R_C , er det her en fordel at benytte en dekademodstand.

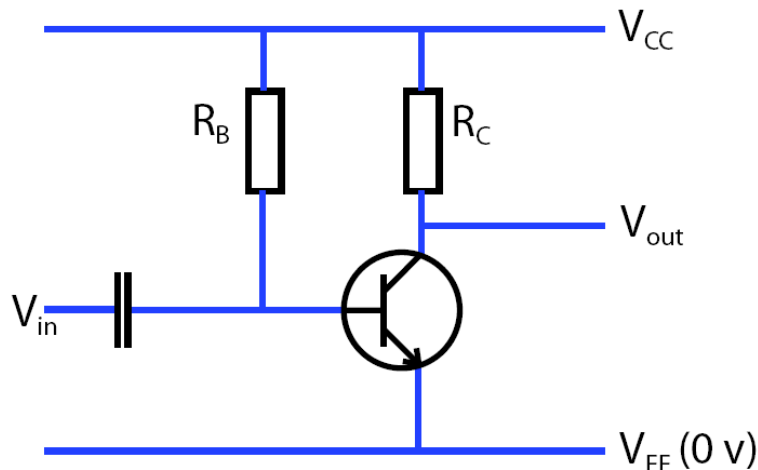
- Variér V_{CE} og mål sammenhørende værdier af V_{CE} og I_C , som er henholdsvis spændingsfaldet mellem kollektor og emitter og den strøm, der kommer ud af

kollektoren. I varierer V_{CE} ved at variere R_C . I bør vælge værdier af R_C , der ligger mellem 10Ω og 1000Ω - lav flest målinger for R_C -værdierne mellem 10Ω og 200Ω . Benyt kun multimeteret som voltmeter, idet I_C kan bestemmes ud fra Ohms lov. Plot strømmen som funktion af spændingen. Kommentér resultatet.

- Find forstærkningen, h_{fe} , når vi ved at $I_C = h_{fe} \cdot I_B$. Sæt R_C til 50Ω - hvorfor er det en fornuftig værdi at benytte? Sammenlign den fundne forstærkningsgrad, med den I kan måle med et multimeter.

AC-forstærker

Vi har nu set, hvordan en transistor kan bruges som DC forstærker. Men i mange tilfælde vil vi gerne have et AC signal forstærket. Dette kan gøres med opstillingen på figur 4.



Figur 4: En NPN-transistor som simpel AC-forstærker.

Den eneste forskel er kapacitoren i indgangen. Denne tillader kun frekvenser over f_{cut} at passere. Denne frekvens findes ud fra sammenhængen: $f_{cut} = \frac{I_C}{2\pi \cdot C \cdot V_{CE}}$.

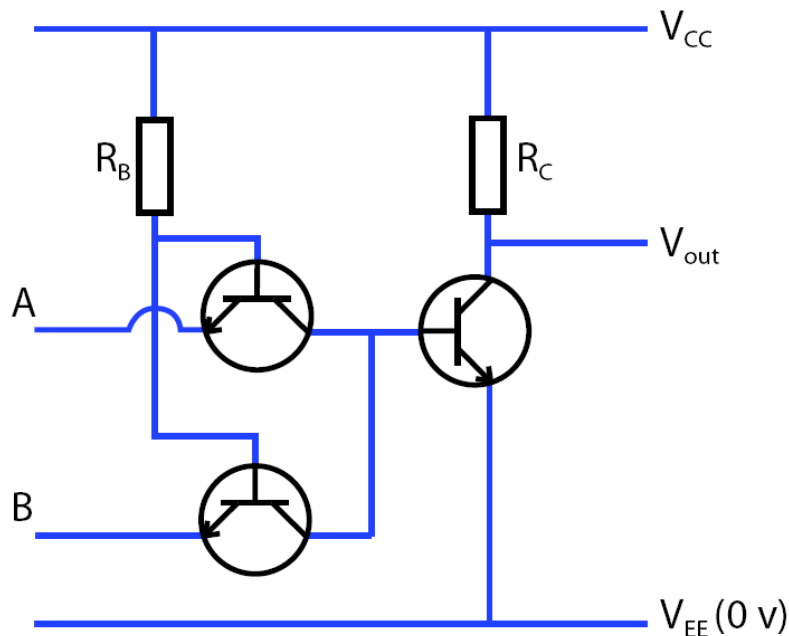
Kapacitoren gør at spændingen over base-emitter har den samme gennemsnitsværdi som før.

- Byg opstillingen på figur 4, og brug den til at forstærke et AC signal fra tonegeneratoren. Benyt en lav V_{in} og indstil frekvensen til et par kHz. Indgangssignalet skal tilsluttes mellem V_{in} og jord, og udgangssignalet kan så måles mellem V_{out} og jord. Bemærk, hvordan/om forstærkningen ændrer sig med frekvensen. Kommentér jeres resultater.

Logik

Transistoren udgør grundenheden i alle logiske kredsløb. Vi skal nu bygge en logisk gate med transistorer. Vi har valgt at bygge en NAND-gate, da man ved at kombinere NAND's kan bygge enhver logisk funktion. Så man kan i princippet bygge en (meget simpel) regnemaskine kun med NAND's.

- Byg kredsløbet på figur 5. Sæt V_{CC} til 5 V og R_C til 100 Ω . De to inputs, A og B, skal forbindes til de små kontakter som er i kassen med dimser. Kontakterne skal kunne skifte mellem jordforbindelse og V_{CC} . Bestem sandhedsskemaet for denne gate. Er det en NAND? Man kan sætte en lysdiode på mellem udgangen og jord som indikator.

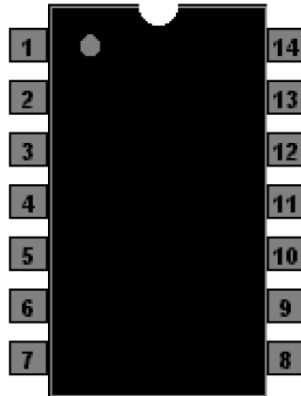


Figur 5: En NAND-gate bygget af 3 NPN transistorer.

I jeres kasse ligger nogle 14-benede integrerede kredsløb, IC. I hver klods er der 4 gates. I skal nu vælge jer én, og forsøge at bestemme dens funktion. På figur 6 kan I se, hvilke numre benene har. Kredsene skal forsynes med 5 V på ben nr. 14 og de skal have jord på ben nr. 7. Kredsene har input på ben 1 og 2 og udgang på ben 3, undtagen den der hedder 7402¹, der har udgang på ben 1 og indgange på ben 2 og 3.

- Identificér den type gate I har valgt og sammenlign med lærerens facitliste.

¹Skrives typisk GD74LS02, DM74ALS02N eller 7402N



Figur 6: Nummerering af benene på de integrerede kredse.

Journal

Jeres journal skal indeholde en beskrivelse af, hvordan I har løst øvelsens opgaver, og de opnåede resultater skal naturligvis også præsenteres. Husk på, at journalens indhold skal være af et sådant omfang, at I kan reproducere øvelsen. Beskriv også i journalen, hvilke fejlkilder, der er i jeres målinger.