



Ellab015A

Mätningar på transistorkopplingar

Namn

Datum

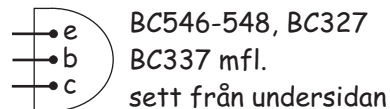
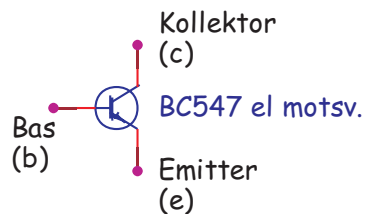
Handledarens sign.

Varför denna laboration?

Transistorn är en av de allra viktigaste komponenterna inom elektroniken. I den här laborationen skall du undersöka transistorns funktion.

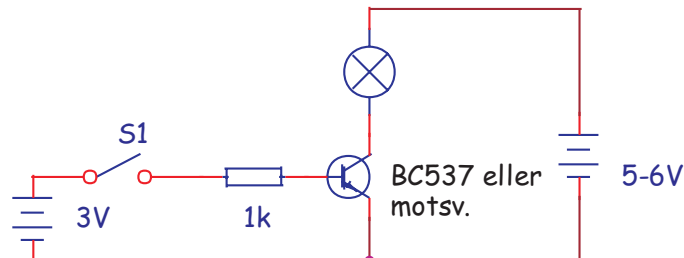
Transistorns bas och kollektorkrets

Den transistor du skall använda har denna symbol (NPN) och benkonfiguration:



Experimentuppkopplingen

Gör den här uppkopplingen:



Basmotståndet är på 1kohm. Spänningen till basmotståndet skall vara c:a 3V från variabel kraftkälla och kollektorkretsen drivs med 5-6V från en annan spänningskälla (obs inte 10-12V eftersom du har en 6V lampa).

Utrustning

- * Analog multimeter
- * Digital multimeter
- * Kraftaggregat med två utspänningar varav en reglerbar.
- * Kopplingsplatta
- * Diverse: Kopplingssladdar för spänningsaggregat, flera färger isolerad enkelledare till kopplingsplattan och avbitartång.
- * Komponentssats: Motstånd: 1kohm, NTC-motstånd 2,2kohm, LDR-motstånd, potentiometer 1kohm. Lampa i hållare 6V. Diod: 1N4148. Transistor BC547. (Komponentssats: ELK015A)

När du kopplat enligt schemat undersöker du följande:

- Går det ström genom transistorn (lyser lampan) när S1 är öppen, dvs. basen är utan spänning?
- Går det ström genom transistorn när S1 är sluten, dvs. basen får spänning?
- Har spänningens polaritet, kopplad till basen, någon betydelse?

Mät strömmarna

Du skall nu även mäta **basströmmen** och **kollektorströmmen**.

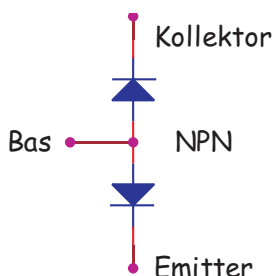
Tips: När du skall mäta strömmen som går in i basen kan du mäta spänningen över basmotståndet 1kohm och därefter beräkna strömmen ($I = U / R$). Eftersom basmotståndet är valt till 1kohm är omräkningen från spänning till ström synnerligen enkel (1V motsvarar 1mA)! Kollektorströmmen mäter du genom att koppla in en mA-meter i kretsen.

Hur stor är basströmmen när lampan lyser?

Hur stor är kollektorströmmen (strömmen genom lampan)?

Kontrollmät transistorn med mätinstrument

Med en multimeter kan man enkelt kontrollera om en transistor (med stor sannolikhet) är hel. Förenklat finns inne i transistorn två dioder:



Du mäter "dioderna" inne i transistorn efter samma princip som du kontrollerade en diod ovan. Du kan mäta resistans med en analog multimeter eller mäta med en digital multimeter i "diodläget". Välj själv.

Tips: Det är enklast att låta transistorn sitta på labbplattan när du mäter.

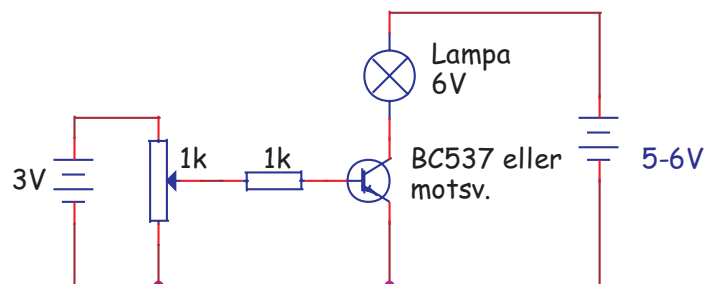
- Resistans (alternativt spänning) bas-emitter (framriktning)
- Resistans (alternativt spänning) bas-emitter (backriktning)
- Resistans (alternativt spänning) bas-kollektor (framriktning)
- Resistans (alternativt spänning) bas-kollektor (backriktning)

- Resistans (alternativt spänning) kollektor-emitter (framriktning)
- Resistans (alternativt spänning) kollektor-emitter (backriktning)

Transistorns linjära område

I experimentet ovan har du använt transistorn som en elektronisk strömbrytare – ström in på basen ger tillslag av kollektorkretsen, ingen ström ger frånslag.

Nu skall du undersöka hur transistorn fungerar som en förstärkare. Du använder i stort sett samma koppling som i experimentet ovan. För att på ett smidigt sätt kunna ställa in låg spänning till basen kan du koppla in en potentiometer som spänningsdelare.



Du varierar spänningen in på basen (0 – 1,5V) genom att hämta spänningen från en variabel utspänning på spänningsaggregatet. Du fortsätter att använda basmotståndet 1kohm som gör det enkelt att mäta basströmmen. Mät basströmmen (spänningen över 1k) kontinuerligt med den analoga multimetern.

I detta experiment behöver du inte mäta kollektorströmmen med ett instrument. Du ser styrkan genom att studera lampan!

- Vad händer med kollektorströmmen när du ökar och minskar basströmmen?
- Vad händer med "resistansen" mellan kollektor och emitter (U_{CE} / I_C) när basströmmen ändras? (mät vid behov U_{CE} , spänningen kollektor – emitter, med digital multimeter)

Transistorns strömförstärkning

Ovan har du upptäckt hur en liten basström kan ge en stor kollektorström för att till exempel tända en lampa. Transistorn är en **strömförstärkare**.

Nu skall du mäta och beräkna strömförstärkningen $h_{FE} = I_C / I_B$.

Kopplingen är den samma som ovan.

Du skall mäta basströmmen, på samma sätt som tidigare, genom att mäta spänningen över basmotståndet med den digitala multimetern och kollektorströmmen med den analoga multimetern kopplad i serie med lampan.

Gör så här för att mäta strömförstärkningen vid två olika basström:

- Öka basströmmen (I_B) till dess lampan **precis börjar glöda (inte mer!)**. I detta läge mäter du bas- och kollektorström (I_C) samt beräknar h_{FE} .

I_B : _____ I_C : _____ $h_{FE} =$ _____

- Öka därefter långsamt basströmmen så att lampan lyser mer och mer. **Stanna i ett läge där lampan lyser något under maximalt.** Mät bas och kollektorström och beräkna h_{FE} .

I_B : _____ I_C : _____ $h_{FE} =$ _____

Troligtvis blir h_{FE} olika. Är strömförstärkningen störst för liten eller stor basström?

Kopplingens spänningsförstärkning

I praktiken används de flesta förstärkare för att förstärka spänning. Transistorn i sig själv är en strömförstärkare men kopplingen ovan kan användas för att förstärka en spänningsändring.

För att mäta spänningsförstärkningen skall du undersöka hur en liten ändring på basen ger en större spänningsändring ut på kollektorn. Du skall därför mäta spänningen dels mellan kollektor och emitter (U_{CE}) och dels mellan bas och emitter (U_{BE}). Använd en digital multimeter för båda mätningarna.

Gör så här för att mäta spänningsförstärkningen:

- Börja med att mäta spänningen U_{CE} på detta sätt: Öka sakta inspanningen till basen till dess att spänningen (U_{CE}) just börjar sjunka (stoppa där).
- Anteckna U_{CE} nedan samt mät och notera U_{BE} (första mätningen)

U_{CE1} : _____ U_{BE1} : _____

- Fortsätt nu öka inspanningen så att kollektor-emitterspänningen närmar sig 0V. Strax innan den når 0V (0,3-0,5V) avbryter du och noterar kollektor- och basspänningen (andra mätningen).

U_{CE2} : _____ U_{BE2} : _____

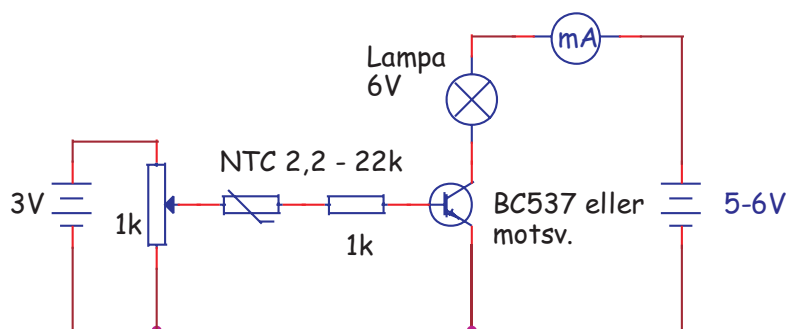
- Beräkna nu kopplingens spänningsförstärkning som: $(U_{CE2} - U_{CE1}) / (U_{BE2} - U_{BE1}) =$ _____
- Förklara varför värdet på spänningsförstärkningen är negativt: _____

Temperaturgivare

Du gör följande ändringar i kopplingen ovan:

I serie med basmotståndet kopplar du ett temperaturkänsligt motstånd typ NTC på 2,2 – 22kohm (vid 25° C). Detta motstånd kommer att fungera som en temperaturgivare.

I kollektorkretsen behåller du lampan i serie med ditt mätinstrument kopplat för strömmätning.



När du kontrollerat att allt är rätt kopplat:

- Öka sakta inspänningen till basen från 0V och upp mot 0,8V (mätt på potentiometers uttag!). Vid en viss inspänning kommer kollektorströmmen att vara 20,0mA. Antag att detta motsvarar 20° C dvs. rumstemperaturen.
- Om du nu värmer på termistorn med fingrarna och därefter med en lödkolv kommer du att upptäcka hur temperaturen stiger vilket visas av den ökande kollektorströmmen.

Svara på följande frågor:

- Varför ökar strömmen när temperaturen stiger?

- Vad händer med visad "temperatur" om du ändrar matningsspänningen till kollektorkretsen, (jämför 5 och 6V)?

- Vad händer med temperaturutslaget om du värmer **transistorn** med en lödkolv?

Ljuskänsligt motstånd som sensor

Prova att byta ut NTC-motståndet mot ett LDR-motstånd. (Låt basmotståndet på 1kohm sitta kvar). Justera inspänningen så att du får 50-75mA när LDR-motståndet är belyst.

- Vad händer när du skuggar LDR-motståndet?

Halvledares temperaturkänslighet

Byt slutligen ut LDR-motståndet mot en glasdiode (1N4148) som skall sitta i **ledriktningen** för basströmmen. (Låt motståndet på 1kohm sitta kvar).

Justera inspänningen till basen så att du får c:a 25mA kollektorström.

- Vad händer om du värmer dioden med lödkolven?

- Förklara:

Avslutande uppgifter

Vilka av följande påståenden är riktiga?

- ☐ Bas-emitterdioden på en NPN-transistor är kopplad i ledriktningen om potentialen på basen är högre än på katoden.
- ☐ En NPN-transistor leder om bara potentialen på basen är högre än potentialen på emittern.
- ☐ Om man mäter 10V mellan bas och emitter på en NPN-transistor vet man att transistorn är trasig.
- ☐ Om man mäter resistansen 0ohm mellan något av transistorns ben vet man att transistorn är trasig.
- ☐ Strömmen genom en transistor ökar om man värmer den.
- ☐ Om man ökar basströmmen i en transistor minskar kollektorströmmen.
- ☐ Om man ökar basströmmen i en transistor (typ NPN) minskar kollektor-emitter-spänningen.
- ☐ Transistorns strömförstärkning beräknas som basströmmen / kollektorströmmen.

Mina synpunkter

Jag tycker den här laborationen var:

- ☐ Tråkig ☐ Jobbig ☐ Rolig
☐ Svår ☐ Lagom ☐ Lätt ☐ Lärorik och/eller: _____