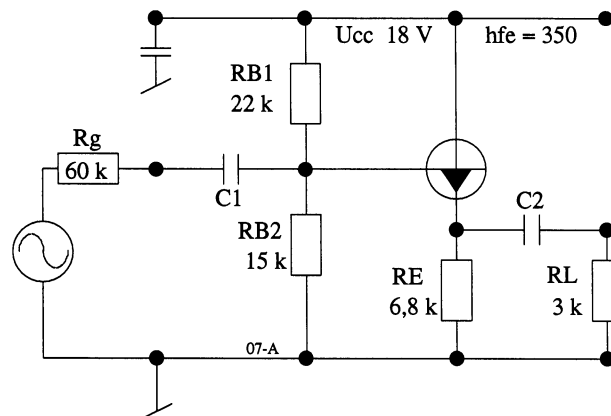


# Jordet kollektor

## Indholdsfortegnelse

- 1.0 Indledning, side 2
  
- 2.0 DC beregninger, side 3
  - 2.1 Indgangsimpedans, side 4
  - 2.2 Udgangsimpedans, side 6
  - 2.3 Spændingsforstærkning, side 8
  - 2.4 Indgangsspænding, side 9
  - 2.5 Udgangsspænding, side 9
  - 2.6 Strømforstærkning, side 9
  - 2.7 Fasedrejning, side 10
  
- 3.0 Eksempel 1, side 11
  - 3.1 Facitliste til eksempel 1, side 12
  
- 4.0 Opgaver, side 14
  
- 5.0 Facitliste, side 16

## 1.0 Indledning



Grundkoblingen, der behandles i dette afsnit, anvendes ofte, hvor man har brug for at adskille trin.

Det er almindeligt, at man kalder den for en BUFFER; men betegnelsen IMPEDANSOMSÆTTER og EMITTERFØLGER bruges også.

For en transistor koblet som jordet kollektor, SKAL man vide følgende.

Indgangsimpedansen er høj.

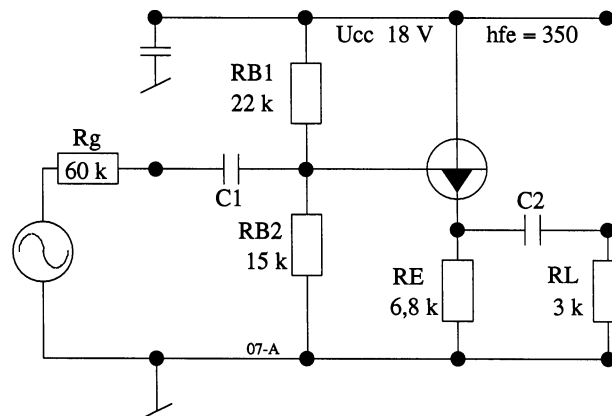
Udgangsimpedansen er lav.

Spændingsforstærkningen er mindre end 1.

Strømførstærkningen er stor.

Fasedrejningen er 0 grader.

## 2.0 DC beregninger



Når kredsløbets AC parametre skal beregnes, skal man kende DC spændingerne og strømmene.

**Beregn følgende.**

UB er ca. \_\_\_\_\_

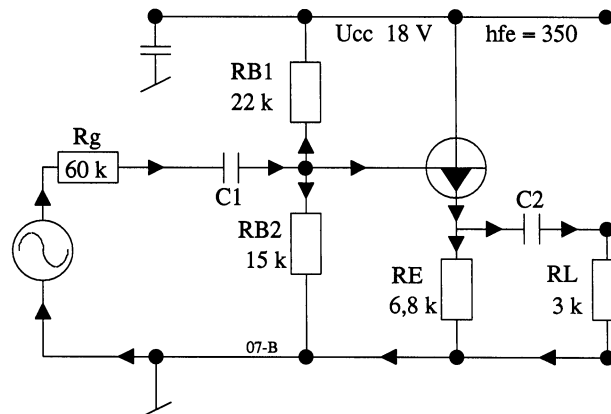
UE er ca. \_\_\_\_\_

IE er ca. \_\_\_\_\_

hie er ca. \_\_\_\_\_

På side 16 findes facitlisten.

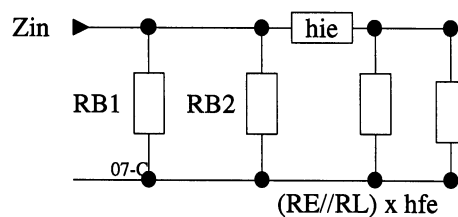
## 2.1 Indgangsimpedansen



Det er signalstrømmen, der løber fra generatoren rundt i kredsløbet, som fortæller noget om trinnets indgangsimpedans.

### Hvilke modstande bestemmer indgangsimpedansen?

Ækvivalentdiagrammet er et forenklet diagram, som viser de komponenter, der har betydning for indgangsimpedansen.



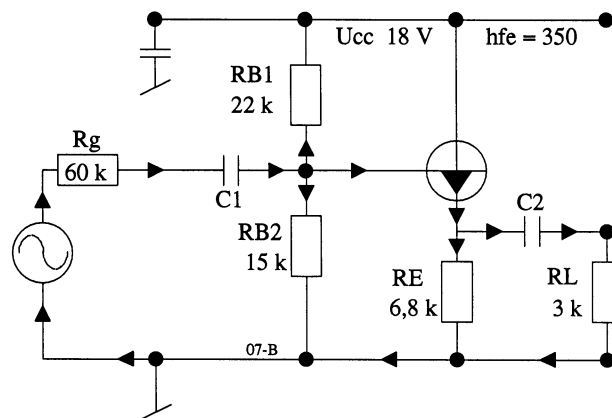
Læg mærke til at RE og RL skal ganges med hfe.

$$Z_{in} = RB1 // RB2 // (h_{ie} + (RE // RL) \times h_{fe})$$

### Hvor stor bliver indgangsimpedansen?

$$Z_{in} = 22 \text{ k} // 15 \text{ k} // (8,9 \text{ k} + (6,8 \text{ k} // 3,0 \text{ k}) \times 350)$$

$$Z_{in} = 8,9 \text{ k} // (8,9 \text{ k} + (2,08 \text{ k} \times 350))$$



$$Z_{in} = 8,9 \text{ k} // ( 8,9 \text{ k} + 728 \text{ k} )$$

$$Z_{in} = 8,9 \text{ k} // 737 \text{ k} = \underline{8,8 \text{ k}\Omega}$$

Af formelen ses, at det stort set er RB1 og RB2, der bestemmer indgangsimpedansen.

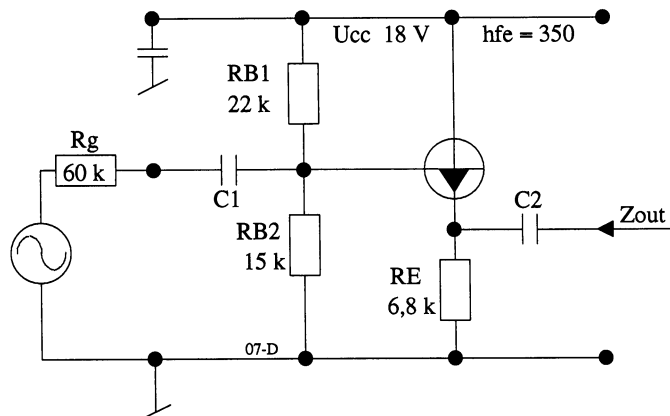
De andre modstande bliver så store, at man kan se bort fra dem.

I det efterfølgende bruges følgende formel, når Zin skal beregnes.

$$Z_{in} = R_{B1} // R_{B2} = 22 \text{ k} // 15 \text{ k} = \underline{8,9 \text{ k}\Omega}$$

Indgangsimpedansen er stor i en jordet kollektoropstilling.

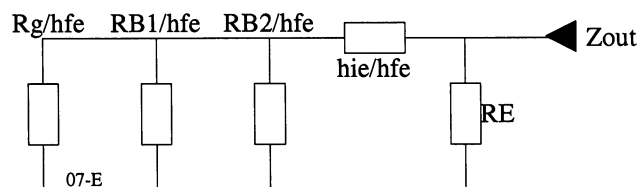
## 2.2 Udgangsimpedansen



Når man "står" på udgangen og ser ind i transistoren, skal de modstande, der sidder på indgangen (inklusive  $h_{ie}$ ) transformeres ned med  $h_{fe}$ .

### Hvilke modstande bestemmer $Z_{out}$ ?

Ækvivalentdiagrammet viser, hvilke modstande der bestemmer  $Z_{out}$ .



### Hvor stor bliver udgangsimpedansen?

$$Z_{out} = RE // \frac{(h_{ie} + (RB1 // RB2 // Rg))}{h_{fe}}$$

$$Z_{out} = 6,8 \text{ k} // \frac{(8,9 \text{ k} + (22 \text{ k} // 15 \text{ k} // 60 \text{ k}))}{350}$$

$$Z_{out} = 6,8 \text{ k} // \frac{8,9 \text{ k} + 7,7 \text{ k}}{350}$$

$$Z_{out} = 6,8 \text{ k} // 47 = \underline{47 \Omega}$$

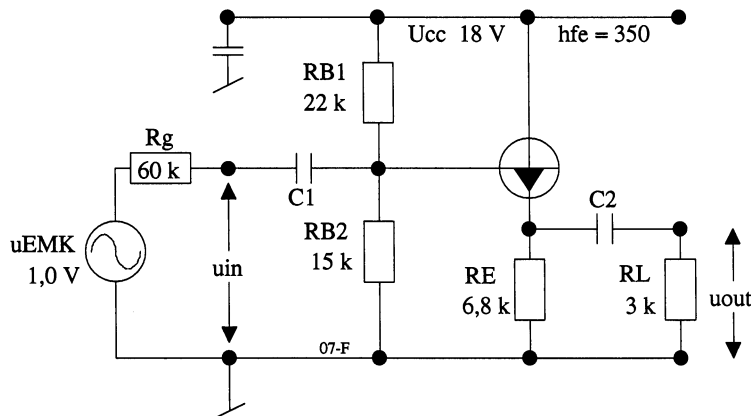
RE har ingen indflydelse på  $Z_{out}$ , derfor kan den udelades af formelen.

**Fremover anvendes denne formel, når  $Z_{out}$  skal bestemmes.**

$$Z_{out} = \frac{h_{ie} + (R_{B1} // R_{B2} // R_g)}{h_{fe}}$$

Udgangsimpedansen er lille i en jordet kollektoropstilling.

## 2.3 Spændingsforstærkning



Når man beregner spændingsforstærkning bruges følgende formel.

$$A_u = \frac{R_E // R_L}{R_E // R_L + \frac{25 \text{ m}}{I_E}}$$

$$A_u = \frac{6,8 \text{ k} // 3,0 \text{ k}}{6,8 \text{ k} // 3,0 \text{ k} + \frac{25 \text{ m}}{985 \mu}}$$

$$A_u = \frac{2,08 \text{ k}}{2,08 \text{ k} + 25}$$

$$A_u = \underline{\underline{0,988 \text{ gange} \sim 0 \text{ dB}}}$$

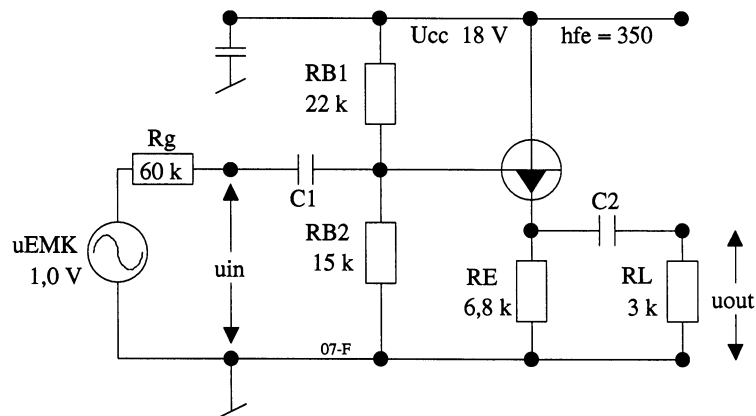
Af formelen ses, at  $A_u$  altid er mindre end 1, fordi nævneren er større end tælleren.

Normalt siger man blot at  $A_u < 1$ .

Spændingsforstærkningen er lille i en jordet kollektoropstilling.



## 2.5 Indgangsspændingen



Når indgangsspændingen beregnes, skal man kende generatorens tomgangsspænding  $u_{EMK}$ , generatorens udgangsmotstand og trinnete indgangsimpedans.

Kender man dem, findes indgangsspændingen ved hjælp af spændingsdelerformlen.

**Hvilken værdi får indgangsspændingen, når  $Z_{in} = 8,9 \text{ k}\Omega$ ?**

$$u_{in} = \frac{u_{EMK} \times Z_{in}}{Z_{in} + R_g} = \frac{1,0 \text{ v} \times 8,9 \text{ k}}{8,9 \text{ k} + 60 \text{ k}} = \underline{\underline{129 \text{ mV}}}$$

## 2.6 Udgangsspændingen

Når man kender indgangsspændingen og spændingsforstærkningen, kan udgangsspændingen beregnes.

$$u_{out} = u_{in} \times A_u = 129 \text{ mV} \times 0,988 = \underline{\underline{127 \text{ mV}}}$$

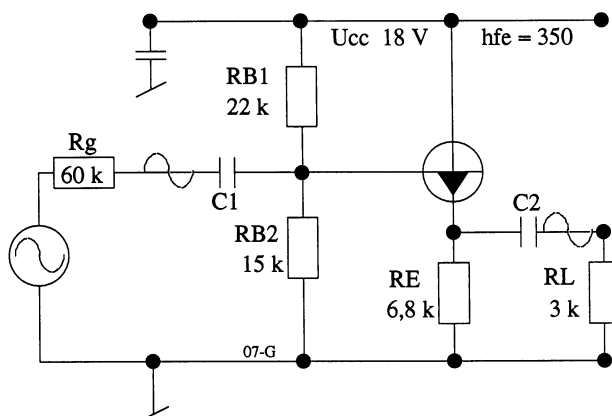
## 2.7 Strømførstærkning

Strømførstærkningen er en størrelse man normalt ikke beregner. Signalstrømmen der løber ind i basis, bliver forstærket med  $h_{fe}$ .

Da  $h_{fe}$  er stor, siger man, at strømførstærkningen er stor.

Strømførstærkningen =  $h_{fe} = 350$  i det viste eksempel.

## 2.8 Fasedrejning



Start med at signalet på indgangen går i positiv retning.

**Hvilken betydning får det for diodestrækningen mellem basis og emitter. Åbner eller lukker den?**

Den åbner.

**Hvilken betydning får det for basisstrømmen. Stiger eller falder den?**

Den stiger.

**Hvilken betydning får det for emitterstrømmen. Stiger eller falder den?**

Den stiger.

**Hvilken betydning får det for spændingsfaldet over emittermodstanden. Stiger eller falder den?**

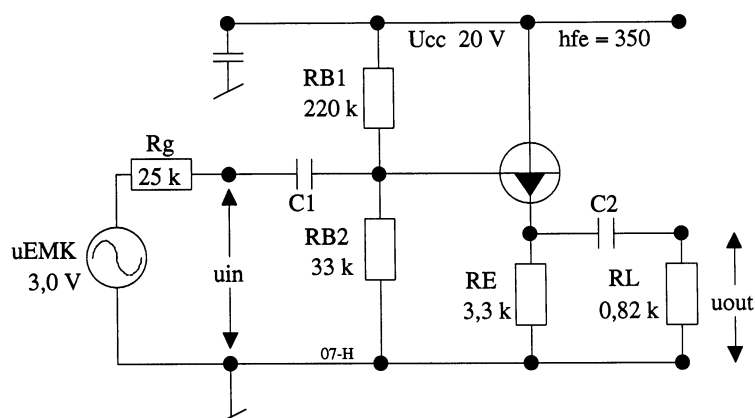
Den stiger.

**Hvilken betydning får det for spændingen på emitteren. Stiger eller falder den?**

Den stiger.

Når spændingen stiger på basis, stiger den på emitteren. Det giver en fasedrejning på 0 grader.

### 3.0 Eksempel 1



Beregn følgende.

UB er ca. \_\_\_\_\_

UE er ca. \_\_\_\_\_

IE er ca. \_\_\_\_\_

hie er ca. \_\_\_\_\_

Zin er ca. \_\_\_\_\_

Zout er ca. \_\_\_\_\_

Au er ca. \_\_\_\_\_

uin er ca. \_\_\_\_\_

uout er ca. \_\_\_\_\_

### 3.1 Facitliste til eksempel 1

$$U_B = \frac{U_{CC} \times R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

$$U_B = \frac{20 \text{ V} \times 33 \text{ k}}{220 \text{ k} + 33 \text{ k}} = \underline{2,6 \text{ V}}$$

$$U_E = U_B - 0,6 \text{ V}$$

$$U_E = 2,6 \text{ V} - 0,6 \text{ V} = \underline{2,0 \text{ V}}$$

$$I_E = \frac{U_E}{R_E} = \frac{2 \text{ V}}{3,3 \text{ k}} = \underline{606 \mu\text{A}}$$

$$h_{ie} = \frac{25 \text{ m}}{I_E} \times h_{fe}$$

$$h_{ie} = \frac{25 \text{ m}}{606 \mu} \times 350 = \underline{14,4 \text{ k}\Omega}$$

$$Z_{in} = R_{B1} // R_{B2} // (h_{ie} + (R_E // R_L) \times h_{fe}) =$$

$$Z_{in} = 220 \text{ k} // 33 \text{ k} // (14,4 \text{ k} + (3,3 \text{ k} // 0,82 \text{ k}) \times 350) =$$

$$Z_{in} = \underline{25,7 \text{ k}\Omega}$$

Hvis  $h_{ie}$ ,  $R_E$  og  $R_L$  udelades i formlen bliver  $Z_{in}$ .

$$Z_{in} = R_{B1} // R_{B2}$$

$$Z_{in} = 220 \text{ k} // 33 \text{ k} = \underline{28,6 \text{ k}\Omega}$$

**Her sættes  $Z_{in}$  til  $28,6 \text{ k}\Omega$**

$$Z_{out} = \frac{(h_{ie} + (R_{B1} // R_{B2} // R_g))}{h_{fe}}$$

$$Z_{out} = \frac{(14,4 \text{ k} + (220 \text{ k} // 33 \text{ k} // 25 \text{ k}))}{350} = \underline{77,5 \Omega}$$

$$A_u = \frac{R_E // R_L}{R_E // R_L + \frac{25\text{m}}{I_E}}$$

$$A_u = \frac{3,3\text{ k} // 0,82\text{ k}}{3,3\text{ k} // 0,82\text{ k} + \frac{25\text{m}}{0,606\text{m}}}$$

$$A_u = \underline{\underline{0,941\text{ gang} \sim 0\text{ dB}}}$$

Hvis generatormodstanden er stor, skal man være opmærksom på, at  $u_{EMK}$  og  $u_{in}$  er forskellige.

$$u_{in} = \frac{u_{gen} \times Z_{in}}{R_g + Z_{in}}$$

$$u_{in} = \frac{3\text{ V} \times 28,6\text{ k}}{25\text{ k} + 28,6\text{ k}} = \underline{\underline{1,6\text{ V}}}$$

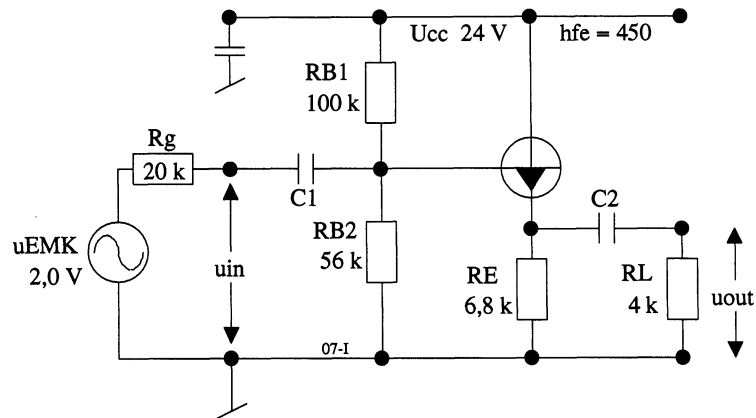
$$u_{out} = u_{in} \times A_u$$

$$u_{out} = 1,6\text{ V} \times 0,941 = \underline{\underline{1,5\text{ V}}}$$

Normalt sættes  $A_u$  til 1. Derfor er  $u_{out} = u_{in}$ .

## 4.0 Opgaver

### Opgave 1



Beregn følgende.

UB er ca. \_\_\_\_\_

UE er ca. \_\_\_\_\_

IE er ca. \_\_\_\_\_

Zin er ca. \_\_\_\_\_

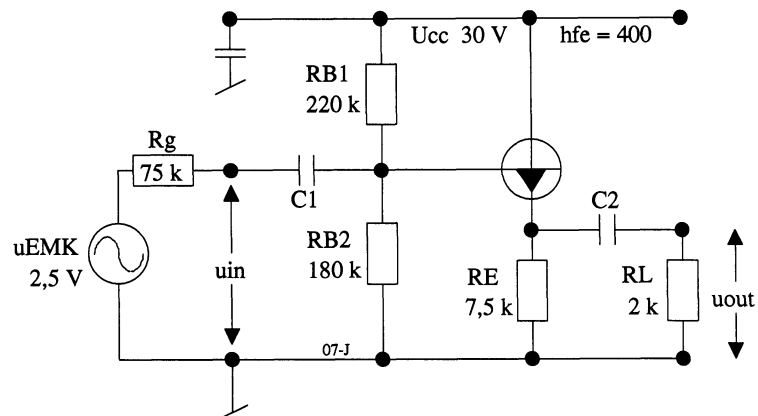
Zout er ca. \_\_\_\_\_

Au er ca. \_\_\_\_\_

uin er ca. \_\_\_\_\_

uout er ca. \_\_\_\_\_

## Opgave 2



Beregn følgende.

$U_B$  er ca. \_\_\_\_\_

$U_E$  er ca. \_\_\_\_\_

$I_E$  er ca. \_\_\_\_\_

$Z_{in}$  er ca. \_\_\_\_\_

$Z_{out}$  er ca. \_\_\_\_\_

$A_u$  er ca. \_\_\_\_\_

$u_{in}$  er ca. \_\_\_\_\_

$u_{out}$  er ca. \_\_\_\_\_

## 5.0 Facitliste

### DC beregninger, side 3

UB er ca. 7,3 V      UE er ca. 6,7 V      IE er ca. 985  $\mu$ A

hie er ca. 8,9 k $\Omega$ .

### Opgave 1, side 14

UB er ca. 8,6 V      UE er ca. 8,0 V      IE er ca. 1,2 mA

Zin er ca. 35 k $\Omega$       Zout er ca. 50  $\Omega$       Au er ca. 1 gg

uin er ca. 1,3 V      uout er ca. 1,3 V

### Opgave 2, side 15

UB er ca. 13,3 V      UE er ca. 12,9 V      IE er ca. 1,7 mA

Zin er ca. 98 k $\Omega$       Zout er ca. 120  $\Omega$       Au er ca. 1 gg

uin er ca. 1,3 V      uout er ca. 1,3 V