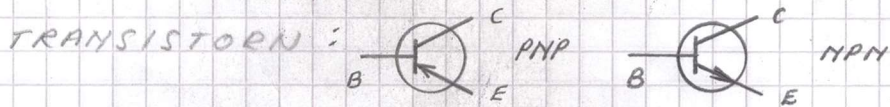
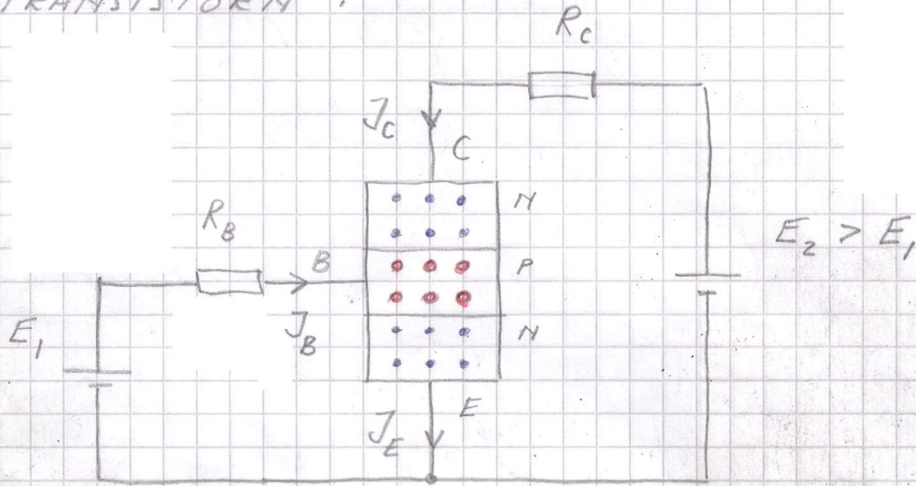


# TRANSISTORN (BIPOLAR TRANSISTORN)

SCHEMASYMBOLER FÖR PNP- OCH NPN-



FUNKTIONSBESKRIVNING AV NPN-  
TRANSISTORN:



E = EMITTER  
B = BAS  
C = KOLLEKTOR

OM ENDAST  $E_2$  ÄR ANSLUTEN, LEDER INTE TRANSISTORN MELLAN KOLLEKTOR OCH EMITTER. GENOM ATT KOPPLA IN  $E_1$ , VILL EMITTERNS ELEKTRONER GÅ MOT DESS PLUSPOL, MEN EFTERSOM  $E_2 > E_1$ , FORTSÄTTER MERPARTEN AV DEM MOT PLUSPOLEN PÅ  $E_2$

$$J_E = J_B + J_C$$

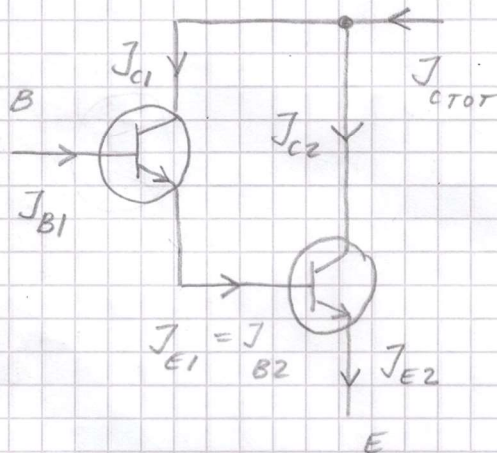
$$J_C = h_{FE} \cdot J_B$$

STÖRMÖRSTÄRKNINGSFAKTORN

1 "FÖRSTÄRKARSAMMANHANG VILL MAN HA STORT VÄRDE PÅ  $h_{FE}$  ( $\approx 100$ ).

NÄR TRANSISTORN ANVÄNDS SOM SWITCH (STRÖMBRYTARE) ÄR MAN MER INTRESSERAD AV SNABBHET, OCH DÅ KAN MAN ACCEPTERA TRANSISTORER MED LÄGRE  $h_{FE}$ .

EX) BESTÄM  $h_{FE\text{TOT}}$  FÖR DARLINGTON-KOPPLINGEN NEDAN.  $h_{FE} = 30$  FÖR VARDEA TRANSISTORN.



$$h_{FE\text{TOT}} = \frac{J_{CTOT}}{J_{B1}} = \frac{J_{C1} + J_{C2}}{J_{B1}} =$$

$$= \frac{h_{FE} \cdot J_{B1} + h_{FE} J_{B2}}{J_{B1}} =$$

$$= \left/ J_{B2} = J_{E1} = J_{B1} + J_{C1} = J_{B1} + h_{FE} J_{B1} \right/ =$$

$$= \frac{h_{FE} J_{BI} + h_{FE} (J_{BI} + h_{FE} J_{BI})}{J_{BI}} =$$

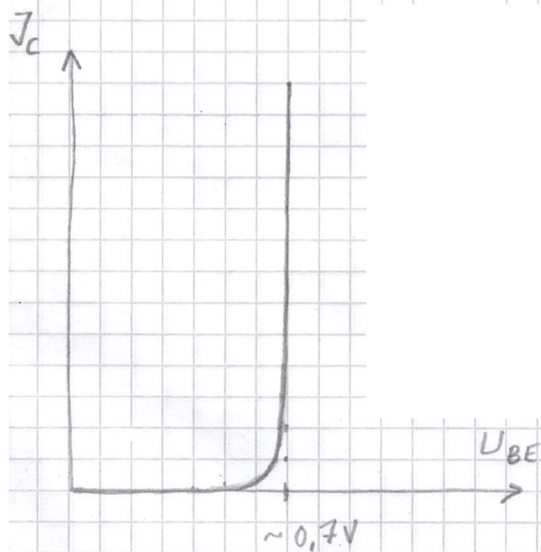
$$= h_{FE} + h_{FE} + h_{FE}^2 =$$

$$= h_{FE} (2 + h_{FE}) \approx h_{FE}^2$$

$$\uparrow$$

$$h_{FE} \gg 2$$

$$\rightarrow h_{FE_{TOT}} \approx 900 \quad (960)$$

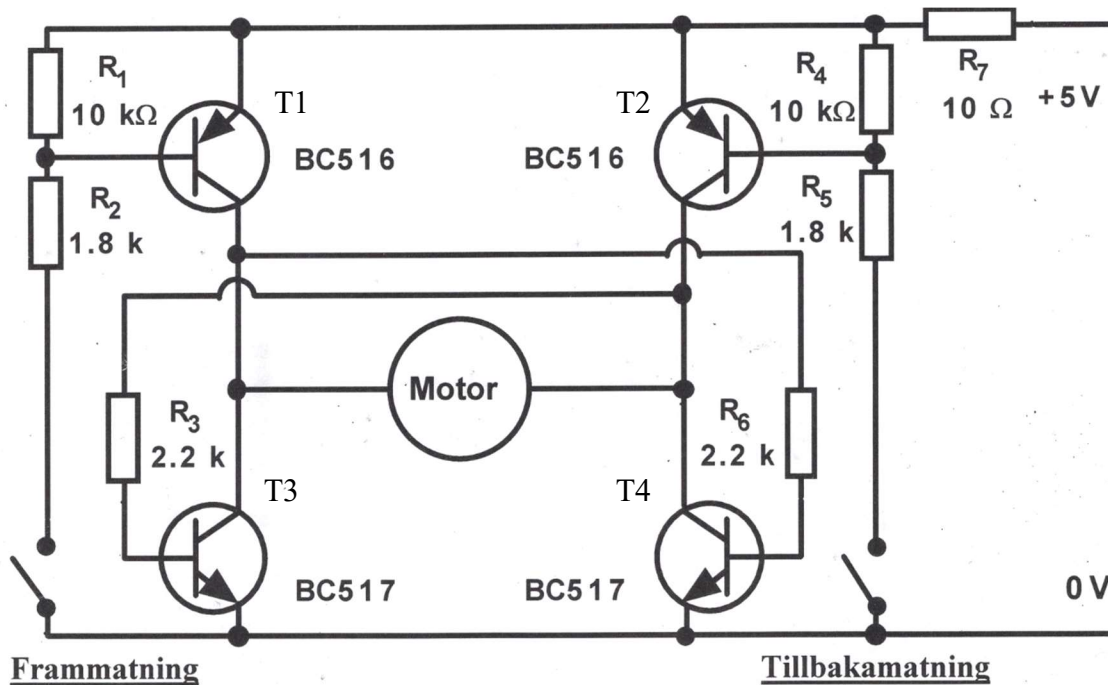


$$J_c = J_{c0} (e^{2U_{BE}} - 1)$$

JÄMFÖR MED DIODEN

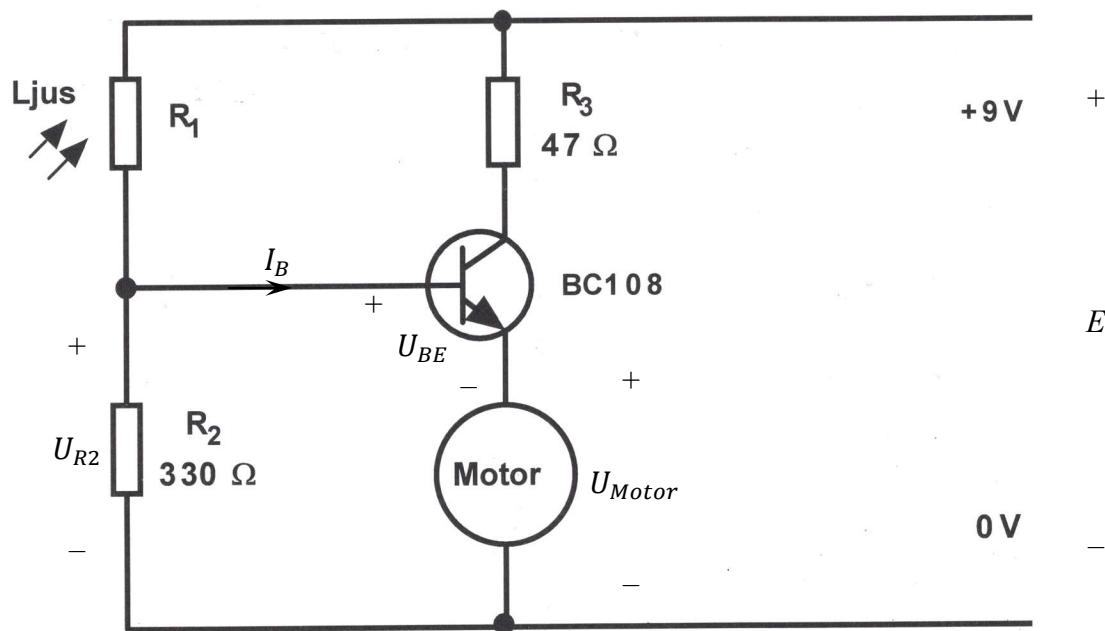
FÖR ATT TRANSISTORN SKALL  
LEDA KRÄVS 0,7 V MELLAN  
BAS OCH EMITTER.

## Fram- och tillbakamatning av film i en gammal kamera



När frammatningsbrytaren sluts kommer en ström att flyta genom  $R_1$  och  $R_2$ . Spänningen över  $R_1$  kommer upp till 0,7 V varvid T1 börjar leda och dess kollektorström delar upp sig så att en försumbar men tillräcklig del går in till basen på T4 för att få den att leda. Merparten av strömmen från T1 går ner till motorn och flyter från vänster till höger och ut genom T4. Då tillbakamatningsbrytaren sluts leder istället T2 och T3 på samma sätt som T1 och T4 nyss gjorde och strömmen genom motorn går åt motsatt håll varvid rotationsriktningen ändras.

## Optisk styrning av en likströmsmotor



$R_1$  är en fotoresistor

$R_1 = 75 \Omega$  vid belysning och  $40 \text{ k}\Omega$  vid mörker.

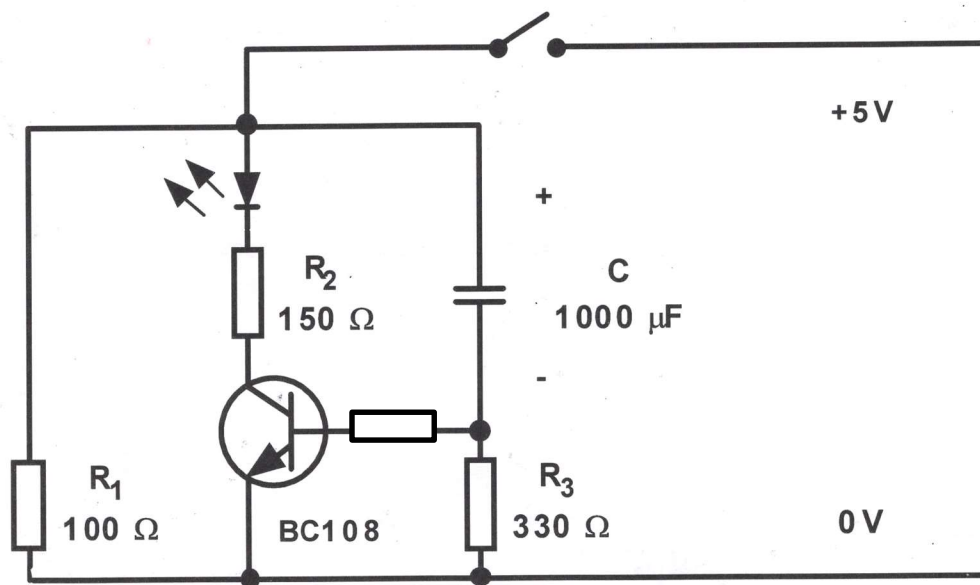
Om  $I_B$  försummas blir  $U_{R2}$  enligt spänningsdelningslagen:

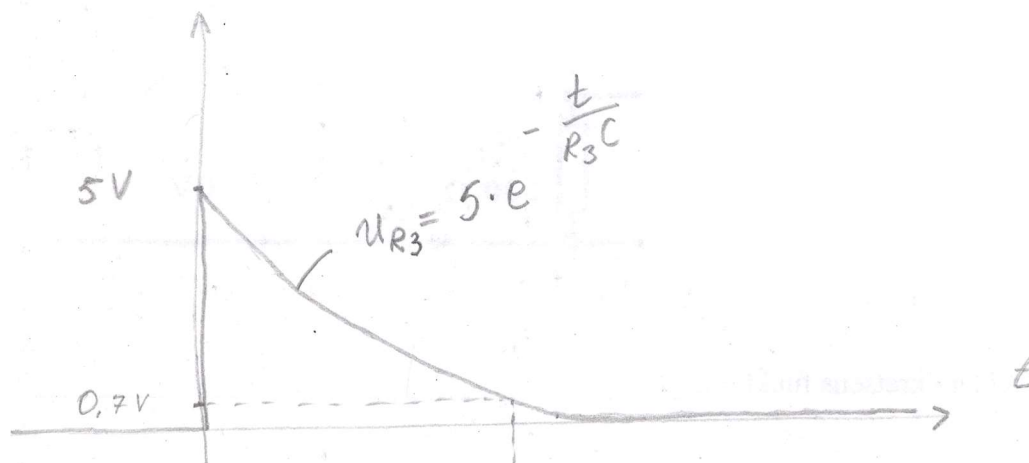
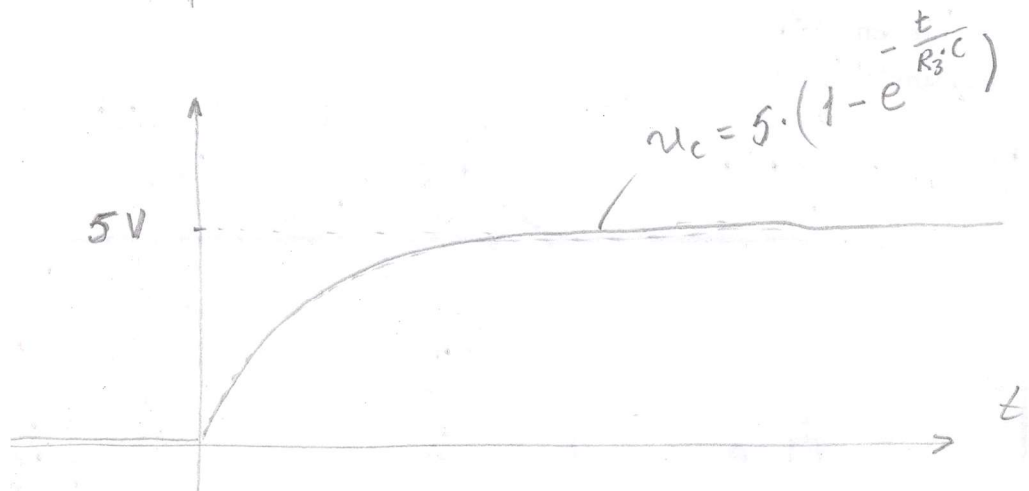
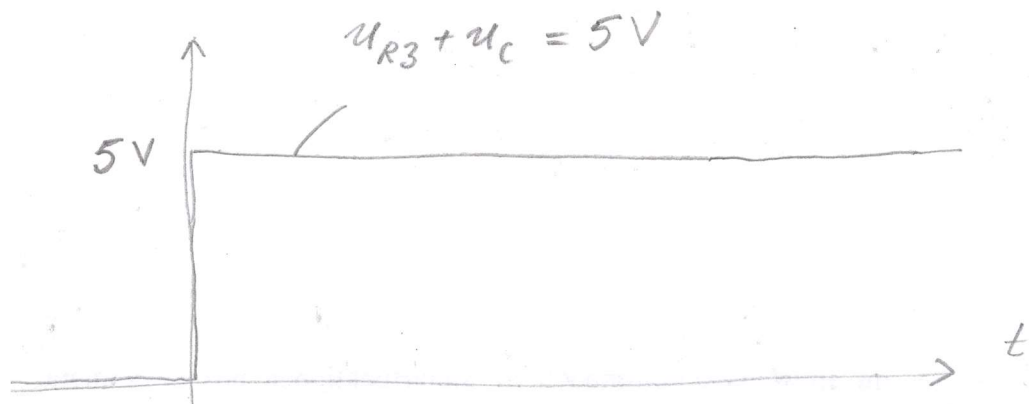
$$U_{R2} \approx E \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Belysning  $\Rightarrow U_{R2} \approx 7,3 \text{ V} \Rightarrow U_{BE} \approx 0,7 \text{ V}$  och  $U_{Motor} \approx 6,6 \text{ V} \Rightarrow$  Transistorn leder och motorn snurrar.

Mörker  $\Rightarrow U_{R2} \approx 7,4 \text{ mV} \Rightarrow U_{BE} < 0,7 \text{ V}$  och  $U_{Motor} = 0 \text{ V} \Rightarrow$  Transistorn leder ej och motorn står stilla.

Nedan ser du en *slow-motion*-modell av slutarfunktionen hos en kamera. Istället för en elektromagnet som öppnar och stänger slutaren, har vi en lysdiod som blinkar till en kort stund även om du håller avtryckaren intryckt.



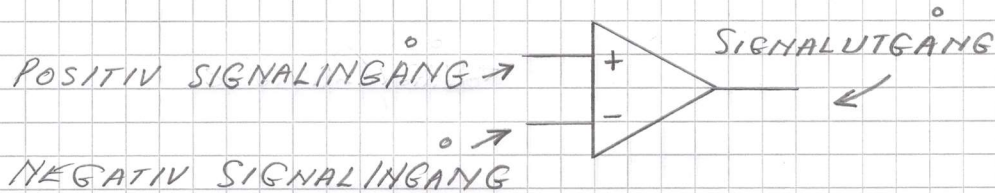


HÄR SLUTAR BC108

ATT LEDA

# OPERATIONSFÖRSTÄRKARE OP

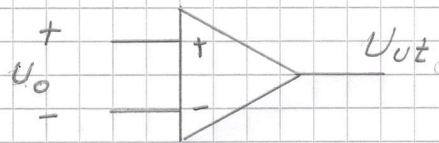
SCHEMASYMBOL :



EN IDEAL OP HAR FYRA KÄNNE -  
TECKNANDE EGENSKAPER :

- 1) OÄNDLIG RÄFÖRSTÄRKNING
- 2) OÄNDLIGT HÖG INIMPEDANS
- 3) UTIMPEDANSEN LIKA MED NOLL
- 4) OÄNDLIGT FREKVENSSOMFÅNG

1)

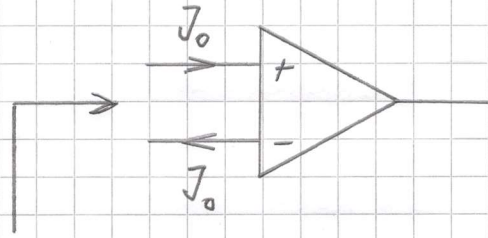


$$F_{OP} = \frac{U_{ut}}{U_0} \rightarrow \infty$$

$$U_0 = \frac{U_{ut}}{F_{OP}} \Rightarrow U_0 = 0$$



2/



$$Z_{in_{OP}} \rightarrow \infty \Rightarrow J_0 = 0$$

3/

$$Z_{ut_{OP}} = 0 \quad \text{MEDGER}$$

STORT STRÖMUTTAG

4/

ÖVRE GRÄNSFREKVENNS  $f_0 \rightarrow \infty$

UNDRE GRÄNSFREKVENNS  $f_u = 0$

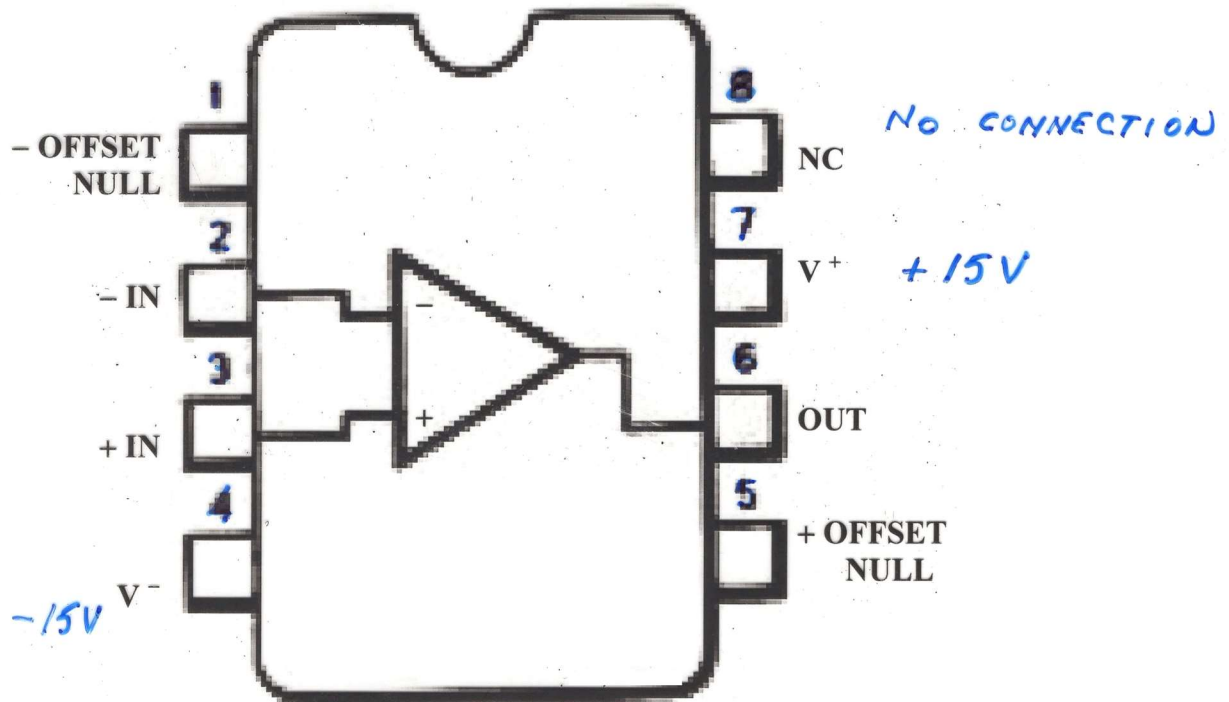
OP: N FÖRSTÄRKER ALLT,

FRÅN LIKSPÄNNING OCH

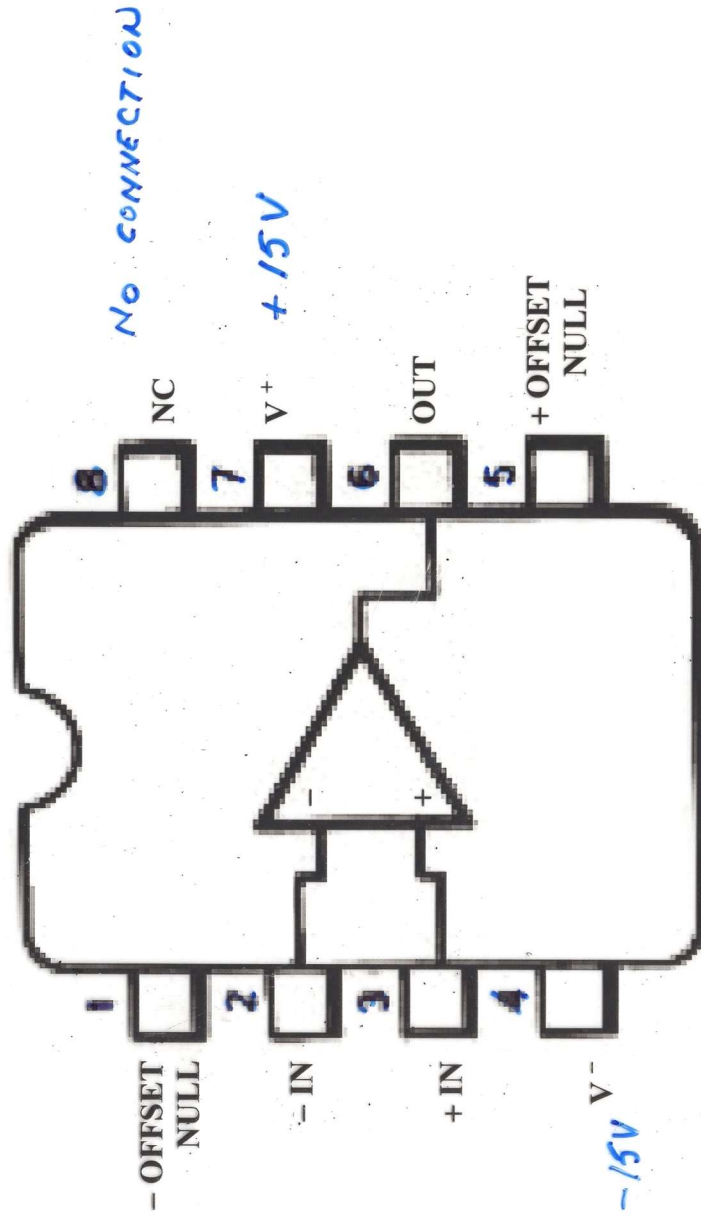
UPP TILL HÖGFREKVENT

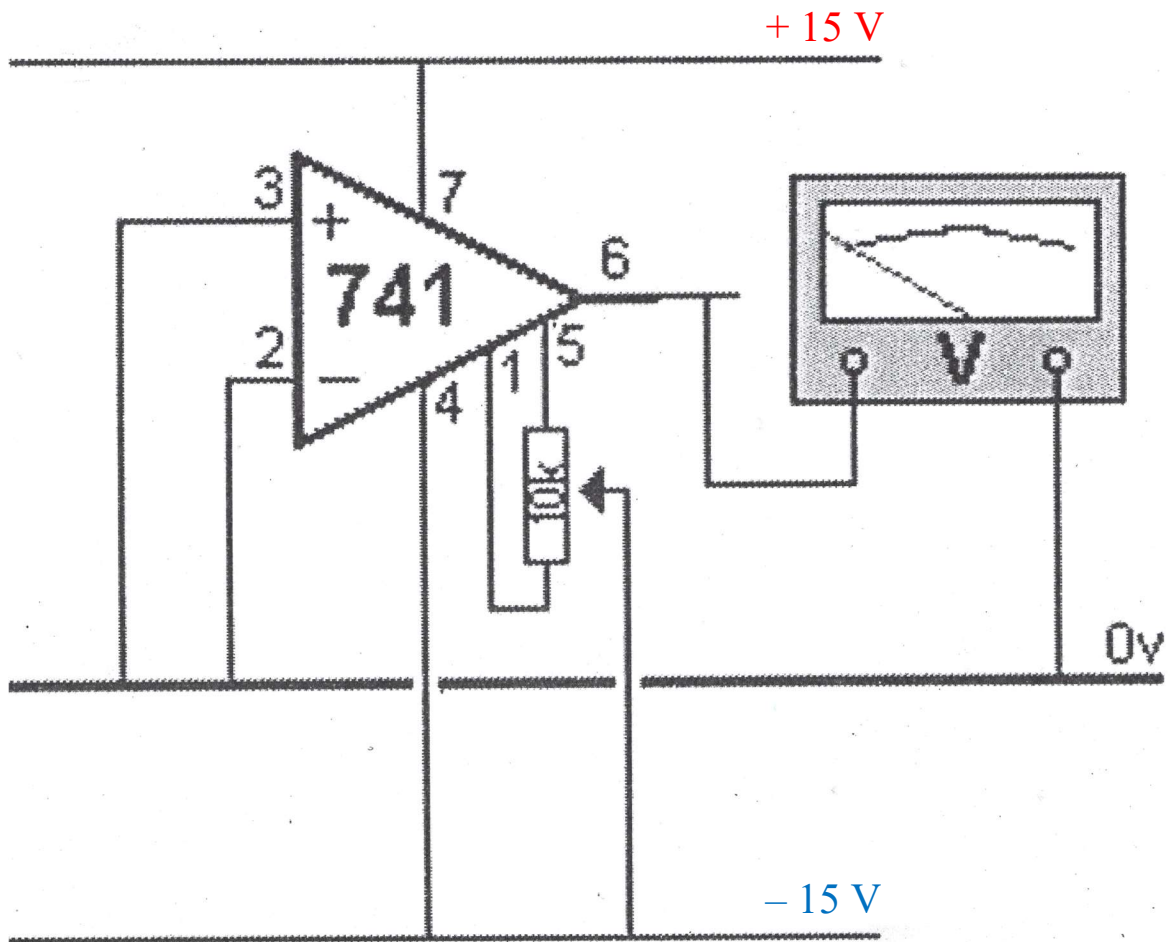
VÄXELSPÄNNING.

# Operationsförstärkare – “741:an”



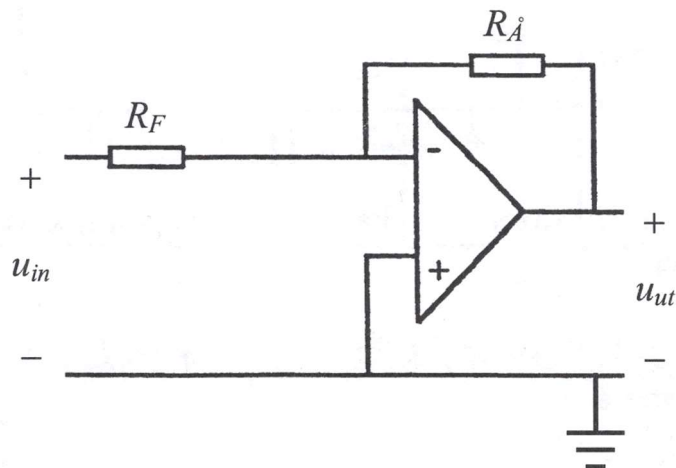
# Operationsförstärkare – “741:an”

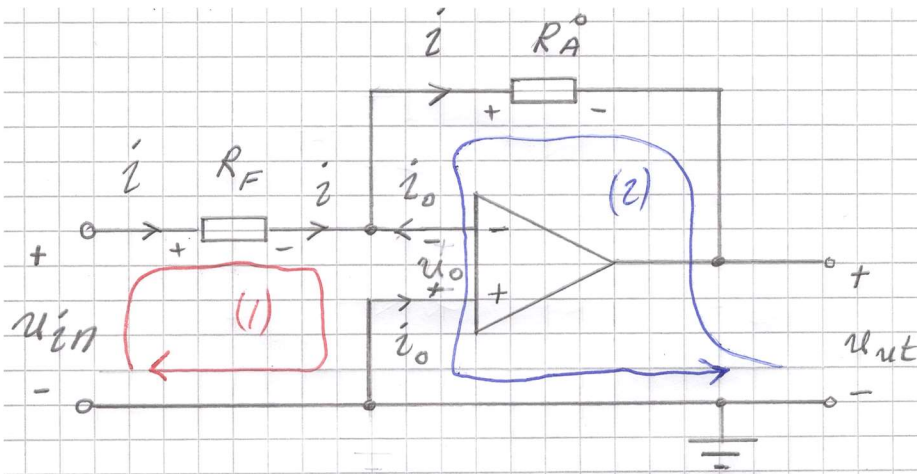




Ex) Inverterande koppling

En inverterande koppling med ideal operationsförstärkare enligt figuren nedan, skall ha inimpedansen  $600\ \Omega$  och spänningsförstärkningen  $-28$  gånger. Bestäm  $R_A$  och  $R_F$ .





$$+ u_{in} - R_F i + u_0 = 0 \quad \dots (1)$$

$$+ u_{out} + R_A i + u_0 = 0 \quad \dots (2)$$

$$(1) \Rightarrow i = \frac{u_{in}}{R_F}$$

$$(2) \Rightarrow i = - \frac{u_{out}}{R_A}$$

$$\Rightarrow \frac{u_{in}}{R_F} = - \frac{u_{out}}{R_A}$$

$$\Rightarrow \frac{u_{out}}{u_{in}} = - \frac{R_A}{R_F}$$

- 28 GÄNGER

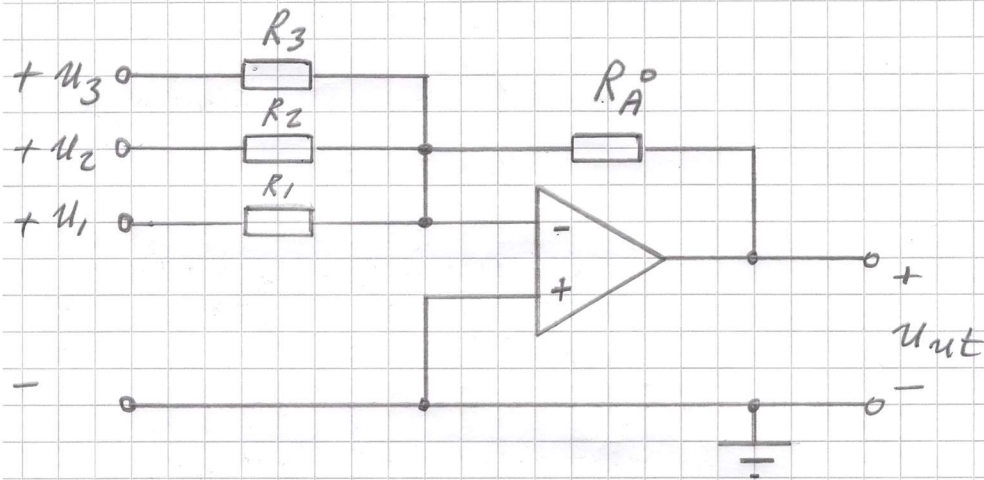
$$Z_{in} = \frac{u_{in}}{i}$$

$$(1) \rightarrow \frac{u_{in}}{i} = R_F$$

$$\text{ALLTSA} \quad Z_{in} = R_F = 600 \Omega$$

$$\Rightarrow -28 = -\frac{R_A^o}{600} \Rightarrow R_A^o = 16,8 k\Omega$$

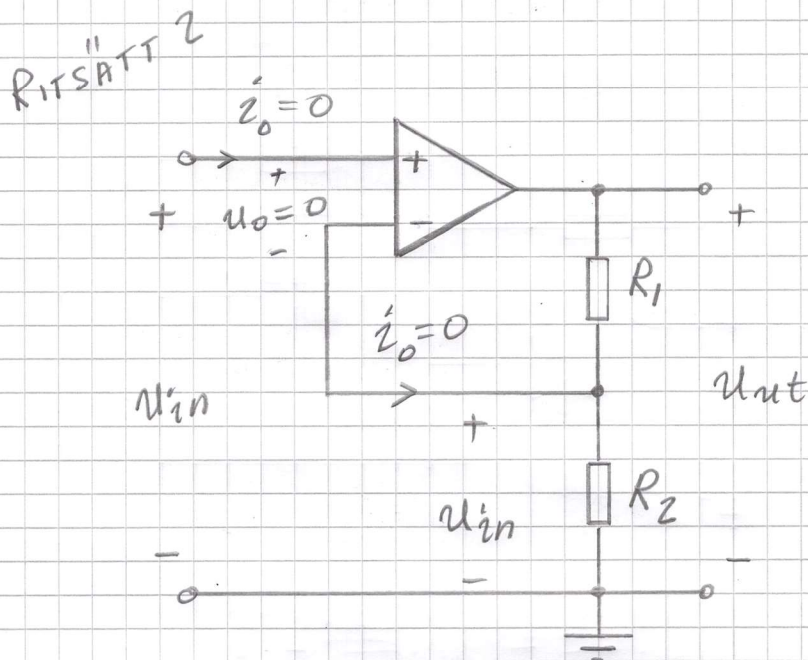
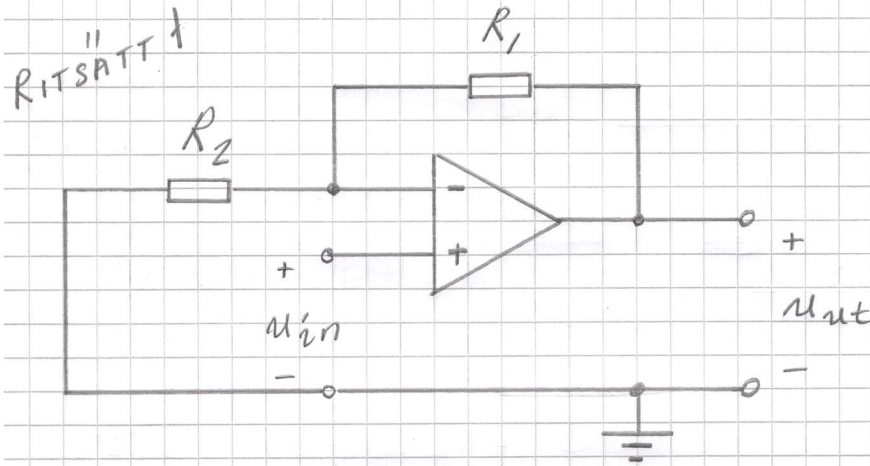
### SPECIALFALL - SUMMATORN



$$u_{ut} = -\frac{R_A^o}{R_1} \cdot u_1 - \frac{R_A^o}{R_2} \cdot u_2 - \frac{R_A^o}{R_3} \cdot u_3$$

$$u_{ut} = -R_A^o \left( \frac{u_1}{R_1} + \frac{u_2}{R_2} + \frac{u_3}{R_3} \right)$$

# ICKE INVERTERANDE KOPPLING



SPÄNNINGSDELNINGSLAGEN →

$$u_{in} = u_{out} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow$$

$\frac{u_{out}}{u_{in}} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \text{ ELLER } \frac{u_{out}}{u_{in}} = \frac{R_1}{R_2} + 1$
--

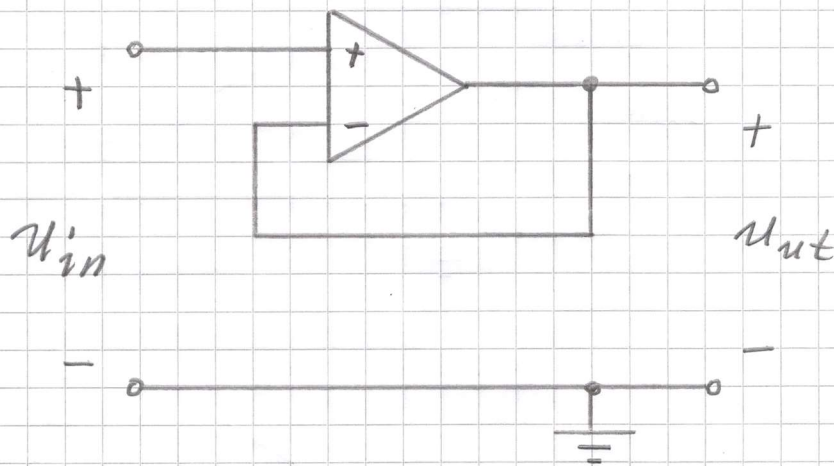
## SPECIALFALL - SPÄNNINGSFÖLJAREN

SÄTT  $R_1 = 0$  (KORTSLUTNING)

OCH  $R_2 = \infty$  (AVBROTT)

$$\frac{u_{ut}}{u_{in}} = 1$$

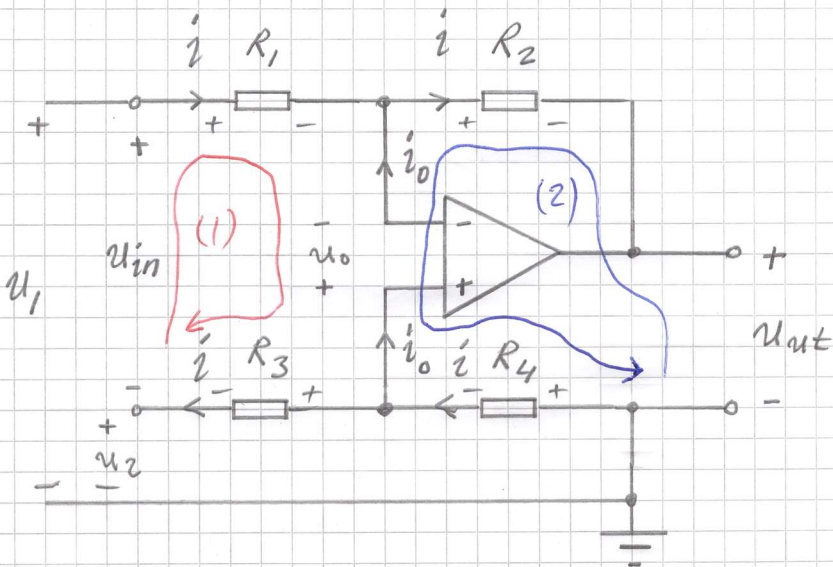
$$\Rightarrow u_{ut} = u_{in}$$



MEDGER STORT STRÖMUTTAG,  
BELASTAR INTE OBJEKTET  
DEN ANSLUTS TILL ( $i_o = 0$ )



# DIFFERENSFÖRSTÄRKARE



$$u_{in} = u_1 - u_2$$

$$+u_{in} - R_1 i + u_o - R_3 i = 0 \dots (1)$$

$$+u_{ut} + R_2 i + u_o + R_4 i = 0 \dots (2)$$

$$(1) \Rightarrow i = \frac{u_{in}}{R_1 + R_3}$$

$$(2) \Rightarrow i = - \frac{u_{ut}}{R_2 + R_4}$$

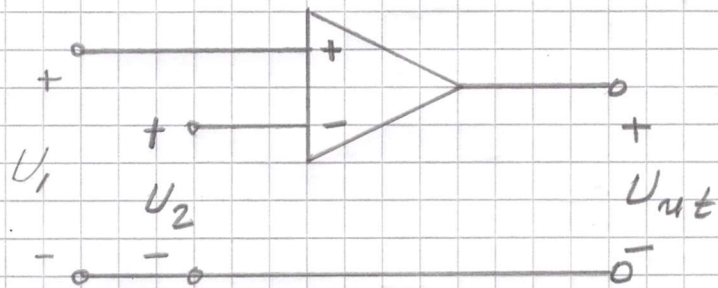
$$\frac{u_{in}}{R_1 + R_3} = - \frac{u_{ut}}{R_2 + R_4} \Rightarrow$$

$\frac{u_{ut}}{u_{in}} = - \frac{R_2 + R_4}{R_1 + R_3}$
---

$u_{in} = u_1 - u_2$   
 DIFFERENS-  
 FÖRSTÄRKARE

# KOMPARATORN

$U_1$  "JÄMFÖRS" MED  $U_2$ .



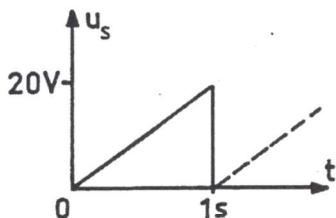
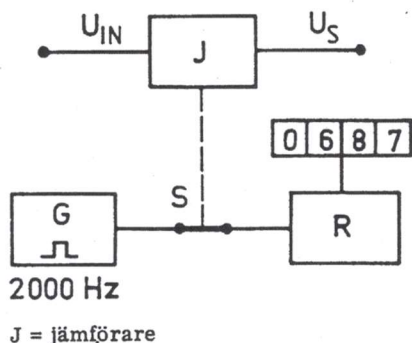
$U_1 > U_2 \Rightarrow U_{ut}$  "HÖG"

$U_1 < U_2 \Rightarrow U_{ut}$  "LÅG"

Elektronikens snabba utveckling sedan 1950-talet har medfört att de konventionella visarinstrumenten i allt högre grad ersatts av elektroniska visar- eller siffrerisande instrument.

Moderna elektroniska instrument innehåller många komponenter, men dessa är av standardtyp och är därför billiga. Komponenterna är också enkla att montera och instrumenten klarar normalt en mindre varsam, dock inte ovarsam, behandling. De kan, förhållandevis enkelt, skräddarsys för olika tillämpningar, t ex för mätningar vid höga frekvenser, höga temperaturer etc. I de flesta fall kräver de speciell strömförsörjning.

Elektroniska instrument kan vara uppbyggda enligt figur 4.7a, som visar principen för en enkel voltmeter.



Figur 4.7 a, b. Elektronisk voltmeter och voltmeters svepspänning.

Jämföraren matas dels med den spänning  $U_{in}$ , som skall mätas och dels med en noggrann svepspänning  $u_s$ , som i detta enkla exempel stiger från noll till 20 V på en sekund (figur 4.7b). När  $u_s$  är noll slutes switchen S och

räkaren räknar in pulser från generatoren. När  $u_s = U_{in}$  bryter jämföraren "kontakten" S, som naturligtvis är elektronisk och brukar kallas grind. Om inspänningen är 15,83 V hinner räkaren att räkna in 1583 pulser innan jämföraren stoppar räkningen.

När svepspänningen återgått till nollaget upprepas förloppet. Under den nya mätperioden kvarstår det "gamla" mätvärdet på displayen, som i detta fall får ett uppdaterat värde en gång per sekund. Genom att ändra svepspänningens storlek eller, enklare, genom att dämpa eller förstärka inspänningen i bestämda steg kan mätområdet ändras. Naturligtvis kan helt andra värden på svepspänningens storlek, periodtid samt pulsfrekvens väljas.