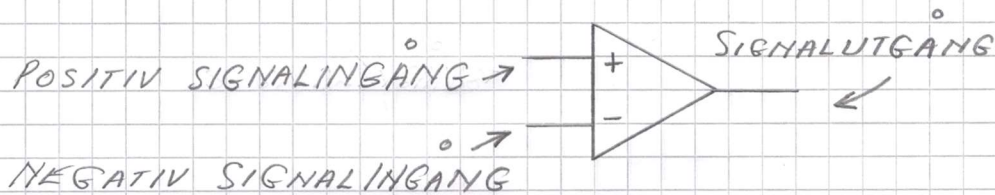


OPERATIONSFÖRSTÄRKARE OP

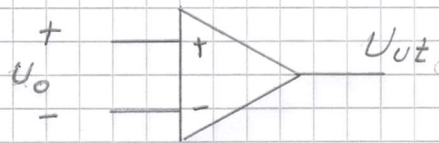
SCHEMASYMBOL :



EN IDEAL OP HAR FYRA KÄNNE -
TECKNANDE EGENSKAPER :

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

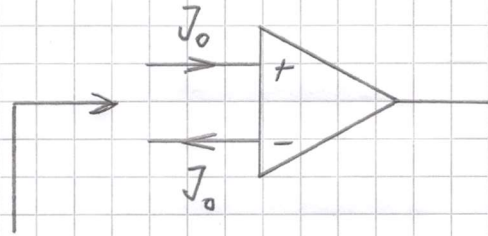
1)



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

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

2/



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

3/

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

STORT STRÖMUTTAG

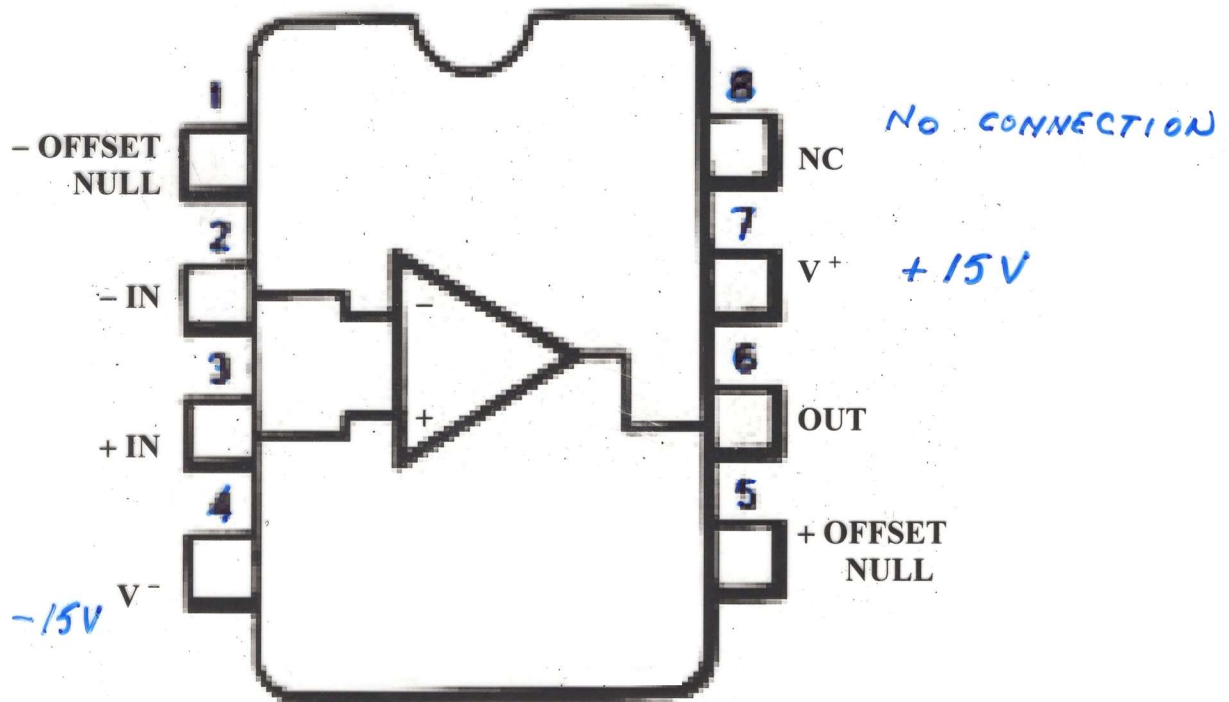
4/

ÖVRE GRÄNSFREKVENNS $f_0 \rightarrow \infty$

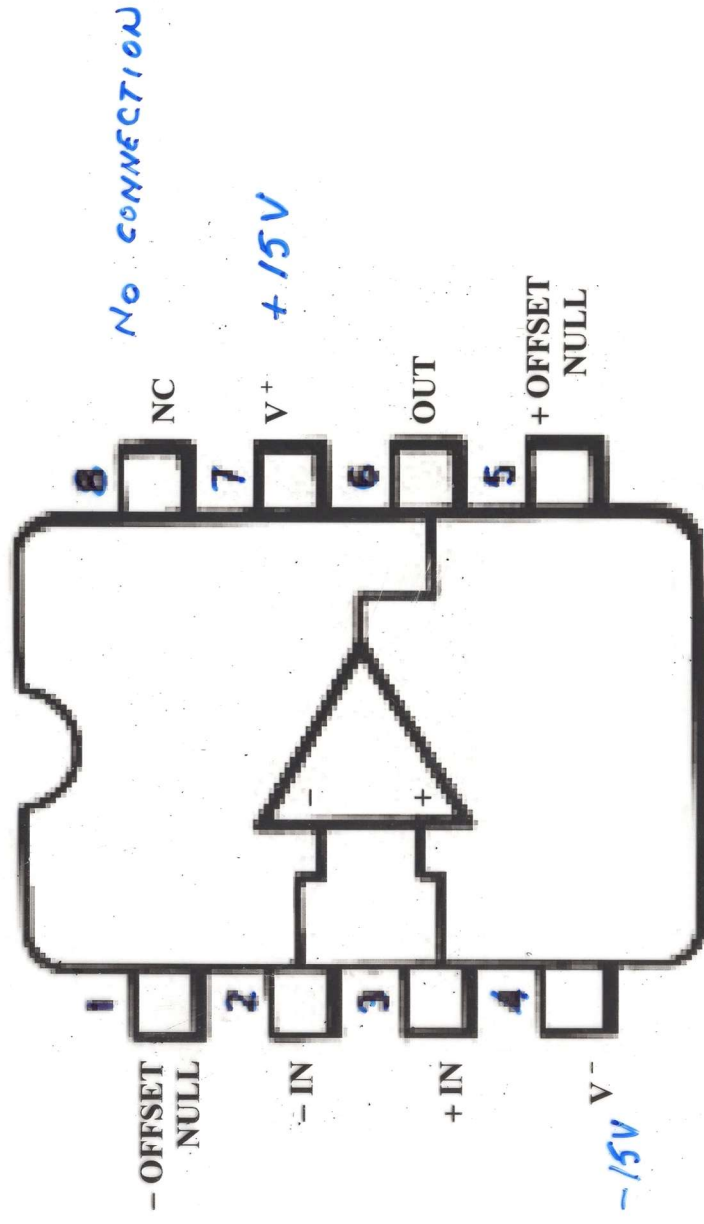
UNDRE GRÄNSFREKVENNS $f_u = 0$

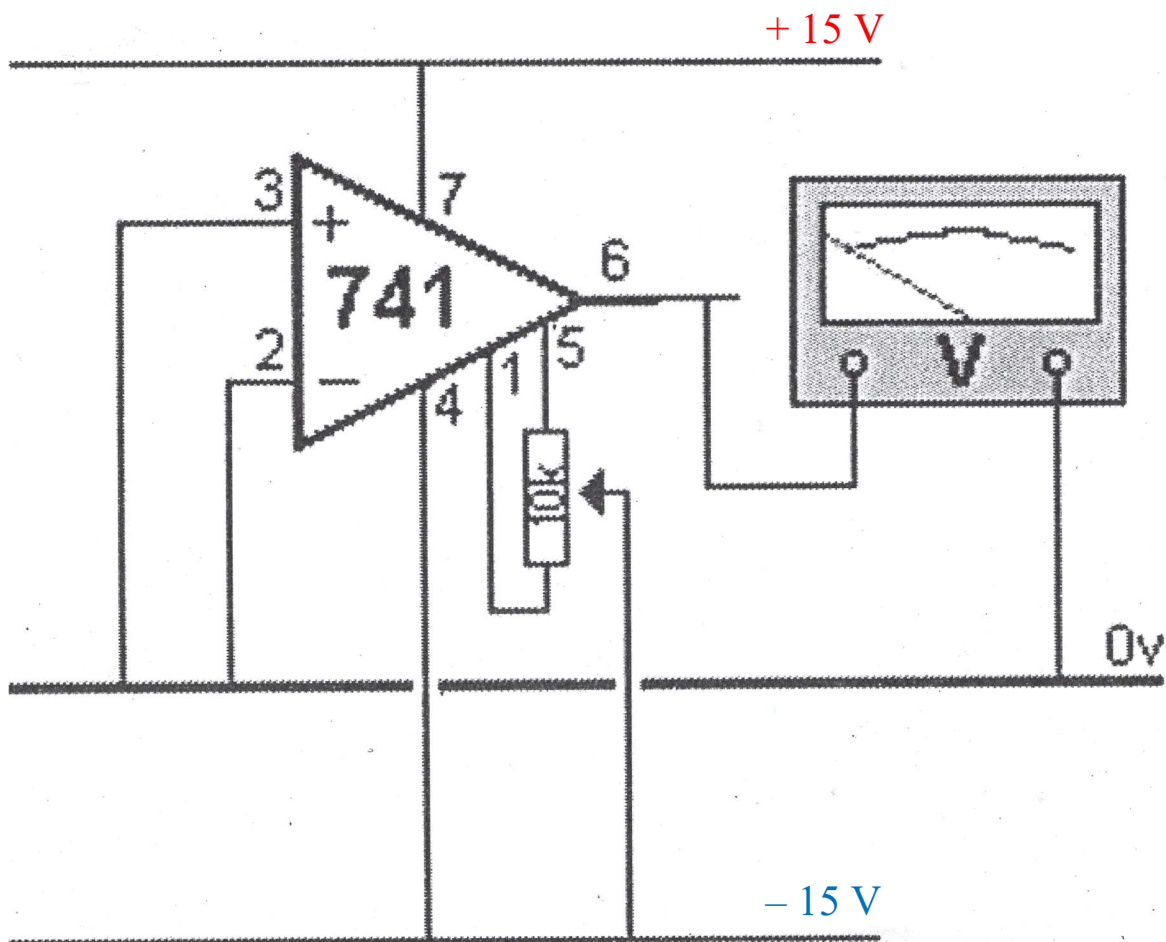
OP: N FÖRSTÄRKER ALLT,
FRÅN LIKSPÄNNING OCH
UPP TILL HÖGFREKVENT
VÄXELSPÄNNING.

Operationsförstärkare – “741:an”



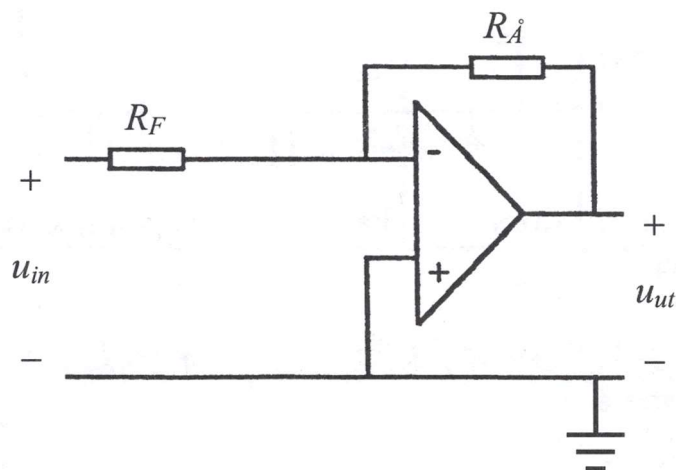
Operationsförstärkare – “741:an”

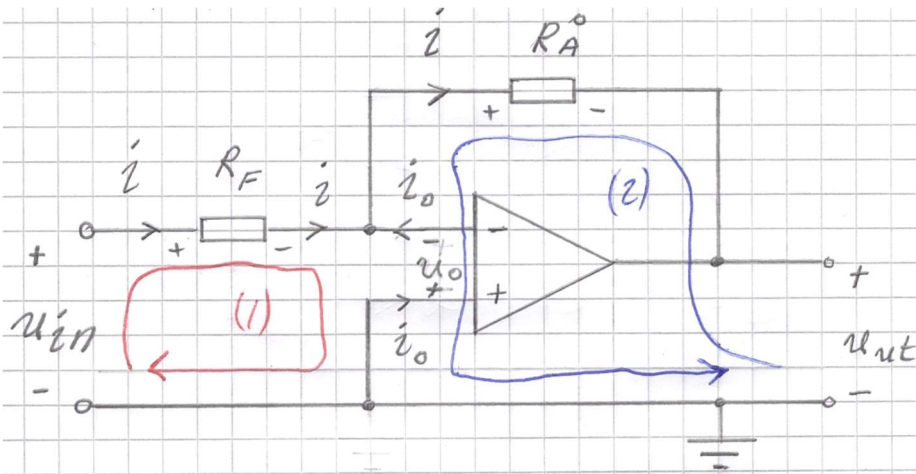




Inverterande koppling

F1.1a) 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

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

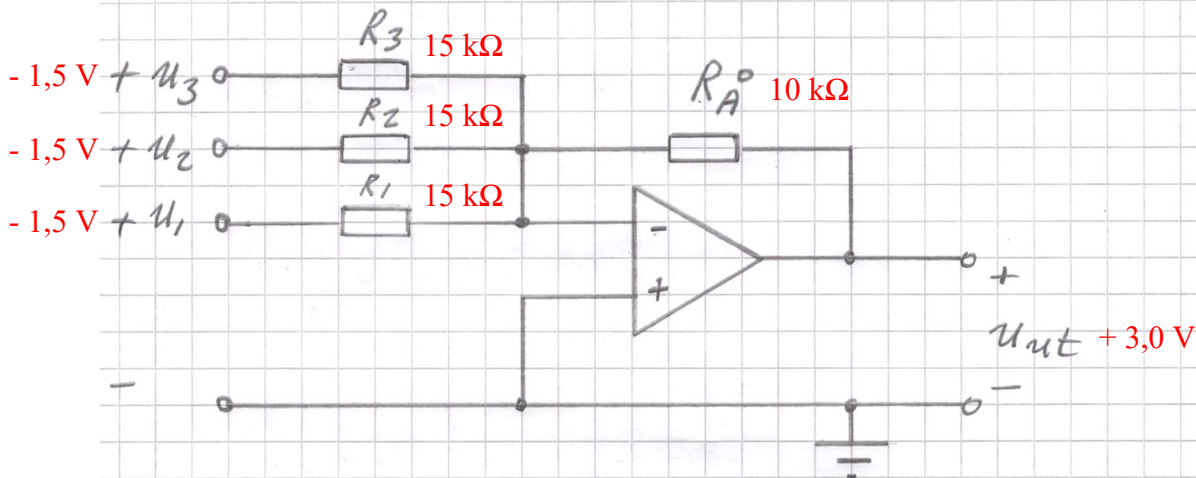
$$(1) \rightarrow \frac{u_{in}}{i} = R_F$$

$$\text{ALLTSÅ } Z_{in} = R_F = 600 \Omega$$

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

SPECIALFALL - SUMMATÖRN

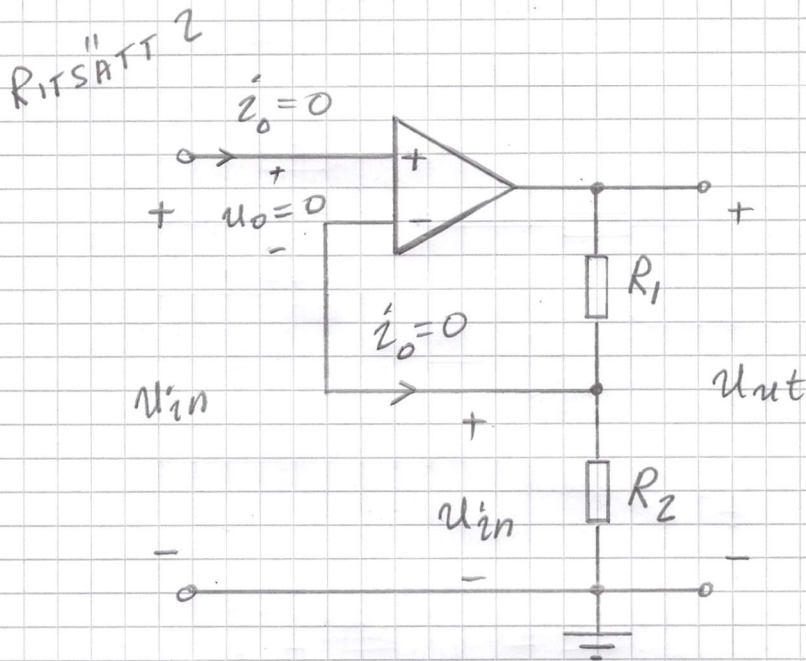
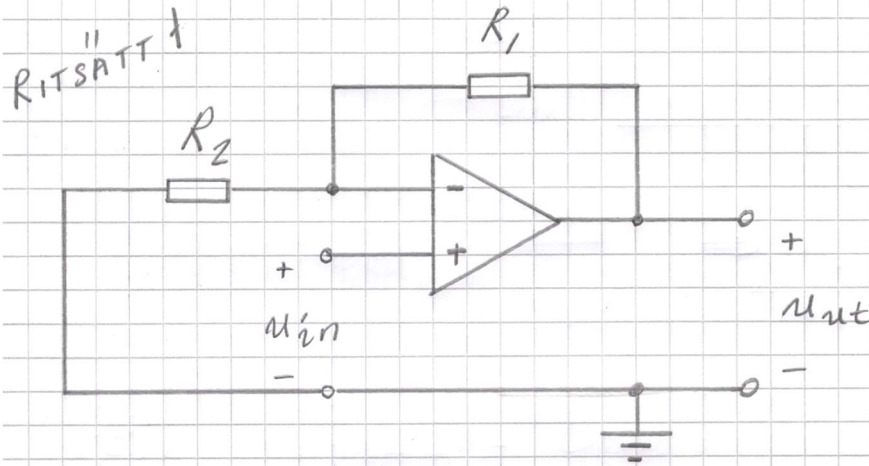
Lös uppgift F1.1b)



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

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

ICKE INVERTERANDE KOPPLING



SPÄNNINGSDELNINGSLAGEN →

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

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

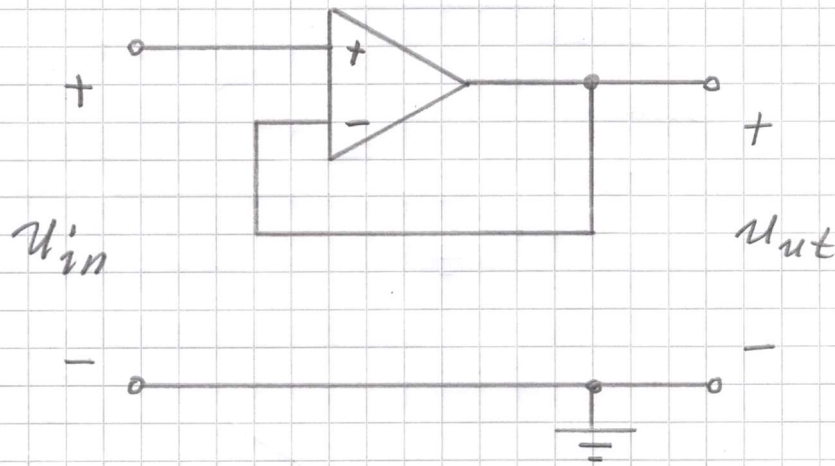
SPECIALFALL - SPÄNNINGSFÖLJAREN

SÄTT $R_1 = 0$ (KORTSLUTNING)

OCH $R_2 = \infty$ (AVBROTT)

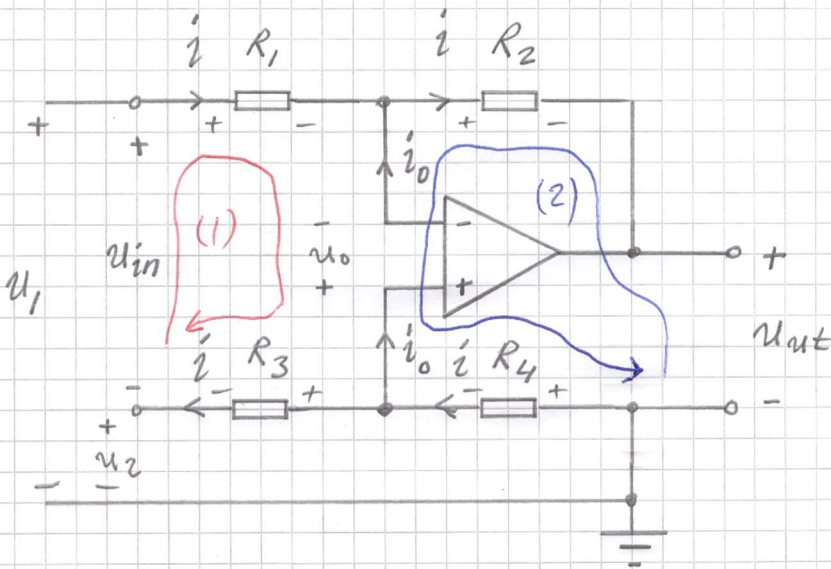
$$\frac{u_{ut}}{u_{in}} = 1$$

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



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

DIFFERENSFÖRSTÄRKARE



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

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

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

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

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

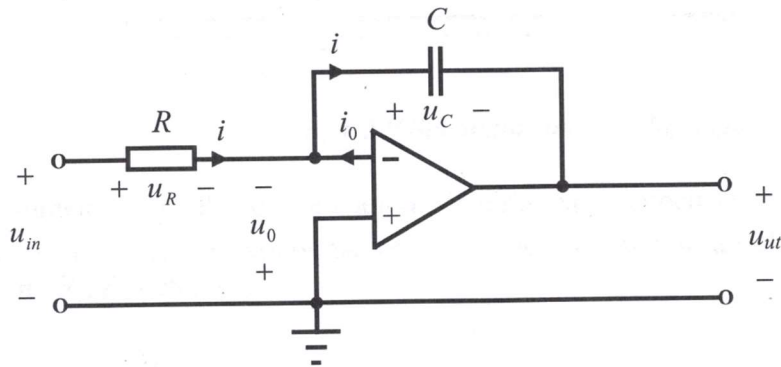
$$\frac{u_{in}}{R_1 + R_3} = - \frac{u_{ut}}{R_2 + R_4} \Rightarrow$$

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

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

5.3.4 Integratorn

Som framgår av namnet borde ju en integrator vara en koppling där utsignalen i någon mening är integralen av insignalen. I figur 5.11 finns en sådan koppling.



Figur 5.11 Integrator

Eftersom i_0 är noll blir strömmen densamma genom R och C . För kondensatorn gäller då att

$$i = C \cdot \frac{du_C}{dt} \quad (5.5)$$

och för resistorn

$$i = \frac{u_R}{R} \quad (5.6)$$

Spänningen u_0 är också noll vilket betyder att $u_C = -u_{ut}$ och $u_R = u_{in}$. Därmed kan ekvationerna (5.5) och (5.6) skrivas om som

$$i = -C \cdot \frac{du_{ut}}{dt} \quad (5.7)$$

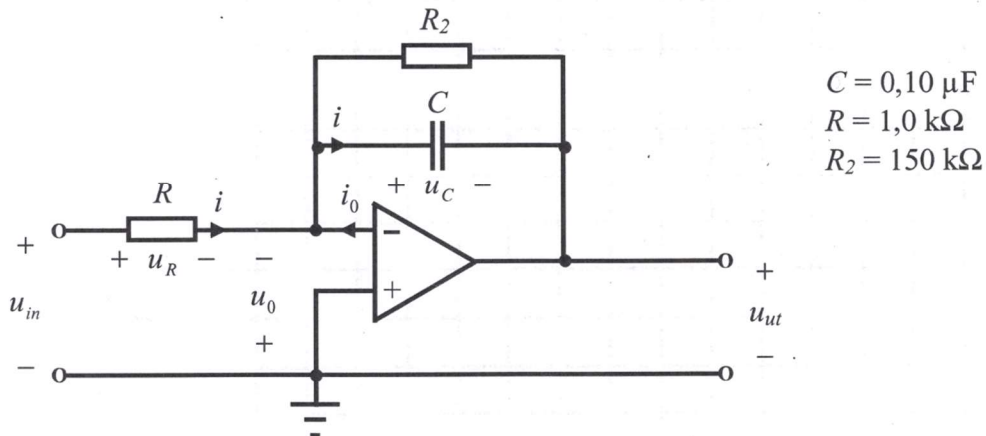
respektive

$$i = \frac{u_{in}}{R} \quad (5.8)$$

Eftersom ekvationerna (5.7) och (5.8) är två uttryck för samma ström kan vi sätta samman dem.

$$\frac{u_{in}}{R} = -C \cdot \frac{du_{ut}}{dt} \Rightarrow u_{ut} = -\frac{1}{CR} \cdot \int u_{in} dt \quad (5.9)$$

Koppla nu upp en integrator enligt figur 5.12 och sätt dit en stor resistor R_2 parallellt med kondensatorn.



Figur 5.12 Integrator för praktiskt bruk

Om R_2 är mycket större än kondensatorns reaktans X_C blir strömmen genom R_2 försumbar.

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \quad (5.10)$$

Beräkna X_C för den aktuella signalfrekvensen, se tidsuttrycket för u_m nedan.

$$X_C = \dots 1,6 \dots \text{ k}\Omega$$

Kan man anse att R_2 är mycket större än X_C ? $\text{JA} \dots (150 \gg 1,6)$

Anledningen till att R_2 måste finnas med, är att förhindra operationsförstärkarens utsignal u_{ut} från att driva iväg mot + 15 V eller - 15 V om laddning håller sig kvar i kondensatorn. En orsak till att laddning kan byggas upp i kondensatorn är exempelvis om insignalen innehåller en liten likspänningskomponent (DC-offset).

$$u_{ut} = - \frac{1}{CR} \int u_{in} dt$$

$$u_{ut} = - \frac{1}{0,10 \cdot 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot 10^3} \int 1,0 \sin(2000\pi t) dt =$$

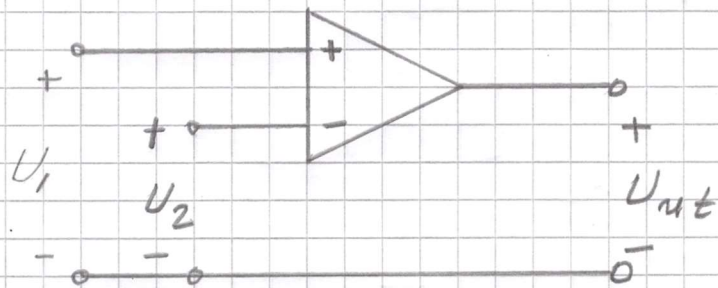
$$= - 10^4 \left[\frac{-\cos(2000\pi t)}{2000\pi} + \text{KONSTANT} \right] =$$

↑
= 0 PÅGA R_2

$$= 1,6 \cos(2000\pi t) \text{ V}$$

KOMPARATORN

U_1 "JÄMFÖRS" MED U_2 .



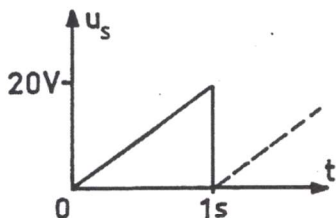
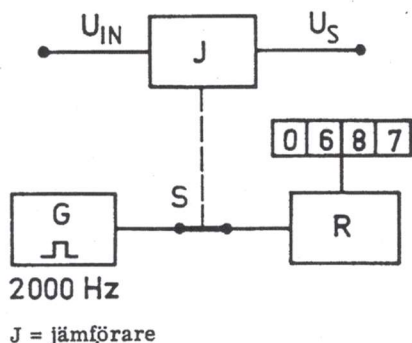
$U_1 > U_2 \Rightarrow U_{ut}$ "HÖG"

$U_1 < U_2 \Rightarrow U_{ut}$ "LÅG"

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