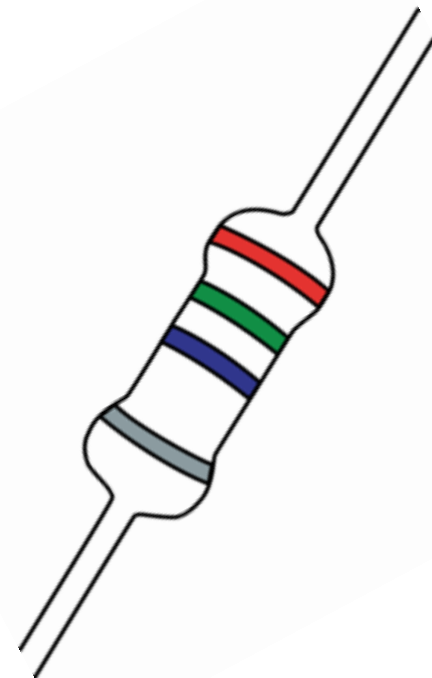


Föreläsning 1 – Ip2

Förstärkare

Differentiella Förstärkare

Negativ Återkoppling



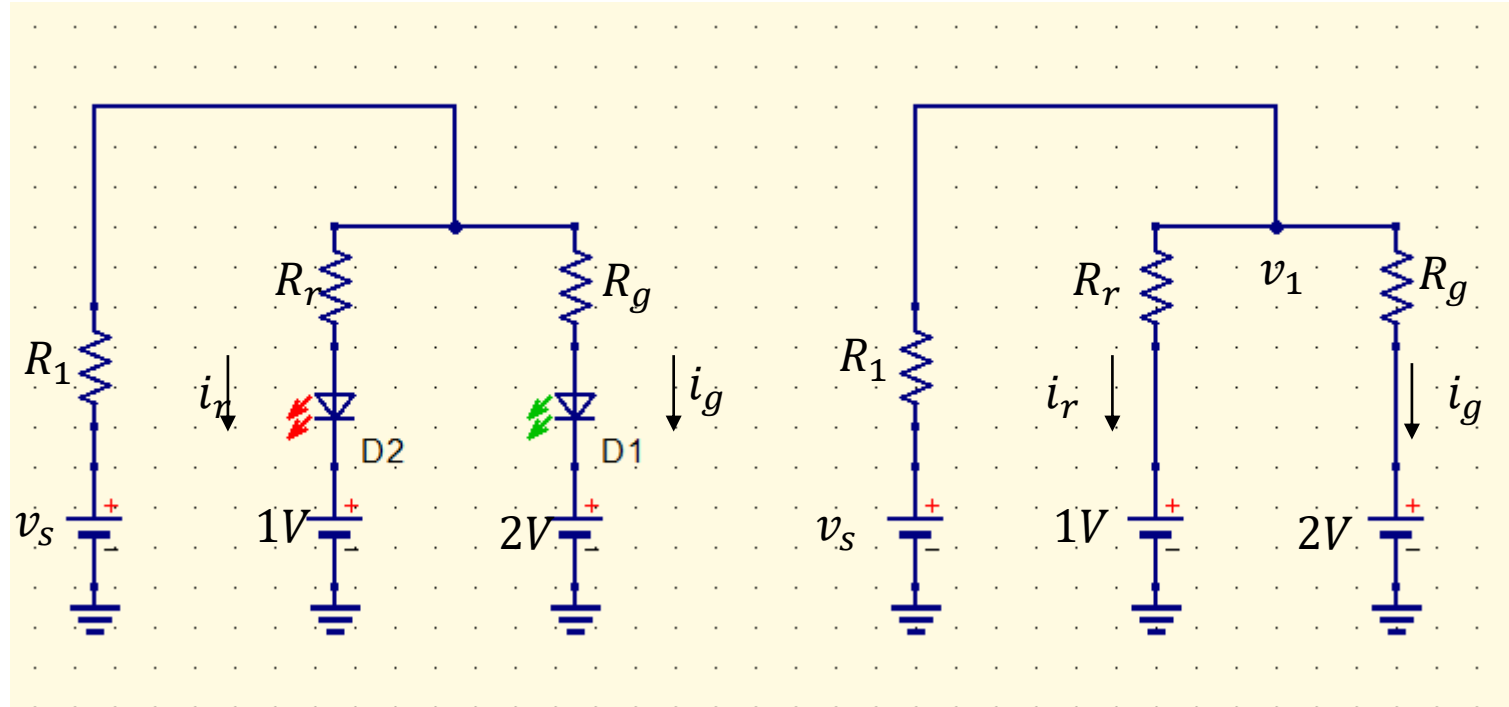
Tenta

Rättning pågår!

4 av 6 uppgifter rättade.

Lösningar finns på hemsidan.

Uppgift 5



'Gissa' D1 och D2 beroende på v_s

D1 framspänd - $v_s > 2V$. D2 framspänd $v_s > 1V$

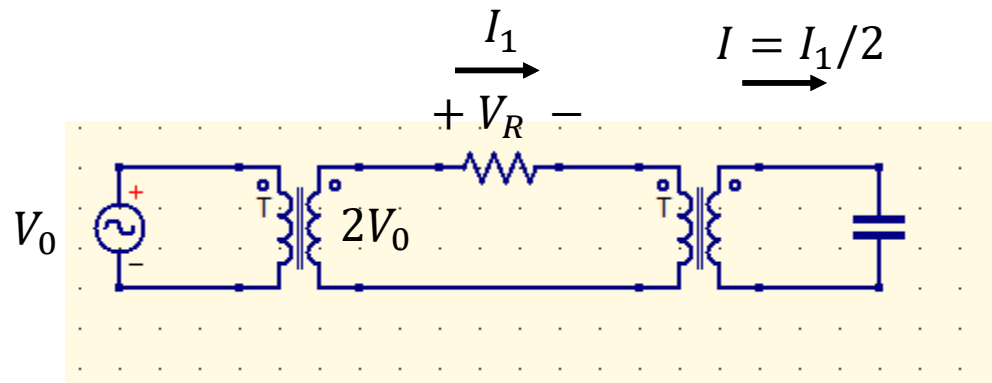
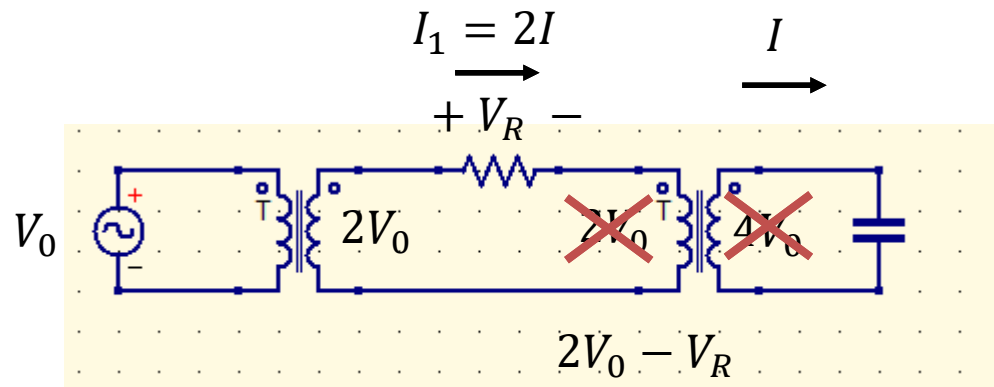
Exempel – D1 och D2 på.
Nodanalys!

$$\frac{v_1 - 1}{R_r} + \frac{v_1 - 2}{R_g} + \frac{v_1 - v_s}{R_1} = 0$$

$$i_r = \frac{v_1 - 1}{R_r}$$

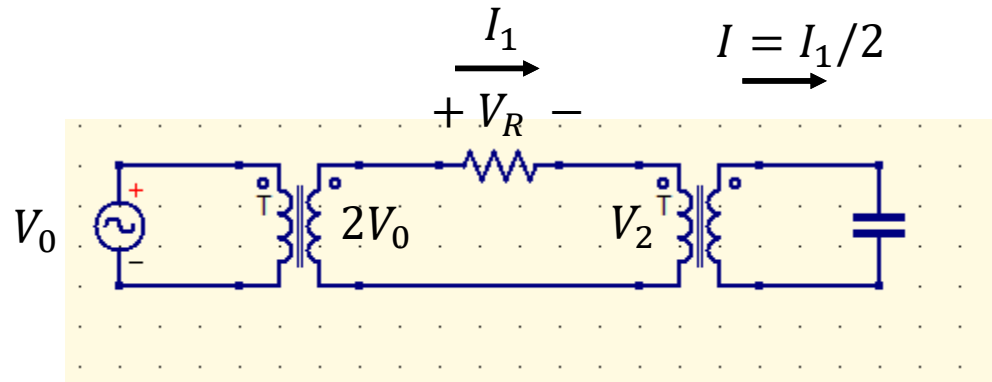
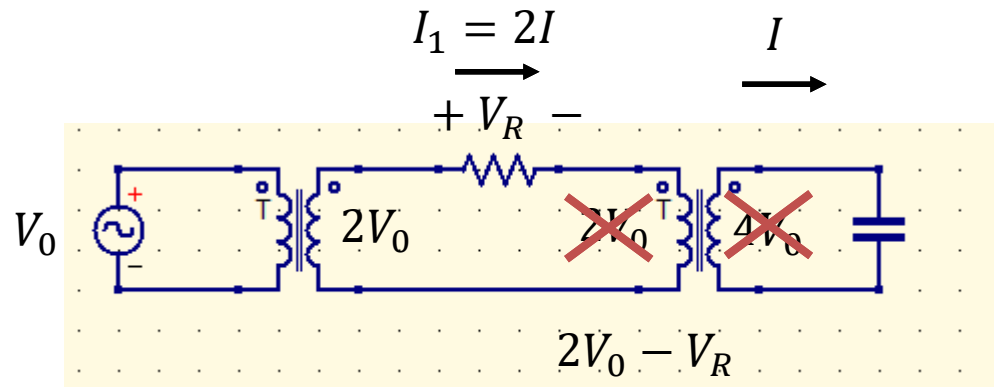
$$i_g = \frac{v_1 - 2}{R_g}$$

Uppgift 6 – Felaktig lösning



~~$$I_1 = \frac{2V_0}{R}$$~~

Uppgift 6 – Felaktig lösning

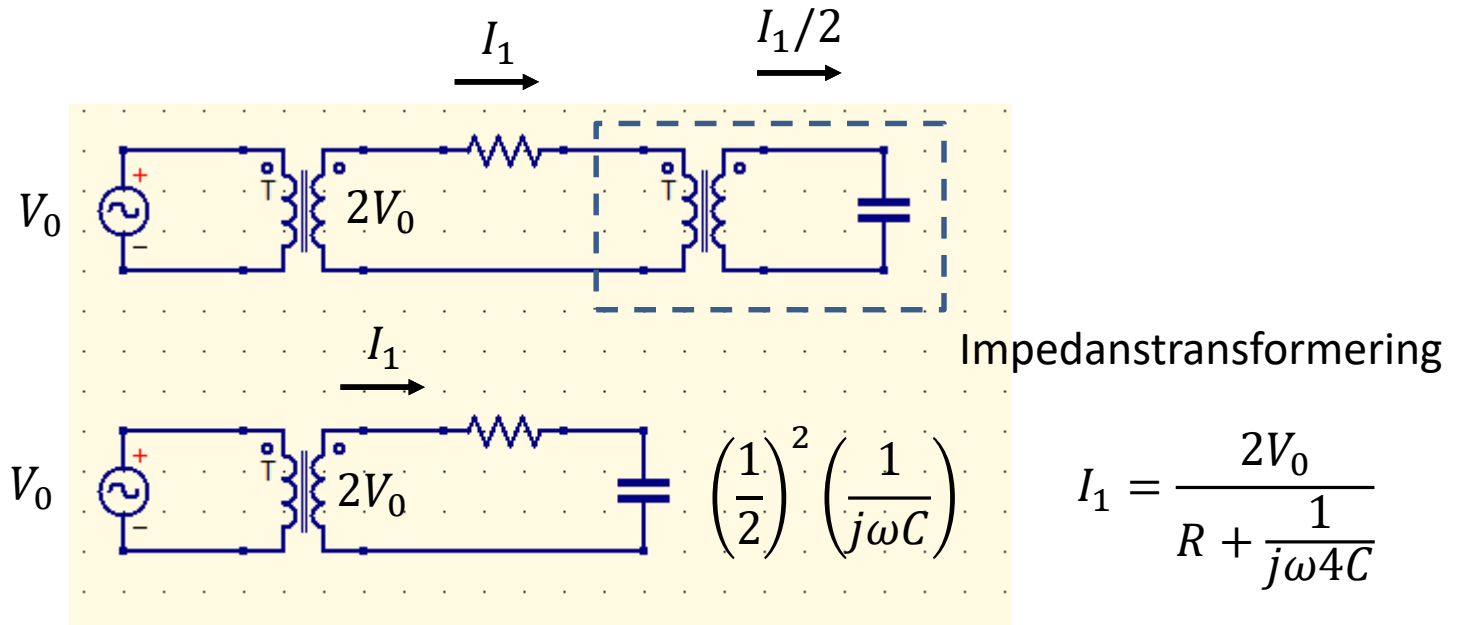


~~$$I_1 = \frac{2V_0}{R}$$~~

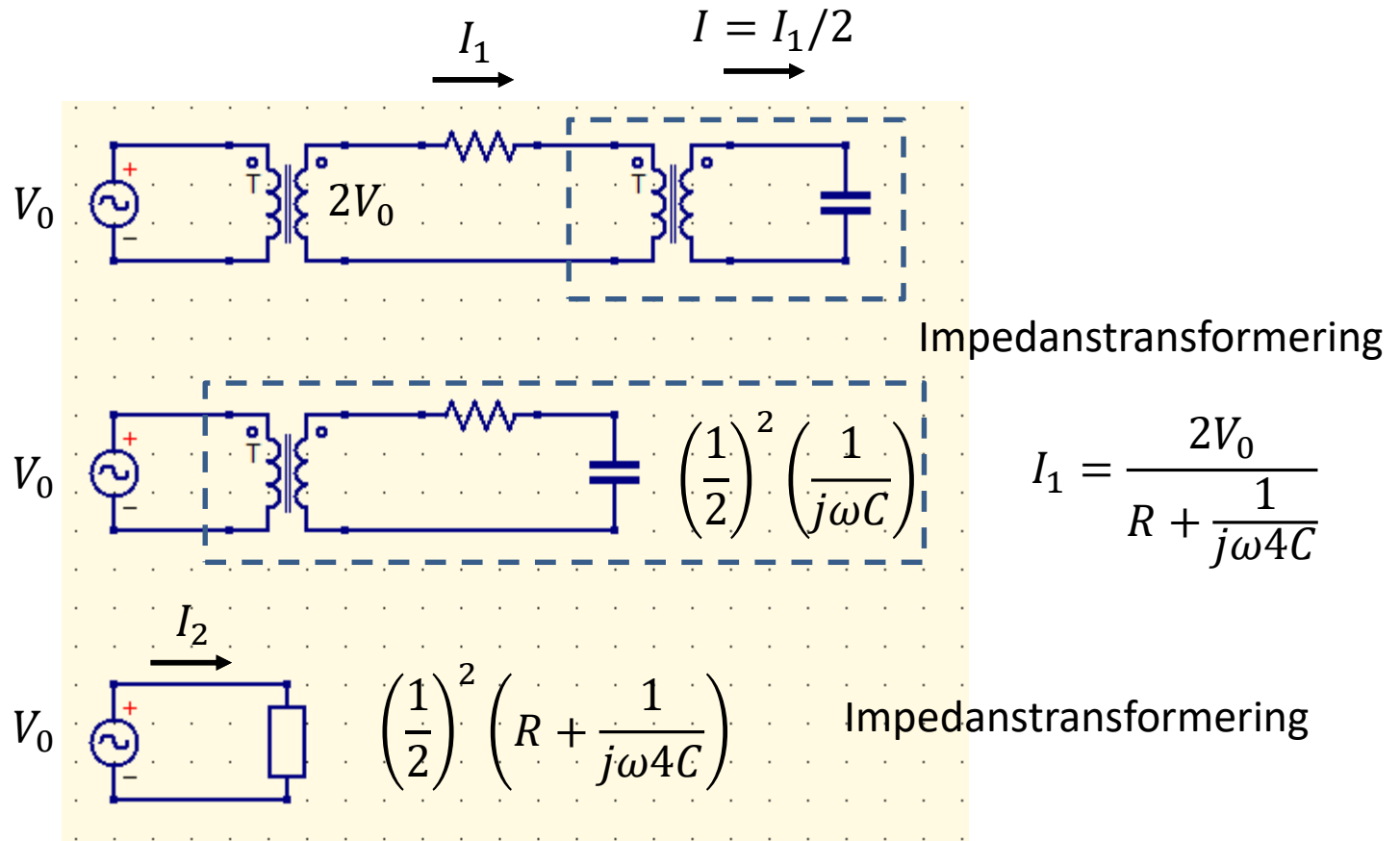
$$I_1 = \frac{2V_0 - V_2}{R}$$

Men vi måste bestämma V_2 !

Uppgift 6 – Enklare lösning 1!



Uppgift 6 – Enklare lösning 2!



$$I_1 = \frac{2V_0}{R + \frac{1}{j\omega 4C}}$$

$$I_2 = \frac{V_0}{\frac{R}{4} + \frac{1}{j\omega 16C}} \quad I = \frac{I_2}{4} = \frac{4V_0 j\omega C}{1 + 4j\omega CR}$$

- Förstärkare (4)
- Transistorer (1 ½)
- Digitala Kretsar & Logik (1)
- Transienter (tidsberoende RC/RL) (1)

3× laborationer

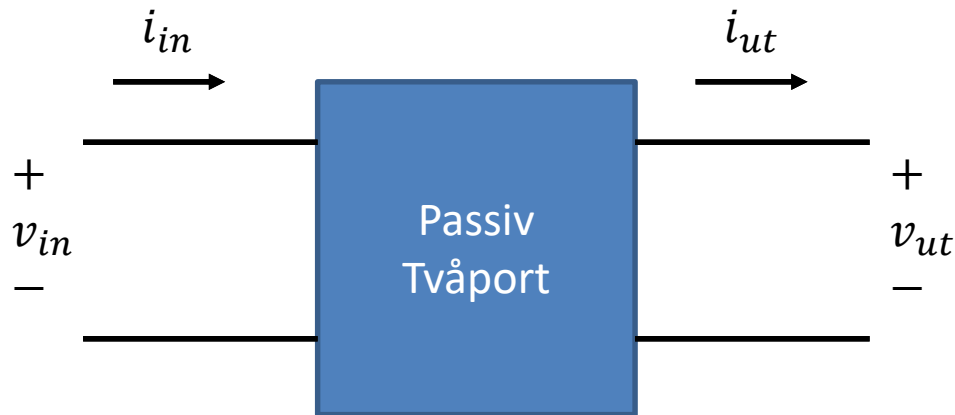
Elektroniska miniprov för bonuspoäng
Beroende på antalet rätt 4-0 bonuspoäng!

Laborationer

- Laboration 3
- Laboration 4 – ***Enskilt miniprojekt med presentation. Presentation av byggd krets vid laborationstillfället!***
- Laboration 5

Anmälan sker på hemsidan

Passiv Komponent



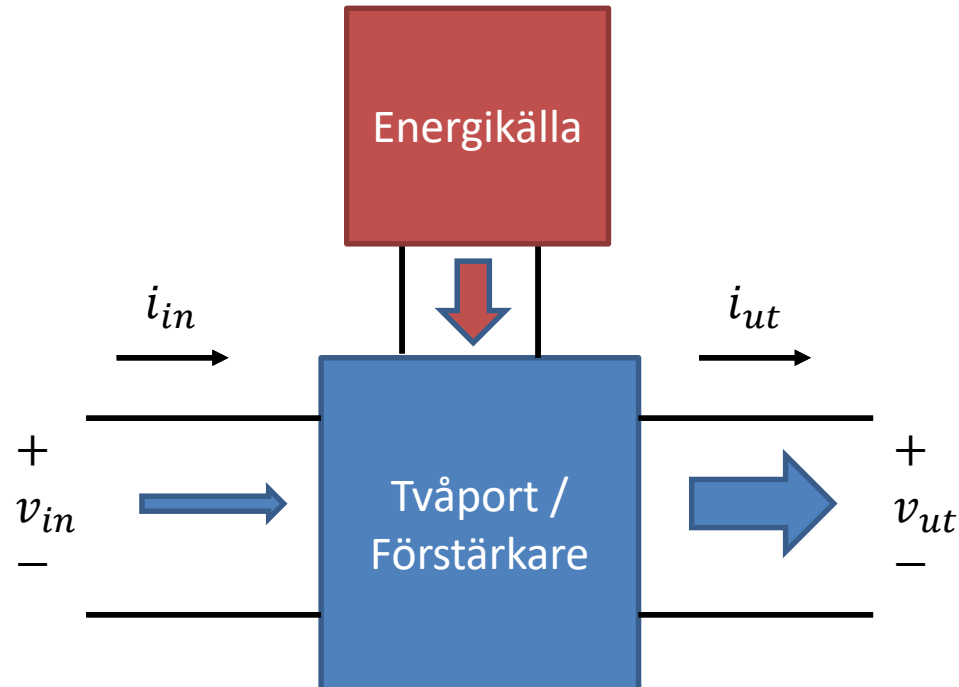
RCL-nätverk, transformatorer, dioder etc...

Kan inte skapa elektrisk effekt

$$p_{in} = v_{in}i_{in} \geq p_{out} = v_{out}i_{out}$$

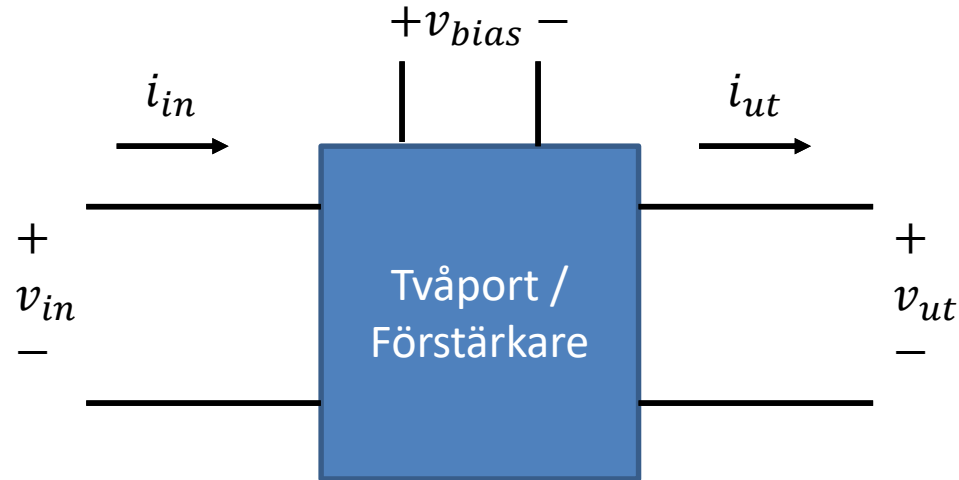
Ingen **isolering** mellan in och utgång

Aktiv Tvåport



- RCL-nätverk, transformatorer, dioder, **Transistorer**
- **Elektrisk uteffekt kan vara STÖRRE än ineffekten - förstärkare**
- $p_{ut} = v_{ut}i_{ut} \geq p_{in} = v_{in}i_{in}$
- Extra effekt levereras från spänningkällan - biaseringsspänning

Aktiv Tvåport



4 vanligaste förstärkare

V-V : v_{in} ska ge en kontrollerad $v_{ut}=A_v v_{in}$

V-I : v_{in} ska ge en kontrollerad $i_{ut}=G_m v_{in}$

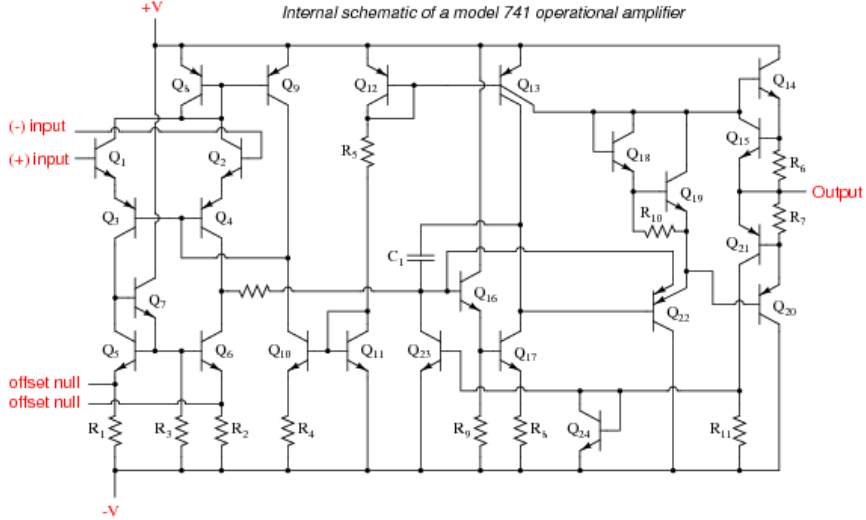
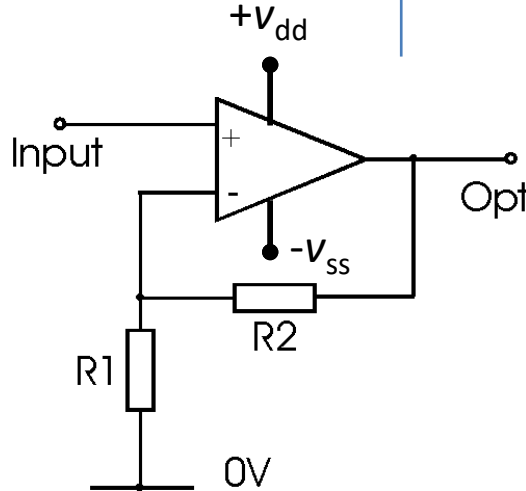
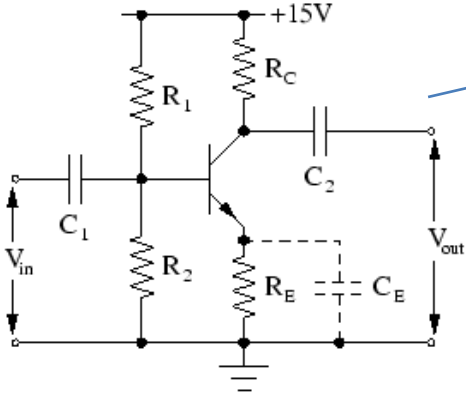
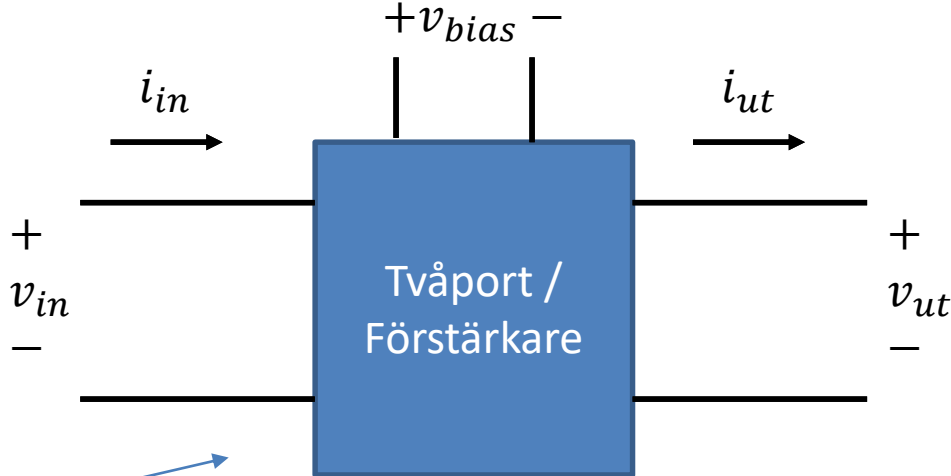
I-V : i_{in} ska ge en kontrollerad $v_{ut}=R_v i_{in}$

I-I : i_{in} ska ge en kontrollerad $i_{ut}=A_i i_{in}$

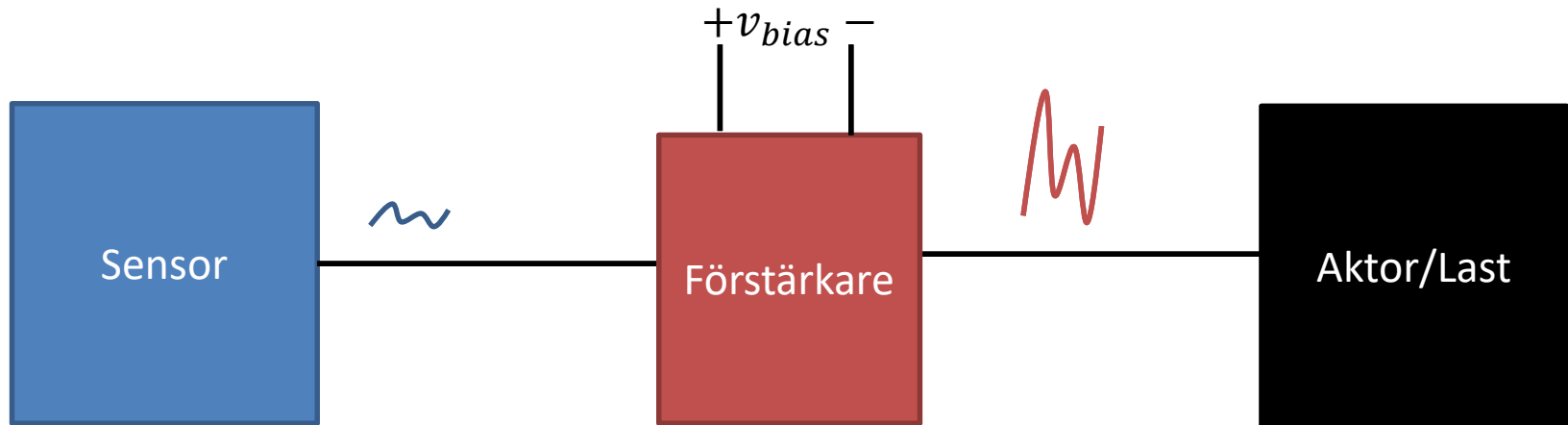
Ideala förstärkare

Dessa uppfylls oavsett RL och Ri

Aktiv Tvåport



Förstärkare

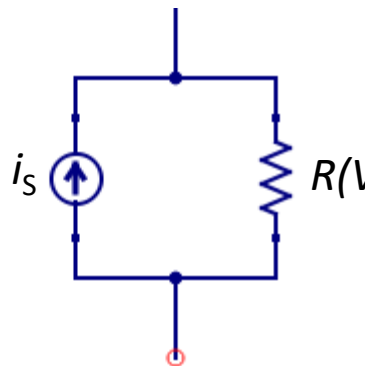
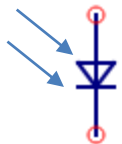


Sensor: Liten signal
(μA , mV , μW ..)

Förstärkare: Omvandlar och
förstärker signalen

Last: **Väldefinerad**,
förstärkt spänning/ström!

Fotodiod



Antenn



v_s

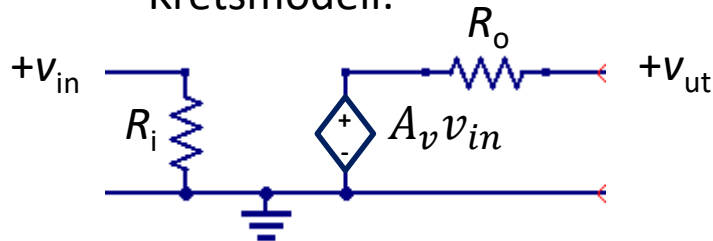
R (?)



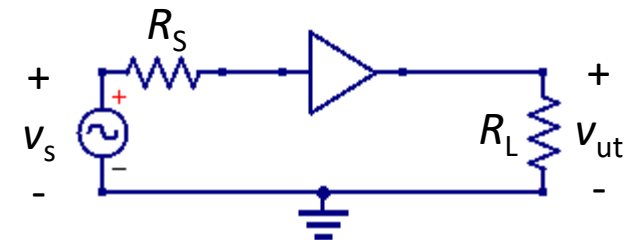
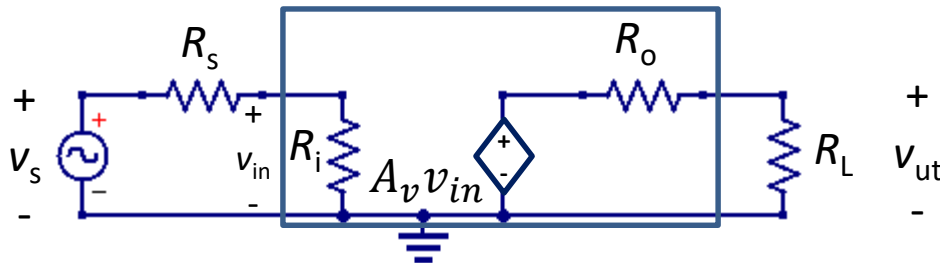
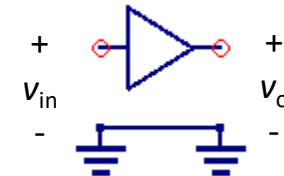
Ideal förstärkare:
*Förstärkning
oberoende av källa /
last!*

Spänning-Spänningförstärkare (V-V)

Kretsmodell:



Vanlig kretssymbol



Ideal förstärkare

$$R_i \rightarrow \infty \Omega$$

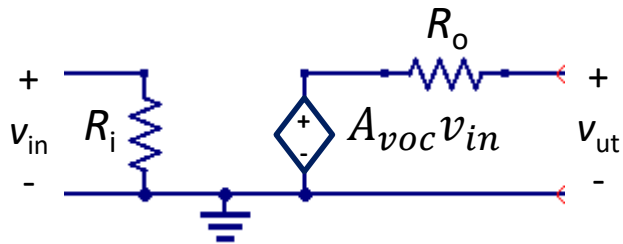
$$R_o \rightarrow 0 \Omega$$

$$\frac{v_{ut}}{v_s} = A_v$$

Förstärkning blir oberoende av R_s

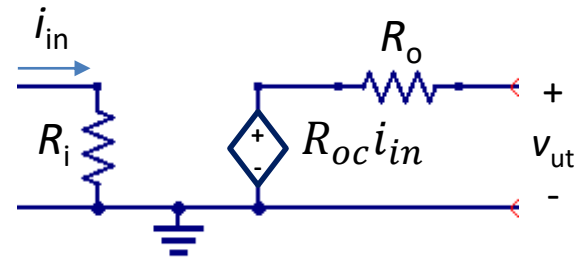
Förstärkning blir oberoende av R_L

V-V, I-V (Transresistans), V-I (transkonduktans), I-I



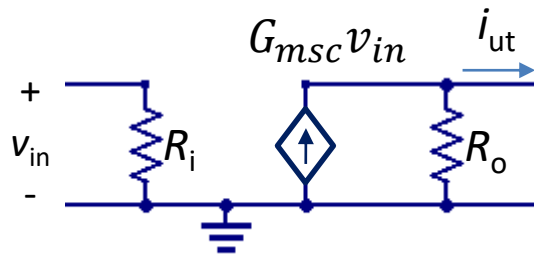
$$R_i \rightarrow \infty \Omega \quad \frac{v_{ut}}{v_s} = A_{voc}$$

$$R_o \rightarrow 0 \Omega$$



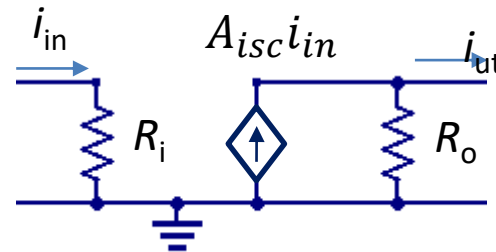
$$R_i \rightarrow 0 \Omega \quad \frac{v_{ut}}{i_s} = R_{oc}$$

$$R_o \rightarrow 0 \Omega$$



$$R_i \rightarrow \infty \Omega \quad \frac{i_{ut}}{v_s} = G_{sc}$$

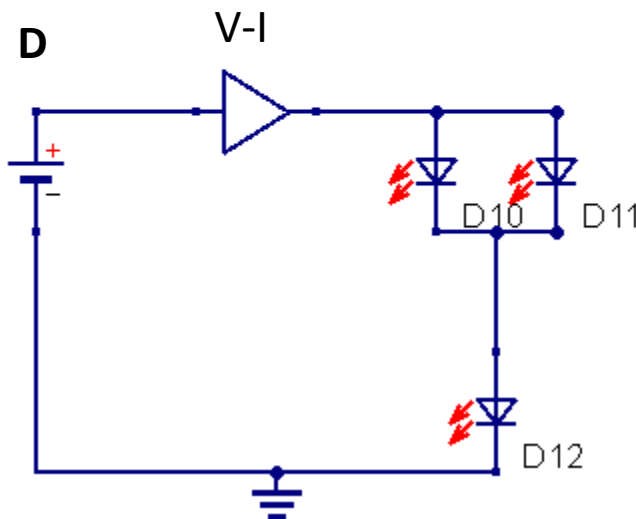
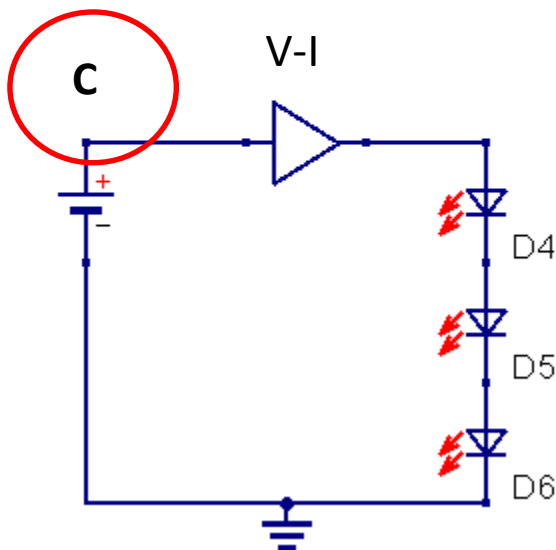
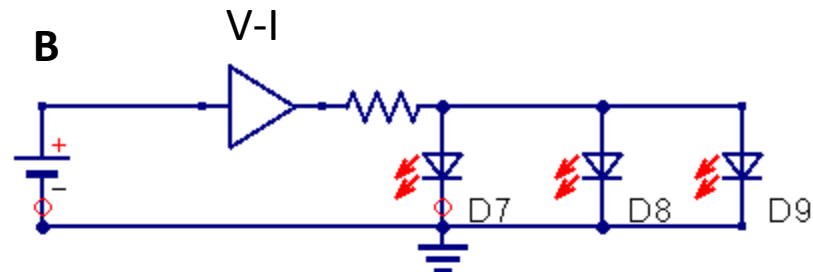
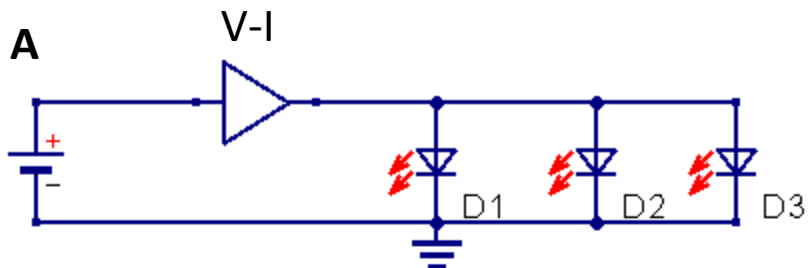
$$R_o \rightarrow \infty \Omega$$



$$R_i \rightarrow 0 \Omega \quad \frac{i_{ut}}{i_s} = A_{isc}$$

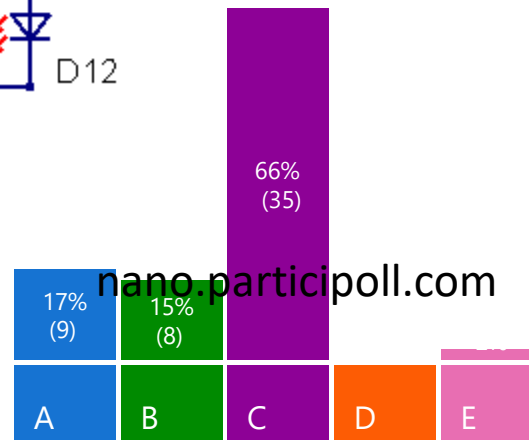
$$R_o \rightarrow \infty \Omega$$

V-I förstärkare



E ????

Alla lysdioderna ska lysa lika starkt, men har lite olika knäspänningar. **Vilken koppling realiserar det bäst?**

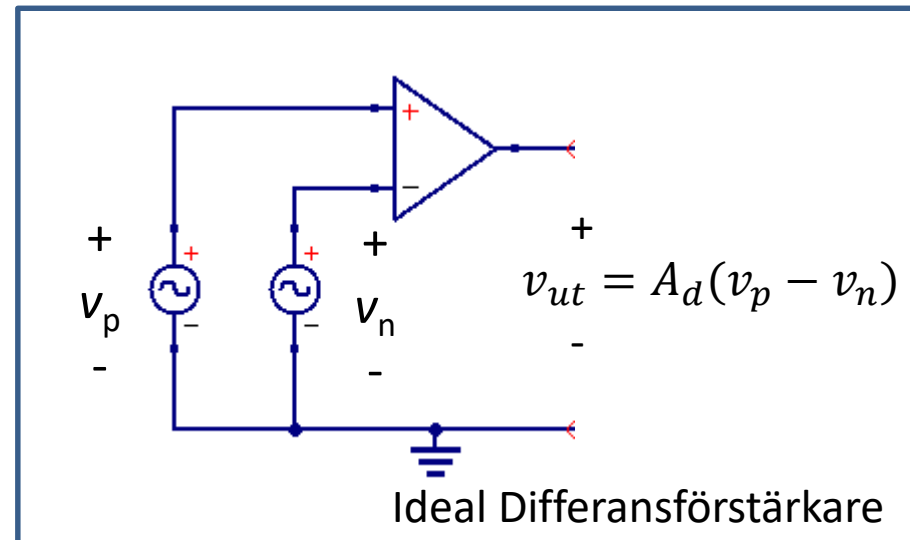


nano.participoll.com

Differansförstärkare (V-V)

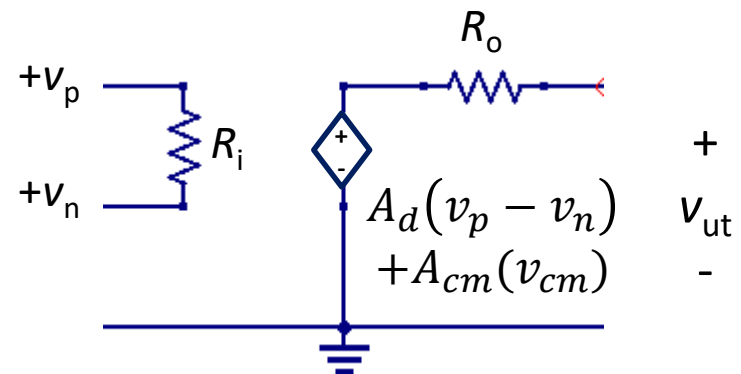
Förstärker skillnaden **mellan två potentialer.**

- Kan mäta en låg spänning med hög, gemensam bakgrund
- Resistansbryggor



A_d : differentiell förstärkning

A_{cm} : Common-mode förstärkning
(ska vara så liten som möjligt!)



Operationsförstärkare: Differentiell **V-V**
förstärkare som ska **återkopplas**

Negativt återkopplade förstärkare

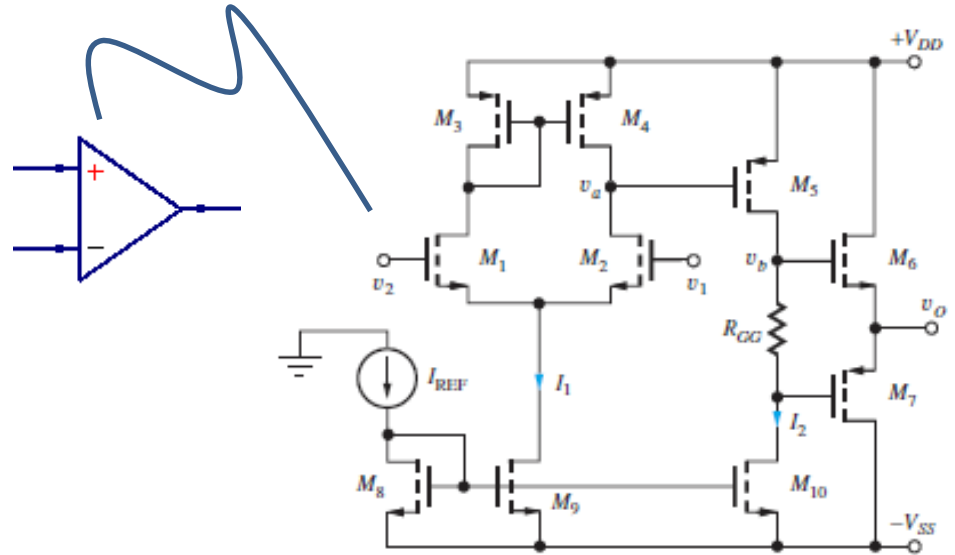
Transistorer – aktiva komponent som kan **förstärka signaler**

- Transistorer är **olinjära** kretselement
- Transistorer **ändras något** med **temperaturen**
- Alla transistorer har alla **lite olika förstärkning**

Resistor – passiv komponent

- Resistorer är **linjära**
- Resistorer är nästan **temperaturoberoende**
- Kan enkelt väljas lika (**+/- 1%**)

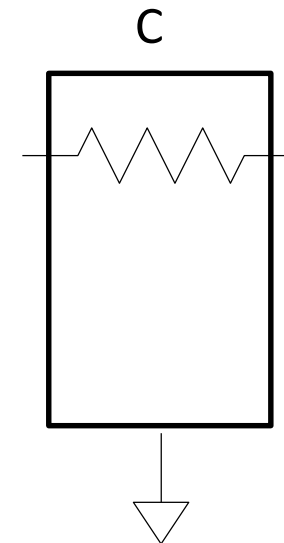
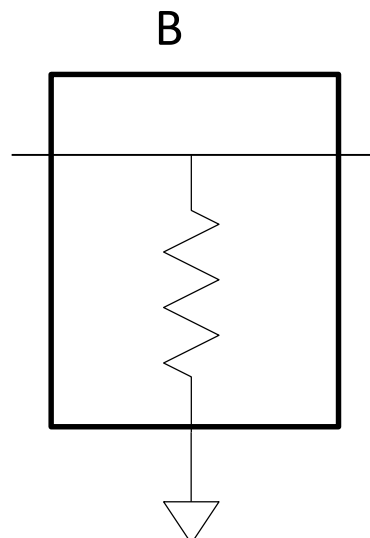
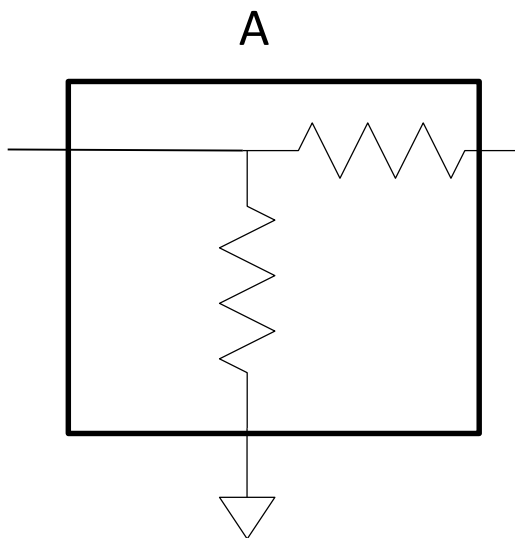
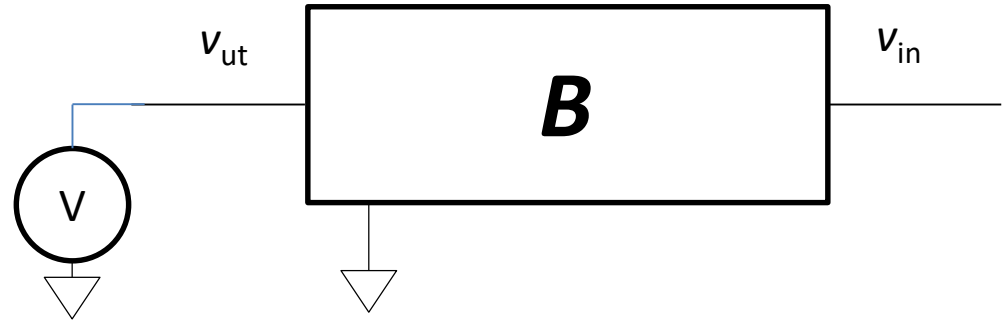
Negativ Återkoppling: Kombinera *aktiva och passiva* komponenter för att realisera linjära, stabila förstärkare!



CMOS realisering av en differensförstärkare (OP-amp)

Realisering av B (Spänning-Spänning)

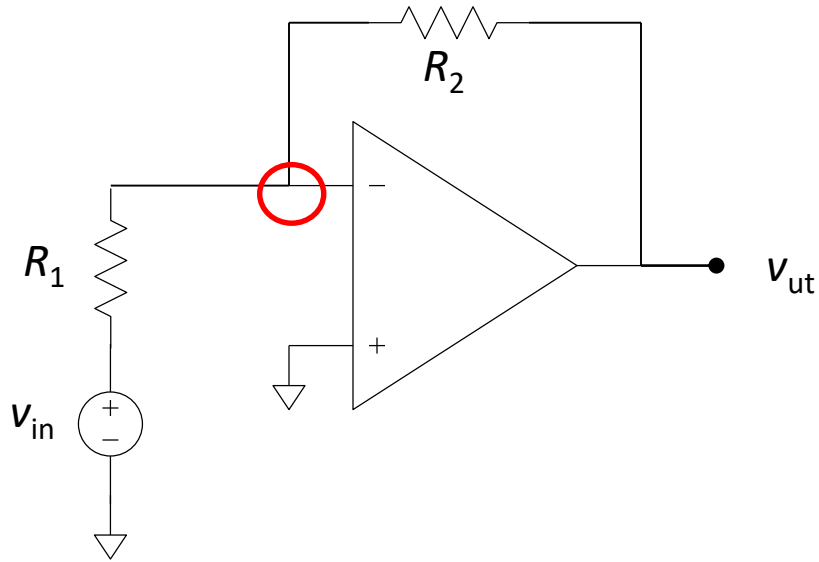
Vilken krets ger $v_{ut} < v_{in}$ om v_{ut} är kopplad till en voltmeter?



D
????

nano.participoll.com

Negativt återkopplad Op-Amp

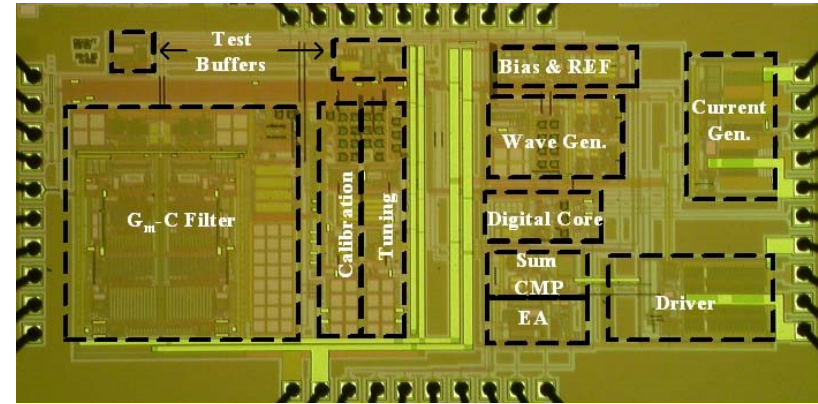


Vad är v_n ?

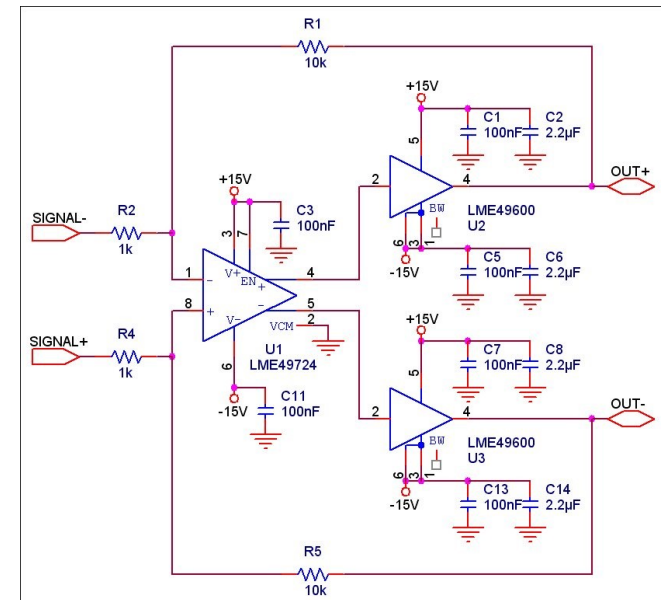
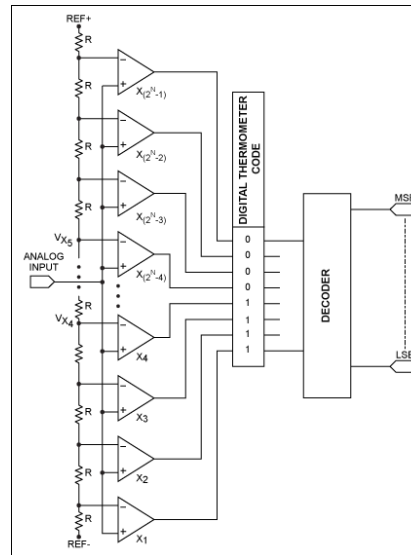
- A. 0V
- B. v_{in}
- C. Obestämd
- D. $\frac{R_1}{R_1+R_2} v_{ut}$
- E. ???

nano.participoll.com

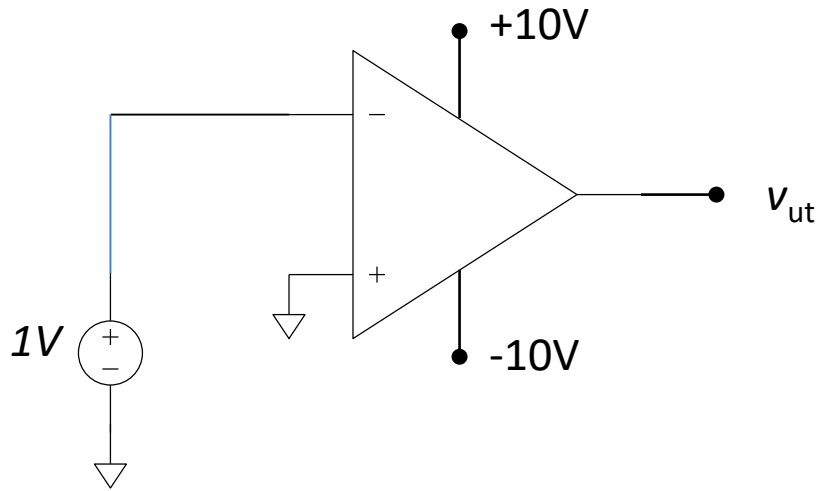
Operationsförstärkare



- **Generell modell för återkopplade förstärkare** – **både** diskreta och integrerade kretsar
- **Byggblock** i AD/DA omvandlare
- **Billiga & Enkla** för att snabbt bygga mindre kretsar (0.67-1:- styck!)



Icke återkopplad Op-Amp



Vad är v_{ut} ?

- A. 0V
- B. 10V
- C. -10V
- D. -1V
- E. ???

nano.participoll.com