

# ***ELE-plan for i dag***

## ***Komparatoren***

- *Komparering/tærskelspænding*
- *$\mu A741$  som komparator – kan man dette?*
- *Logiske niveauer*
- *Udgang med "Open Collector" – evt. anden tilpasning*
- *Uden/med positiv feedback (Schmitt Trigger)*
- *Eksempel med figur 12.10*

## ***E3 (Sp. 1 - 3)***

## ***Multivibratorer***

- *Hvad er dette for nogle kredsløb?*
- *Astabil multivibrator som eksempel*

*Opladning af kondensator  
Differentialligning - La Place?*

## ***Latch***

- *Konstruktionsopgave relevant*

# ELE-plan for i dag



← Lidt rep.?

## Komparatoren

- Komparering/tærskelspænding
- $\mu A741$  som komparator – kan man dette?
- Logiske niveauer
- Udgang med "Open Collector" – evt. anden tilpasning
- Uden/med positiv feedback (Schmitt Trigger)
- Eksempel med figur 12.10

## E3 (Sp. 1 - 3)

## Multivibratorer

- Hvad er dette for nogle kredsløb?
- Astabil multivibrator som eksempel

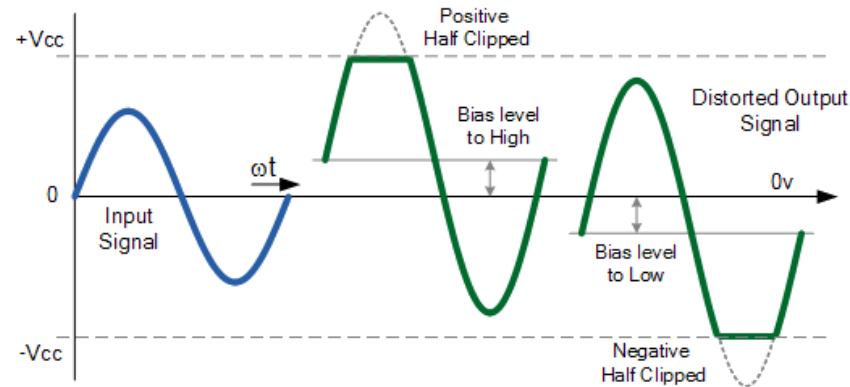
← Opladning af kondensator  
Differentialligning - La Place?

## Latch

- Konstruktionsopgave relevant

# Offset- og biasfejl

*DC offset på udgang og muligvis drift (ex. som funktion af temp.)*

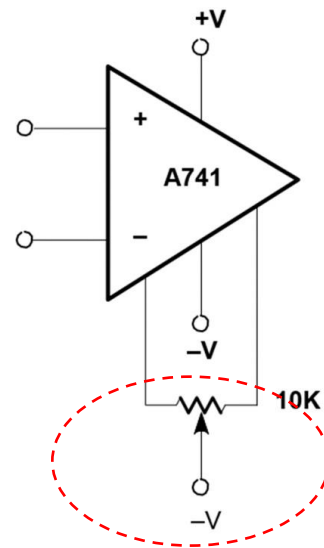
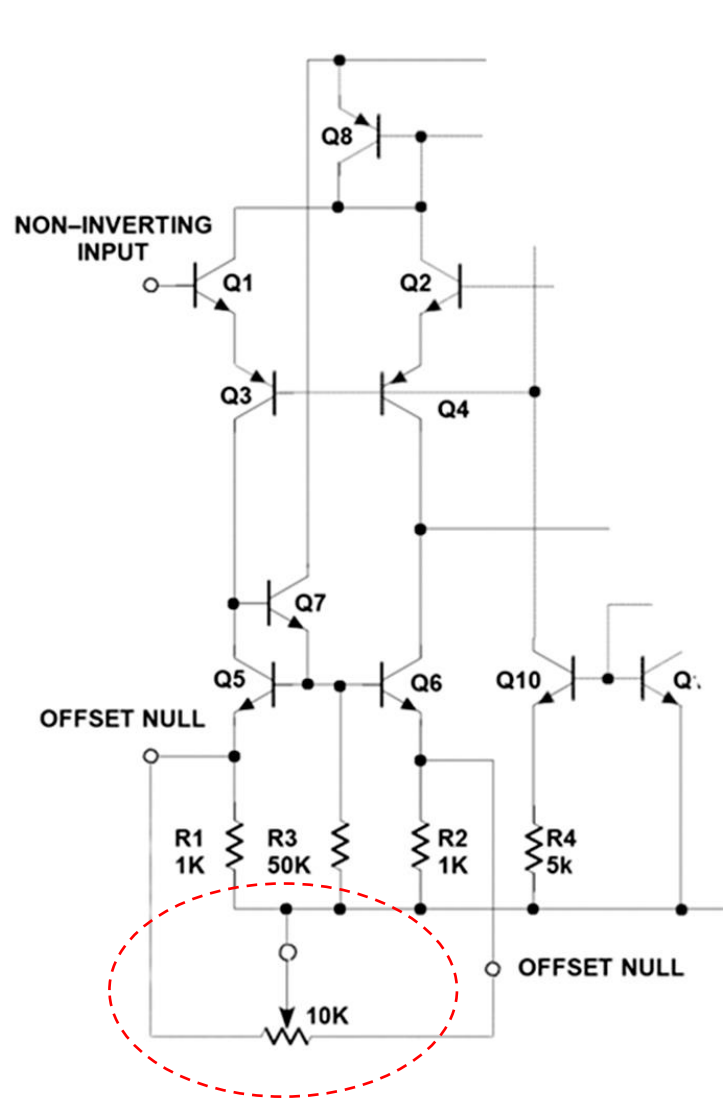


*Databladsoplysninger:*

- Offsetspænding  $V_{off}$*
- Biasstrøm  $I_B$*
- Offsetstrøm  $I_{off}$*

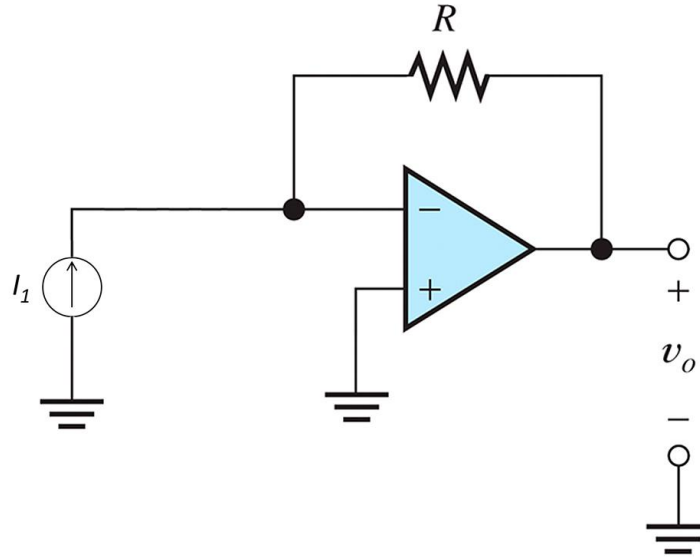
*Man kan bortjustere begyndelsesoffset men ikke drift!*

# Intern justering



Her kan man ikke længere regne med opgivne data for Op Amp.

## I/V-konverter



$$R = 100 \text{ k}\Omega$$

$$I_1: 0 - 100 \text{ }\mu\text{A}$$

Max. fejl på  $v_o$  på 0,1% Full Scale.

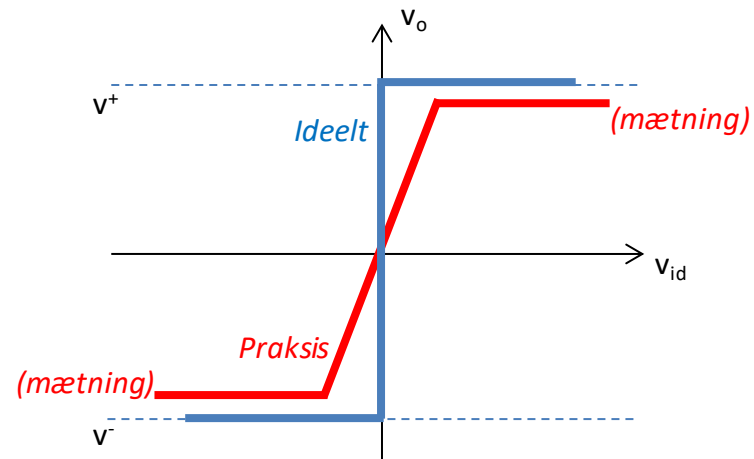
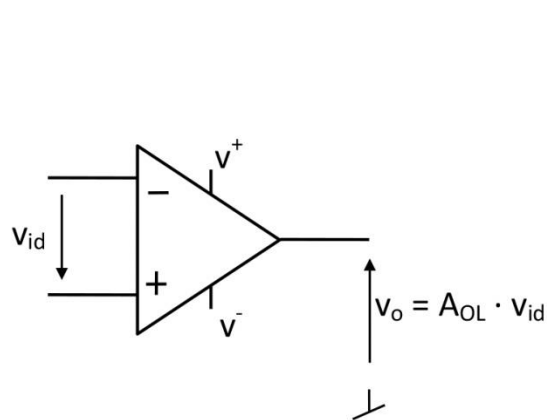
Der må gerne biaskompenseres.

Krav til  $V_{off}$ ,  $I_B$  og  $I_{off}$

*I denne lektion:*

*Op Amp som switch-kredsløb: **Ikke** negativ feedback!*

# Betingelsen for skift på udgangen af en Op Amp?

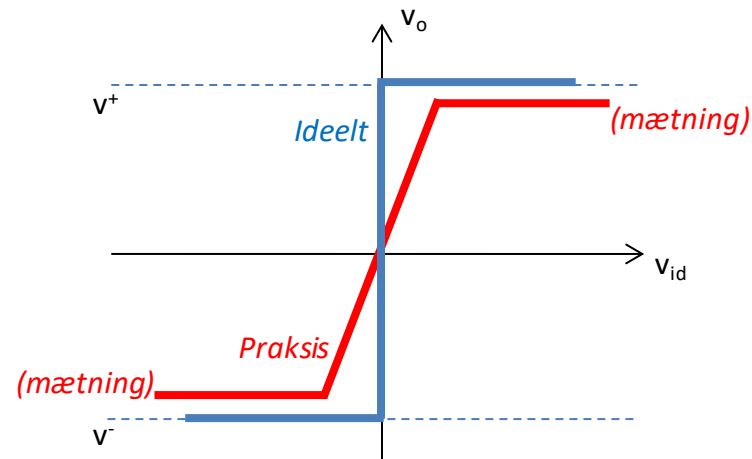
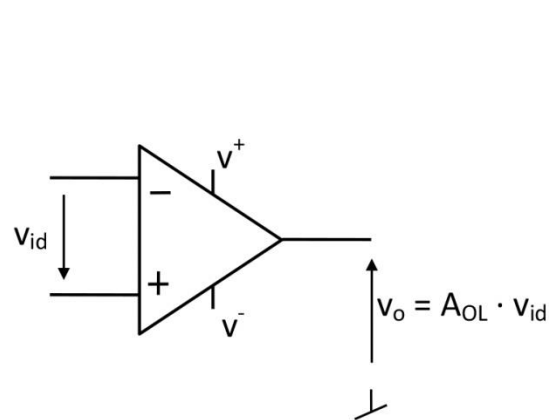


Komparering:  $v_{id} = 0$



$$e^+ = e^-$$

# Betingelsen for skift på udgangen af en Op Amp?

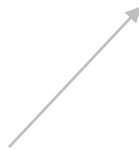


Komparering:  $v_{id} = 0$



$$e^+ = e^-$$

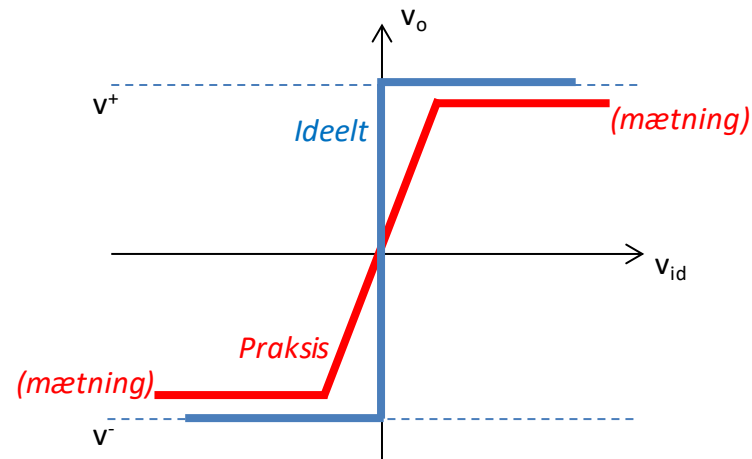
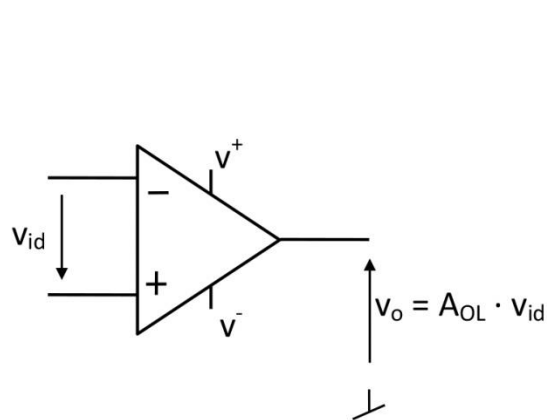
Hvad forstås ved tærskelspændingen?



(Threshold Value, Threshold Voltage)



# Betingelsen for skift på udgangen af en Op Amp?



Komparering:  $v_{id} = 0$



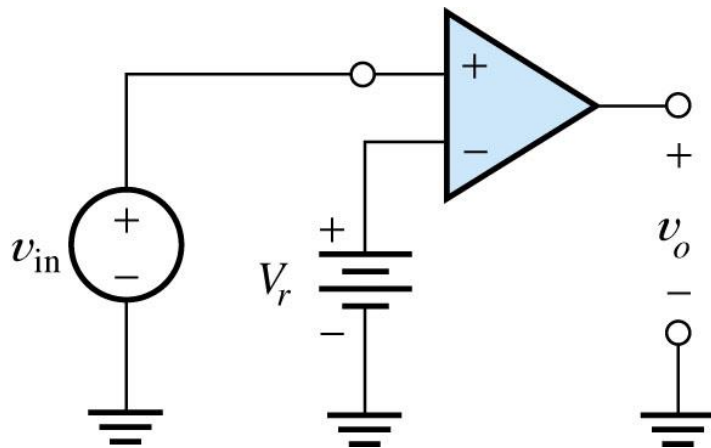
$$e^+ = e^-$$

## Hvad forstås ved tærskelspændingen?

(Threshold Value, Threshold Voltage)

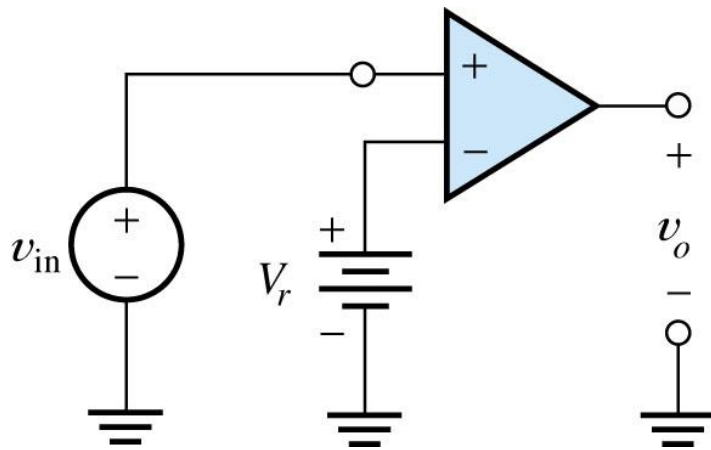
Værdi af indgangsspændingen,  
hvor udgangen skifter fortegn

*Hvad er tærskelspændingen her?*



*Figur 12.5*

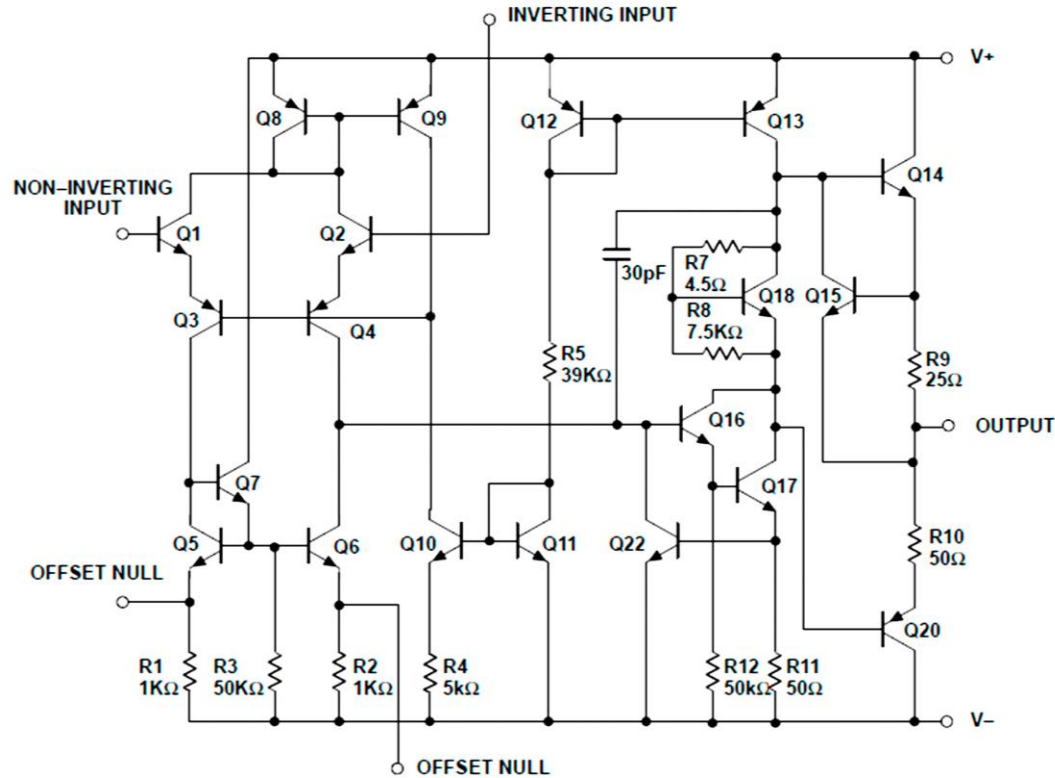
*Hvad er tærskelspændingen her?*



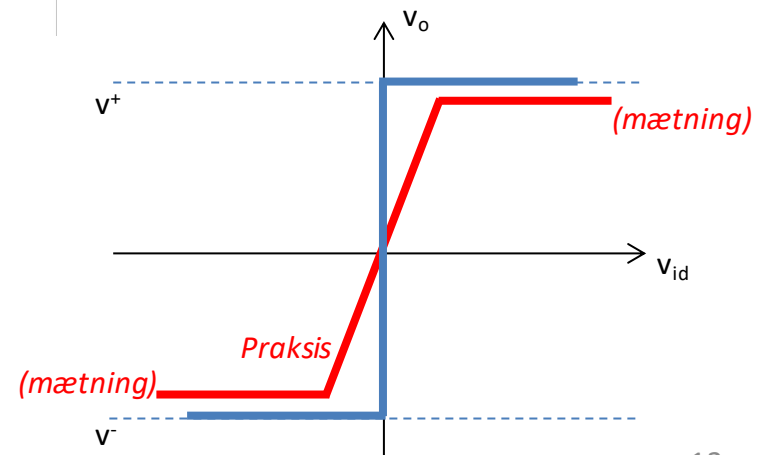
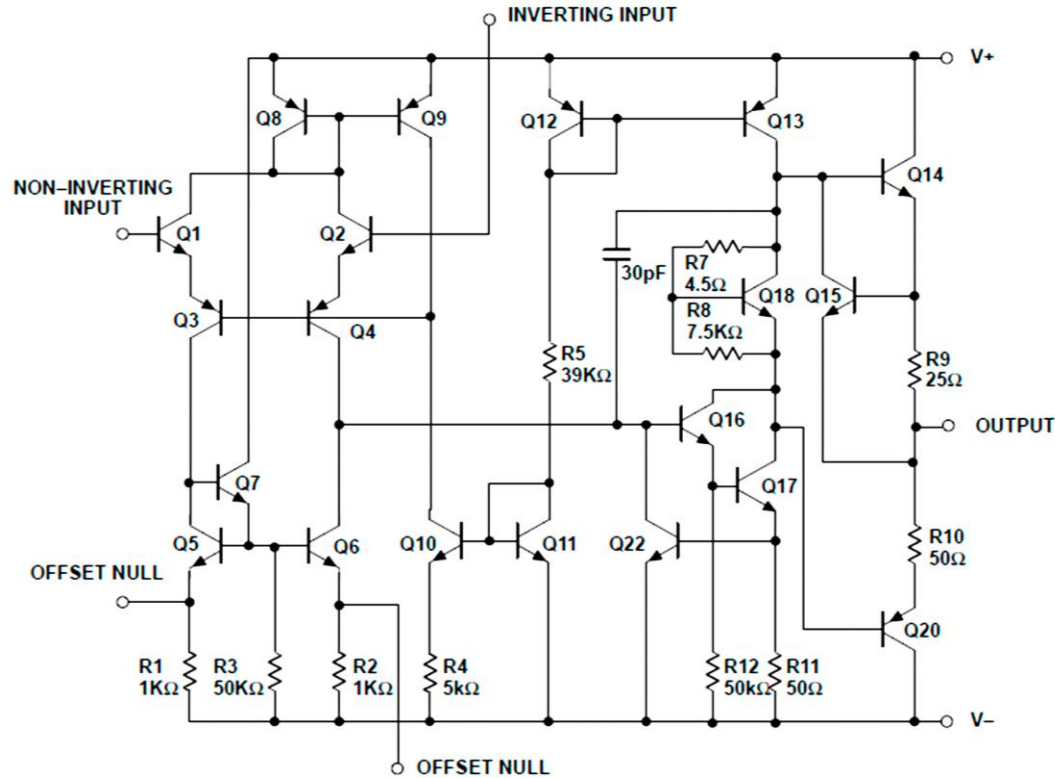
*Tærskelspændingen er  $V_r$*

*Figur 12.5*

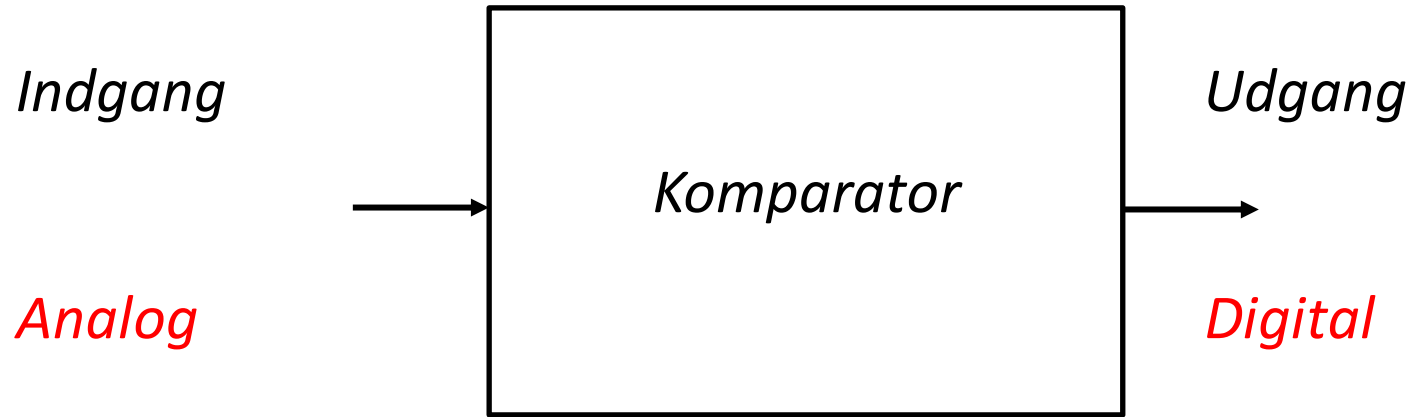
# Kan man bruge en $\mu A741$ som komparator?



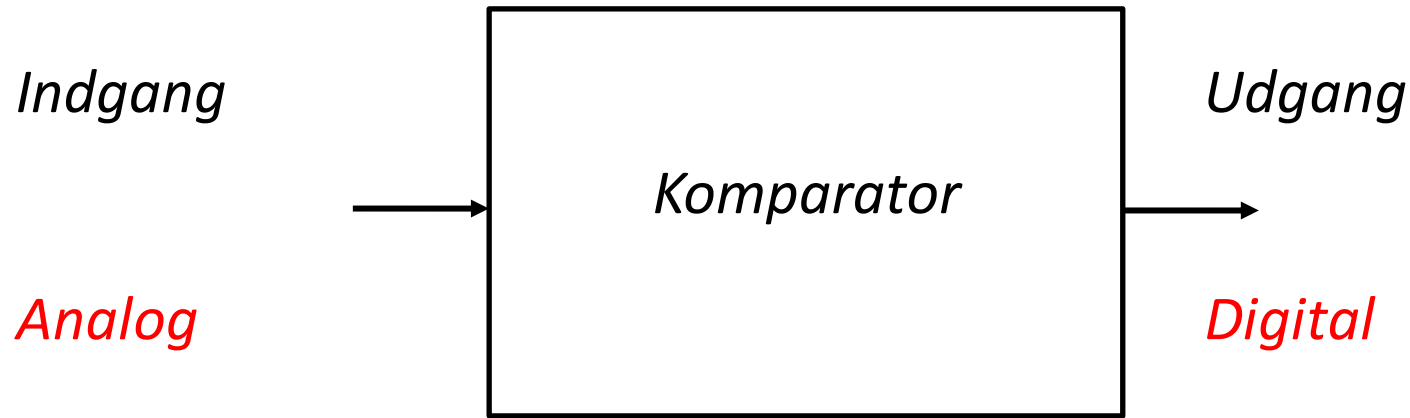
# Kan man bruge en $\mu A741$ som komparator?



Hvilke værdier kan  $v_o$  så antage?



*Tilpasning af udgang til logikfamilie (eks. 5 V TTL)*

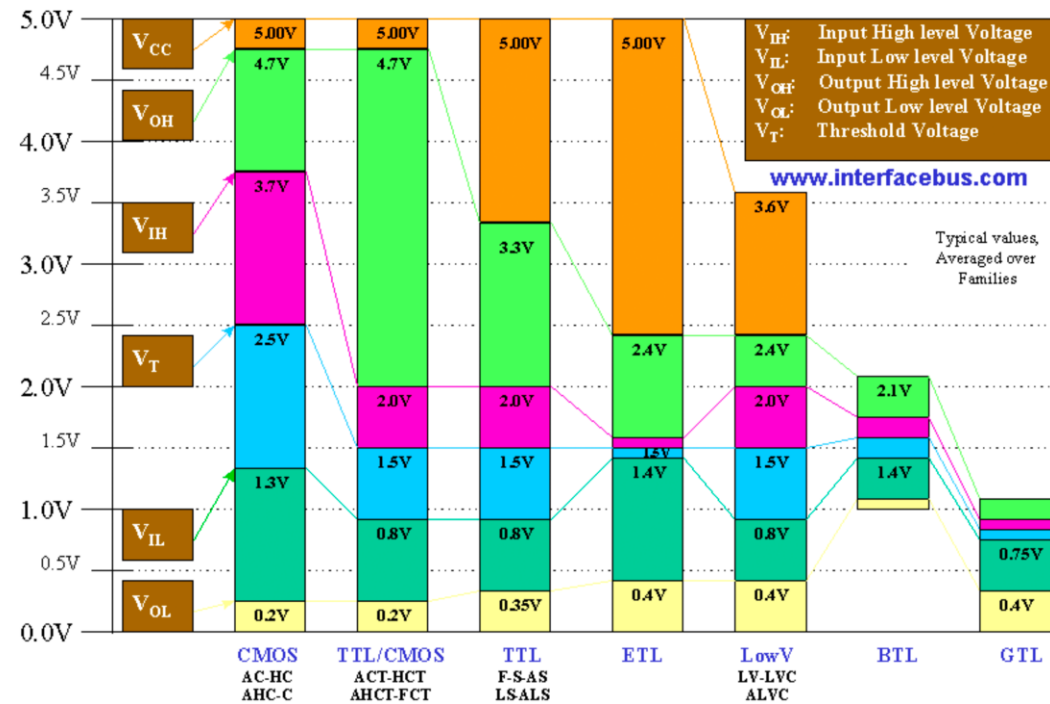


*Tilpasning af udgang til logikfamilie (eks. 5 V TTL)*

*Bliv evt. lidt klogere her!*

<https://www.techtarget.com/whatis/definition/transistor-to-transistor-logic-TTL>

# Logiske niveauer



## Logic Overview

### IC Basics: Comparison of Switching Standards

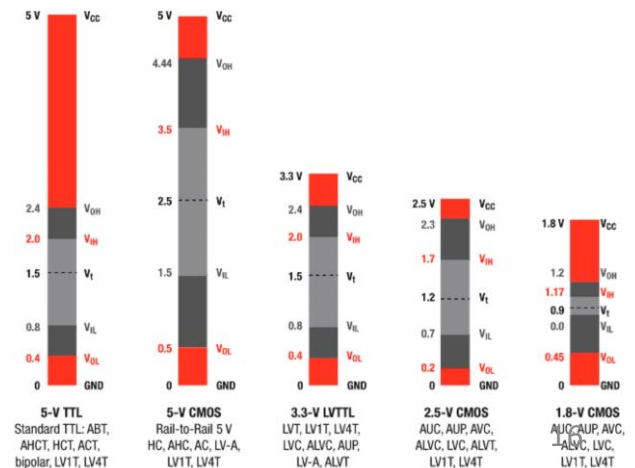
Shown below are the switching input/output comparison table and graphic that illustrate  $V_{IH}$  and  $V_{IL}$ , which are the minimum switching levels for guaranteed operation.  $V_I$  is the approximate switching level and the  $V_{OH}$  and  $V_{OL}$  levels are the guaranteed outputs for the  $V_{CC}$  specified.

Is  $V_{OH}$  higher than  $V_{IH}$ ?  
Is  $V_{OL}$  less than  $V_{IL}$ ?

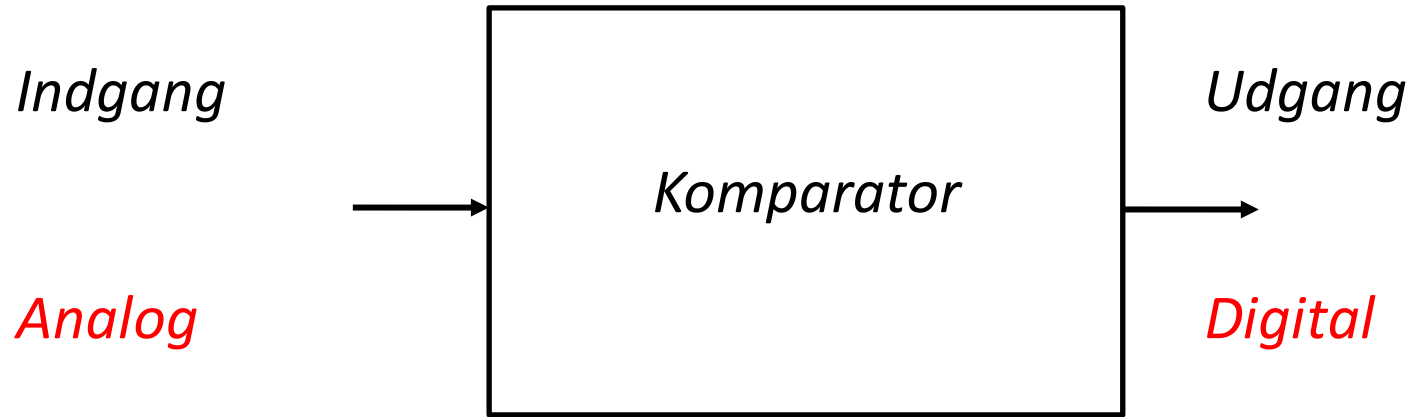


D \ R	5 TTL	5 CMOS	3 LVTTTL	2.5 CMOS	1.8 CMOS
5 TTL	Yes	No	Yes*	Yes*	Yes*
5 CMOS	Yes	Yes	Yes*	Yes*	Yes*
3 LVTTTL	Yes	No	Yes	Yes*	Yes*
2.5 CMOS	Yes	No	Yes	Yes	Yes*
1.8 CMOS	No	No	No	No	Yes*

\* Requires  $V_{OL}$  tolerance







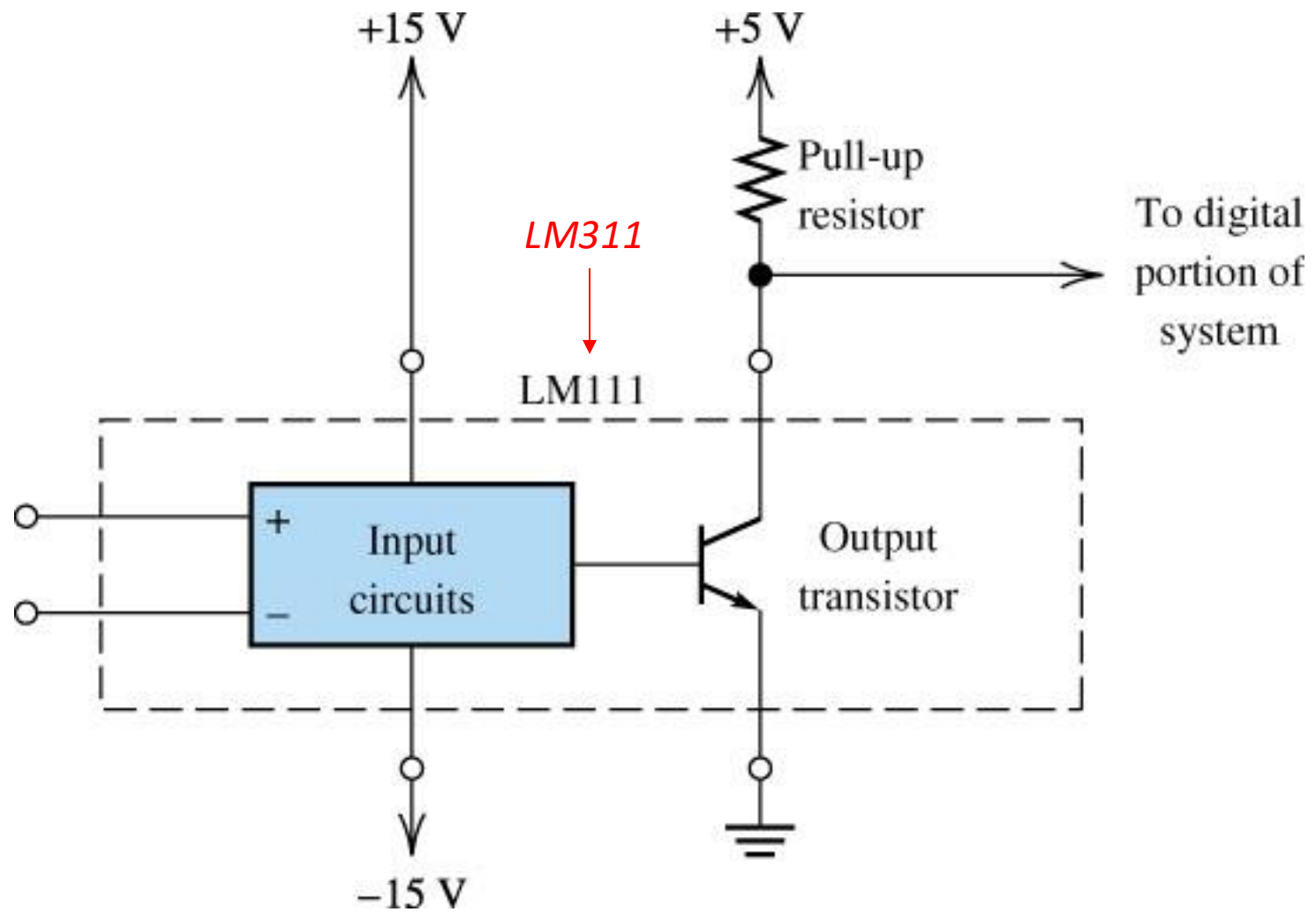
*Tilpasning af udgang til logikfamilie (eks. 5 V TTL)*

*"Open Collector" udgang*

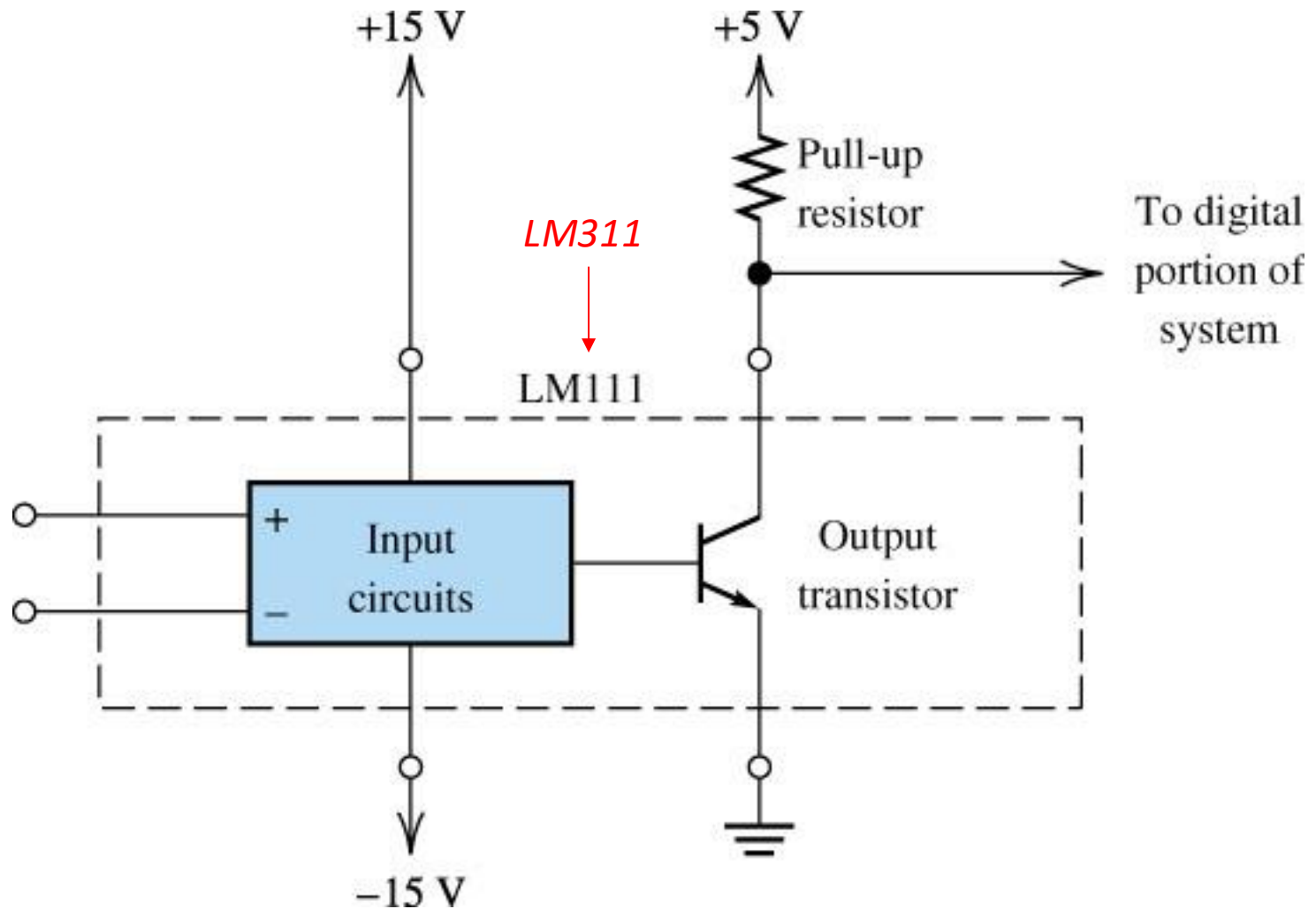


*Figur 12.4*

Figur 12.4



Figur 12.4

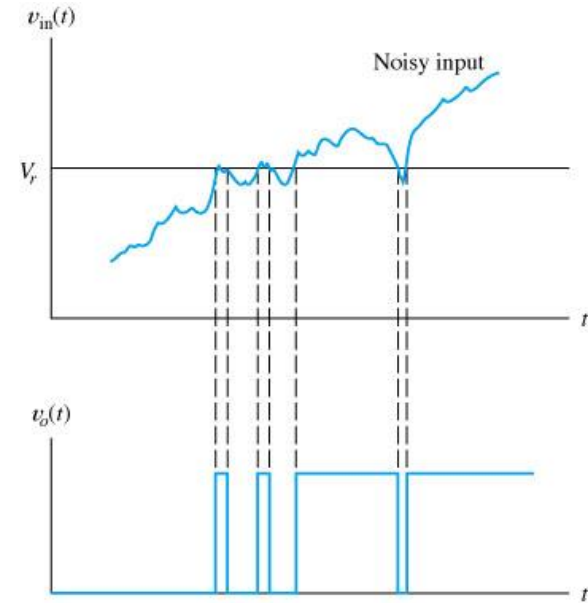
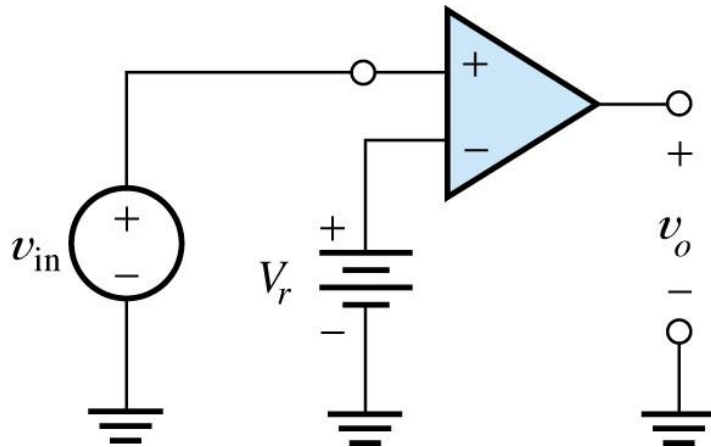


*Tilpasning af udgang uden "Open Collector"?*

*Med eller uden positiv feedback?*

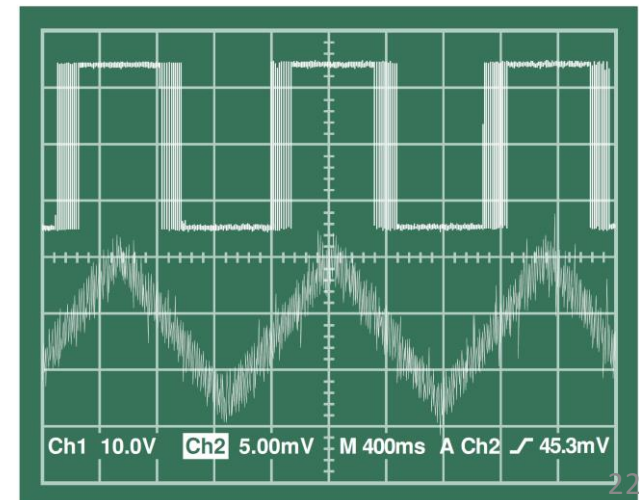
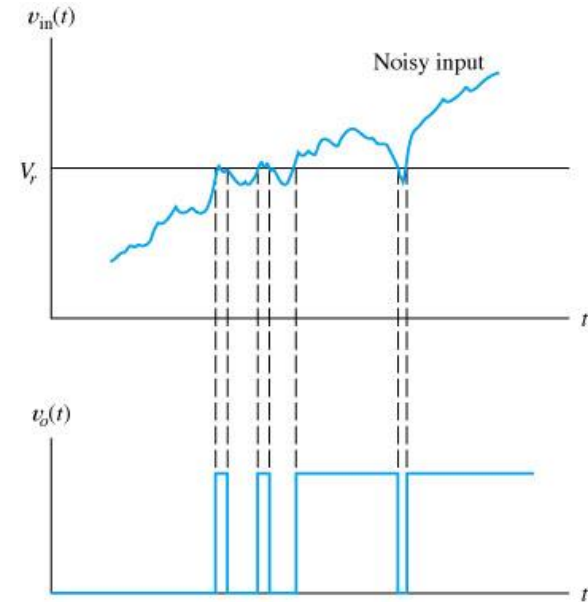
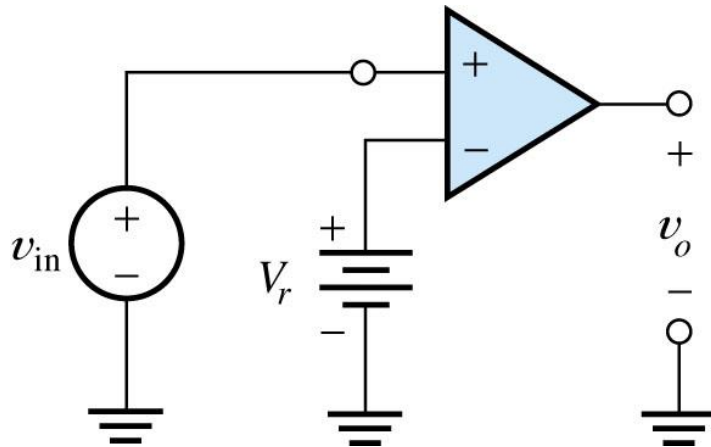
## Uden positiv feedback

**Støj** på  $v_{in}$  kan medføre utilsigtede skift i  $v_o$



# Uden positiv feedback

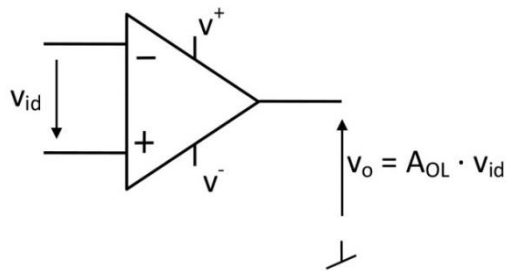
**Støj** på  $v_{in}$  kan medføre utilsigtede skift i  $v_o$



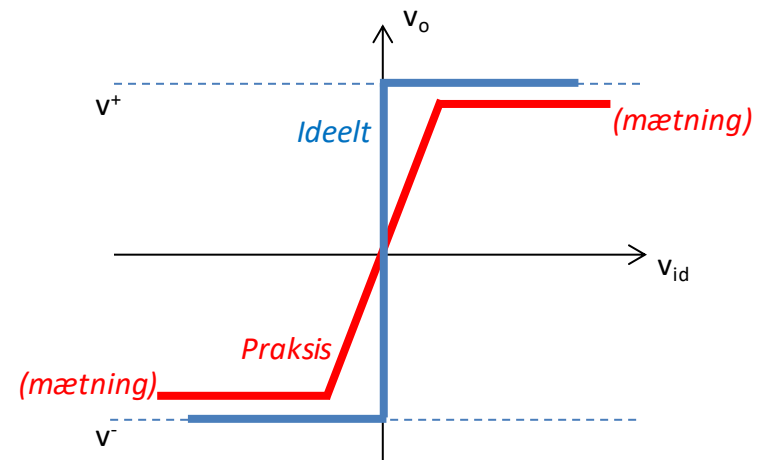
***Langsomt varierende signal – eks. fra temperaturføler***



***Langsom passage af tærskelspænding  $e_t$***



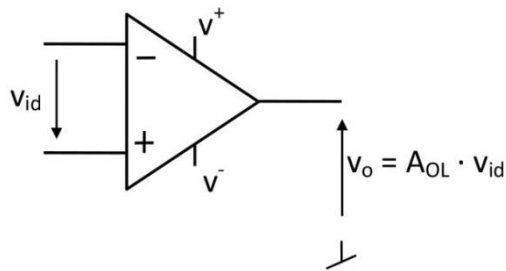
***Langsomt skift på  $v_o$***



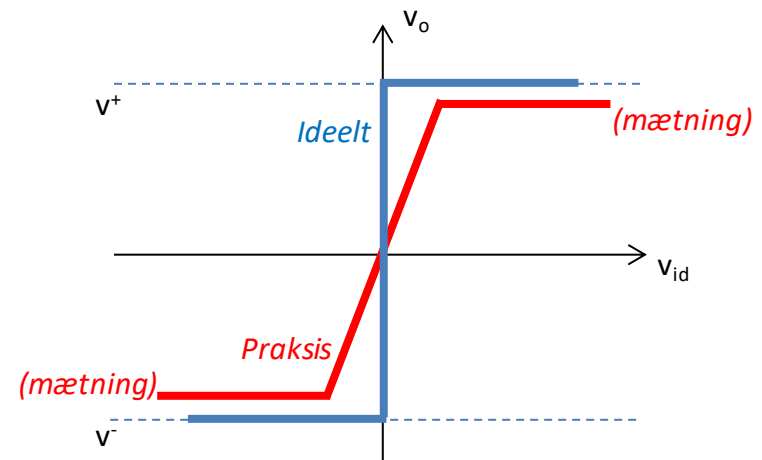
**Langsomt varierende signal – eks. fra temperaturføler**



**Langsom passage af tærskelspænding  $e_t$**



**Langsomt skift på  $v_o$**



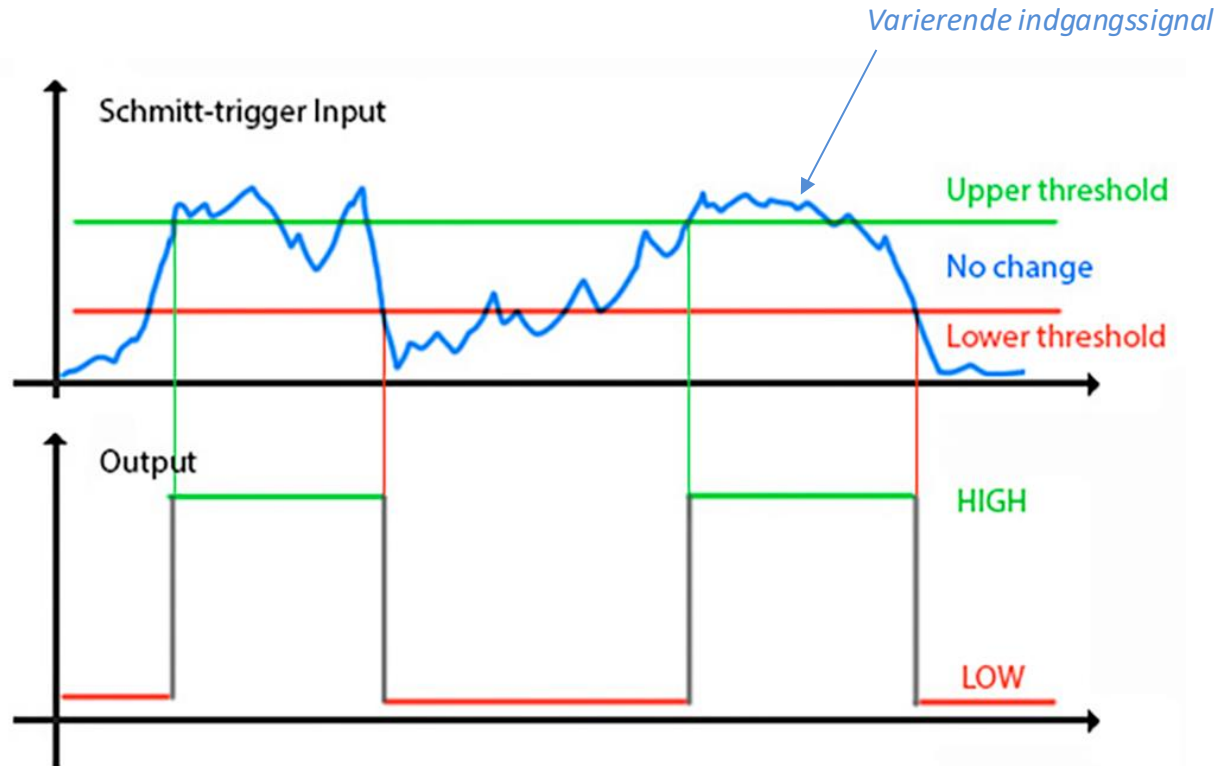
Nogle logikfamilier kræver **abrupte** skift



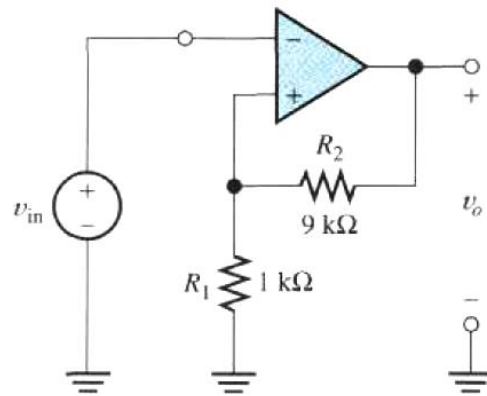


# Med positiv feedback (Schmitt Trigger)

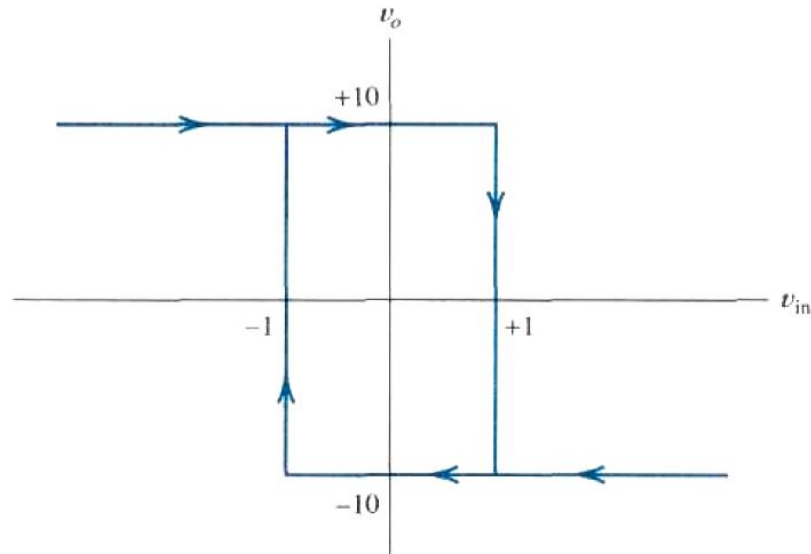
**Hysteresese** (Forhindrer utilsigtede skift)



**Øget skiftehastighed** (Side 804, midten)



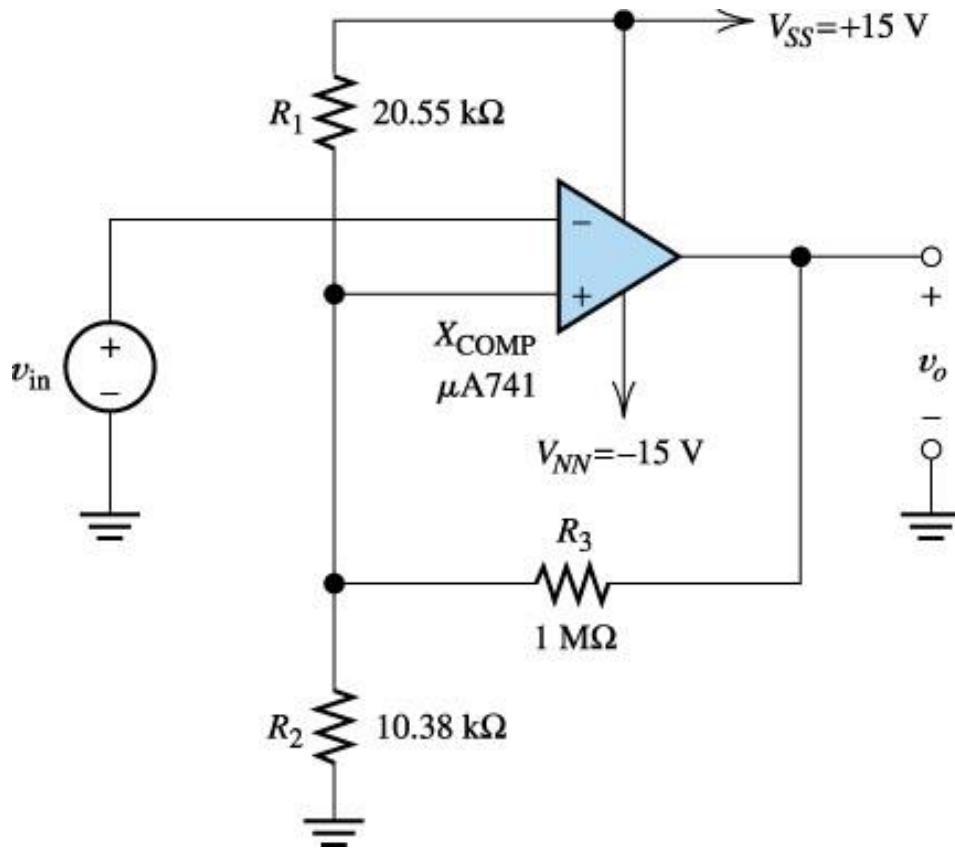
(a) Circuit diagram of inverting Schmitt trigger



(b) Transfer characteristic displaying hysteresis

**Figure 12.7** A Schmitt trigger is formed by using positive feedback with a comparator.

Figur 12.10



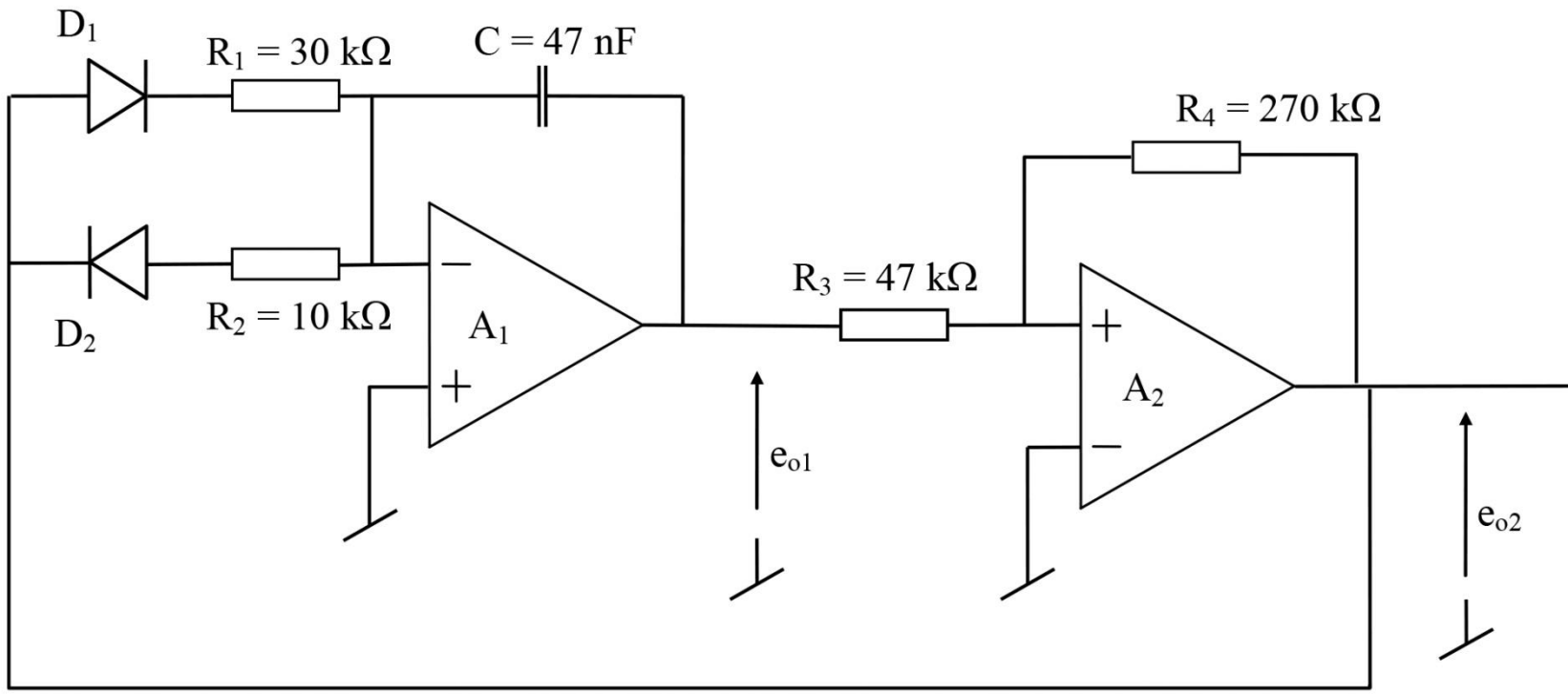
Tærskelspændinger

Hysteresis  $V_H$

Skitse:  $v_o = f(v_{in})$

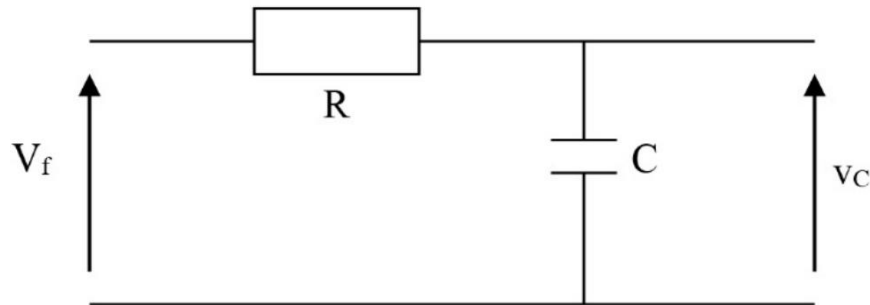
$$V_{o\text{ SAT}}^+ = -V_{o\text{ SAT}}^- = 14,6\text{ V}$$

E3 - diagram



### Sp. 6 fra forberedelsen:

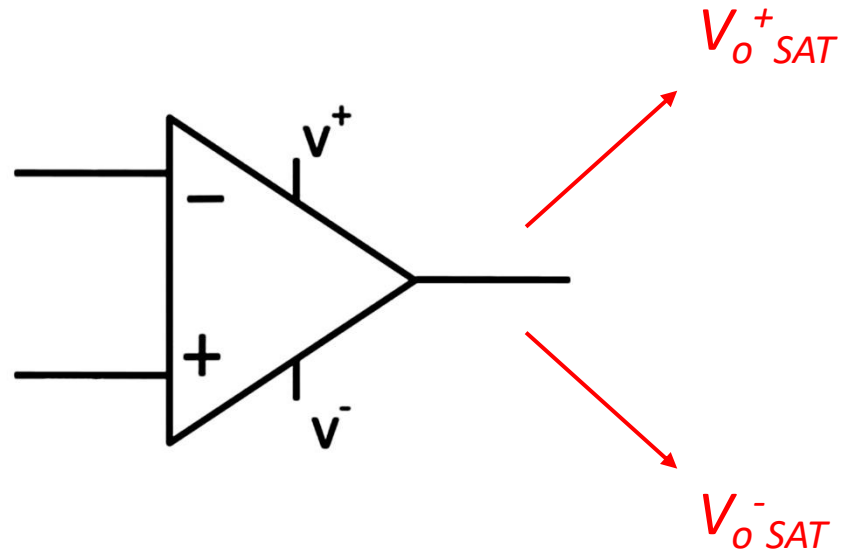
Betragt opladning af en kondensator gennem en modstand R:

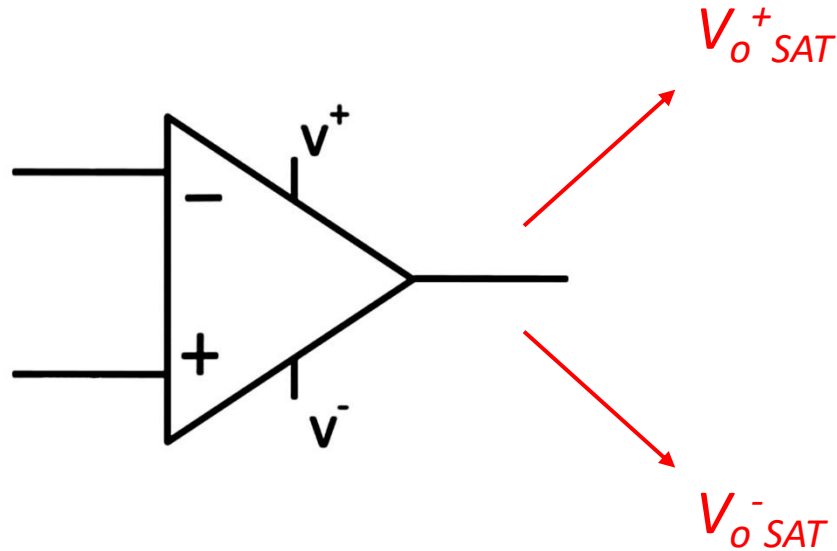


$V_f$  : Påtrykt spænding (DC)  
 $v_C$  : Øjebliksspænding over C  
 $V_i$  : Startspænding over C ( $V_i = v_C(0)$ )

Opstil en differentialligning for dette kredsløb og udled et udtryk for opladningstiden  $t_b$  for en kondensator fra startspændingen  $V_i$  til en given spænding  $V_b$ , når den påtrykte spænding er  $V_f$ .

$$t_b = CR \cdot \ln \frac{V_f - V_i}{V_f - V_b}$$



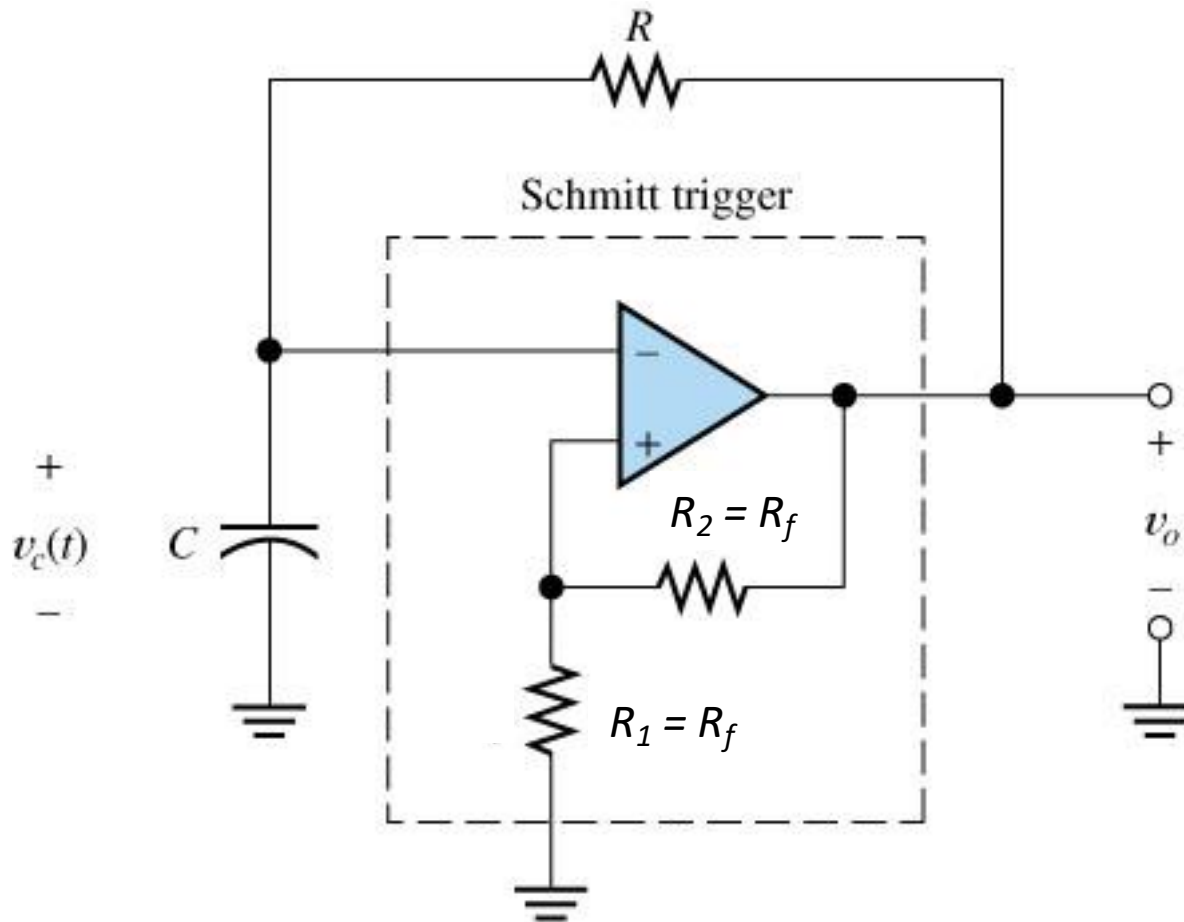


Kredsløb med "digitale" funktioner

<b>Astabil</b>	Fritløbende (firkantgenerator)
<b>Monostabil</b>	One-shot
<b>Bistabil</b>	Flip-Flop

Figur 12.16a

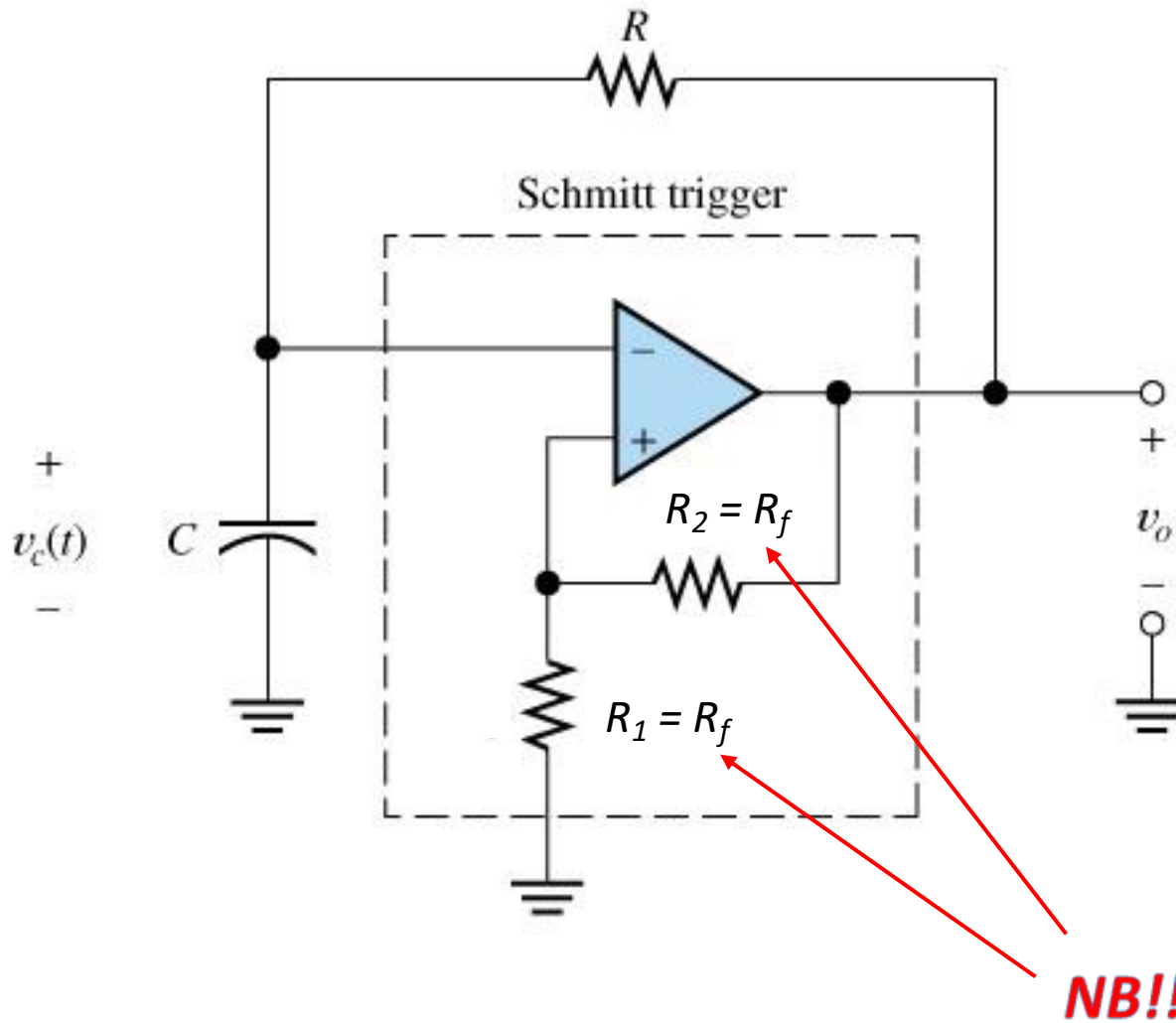
Astabil multivibrator



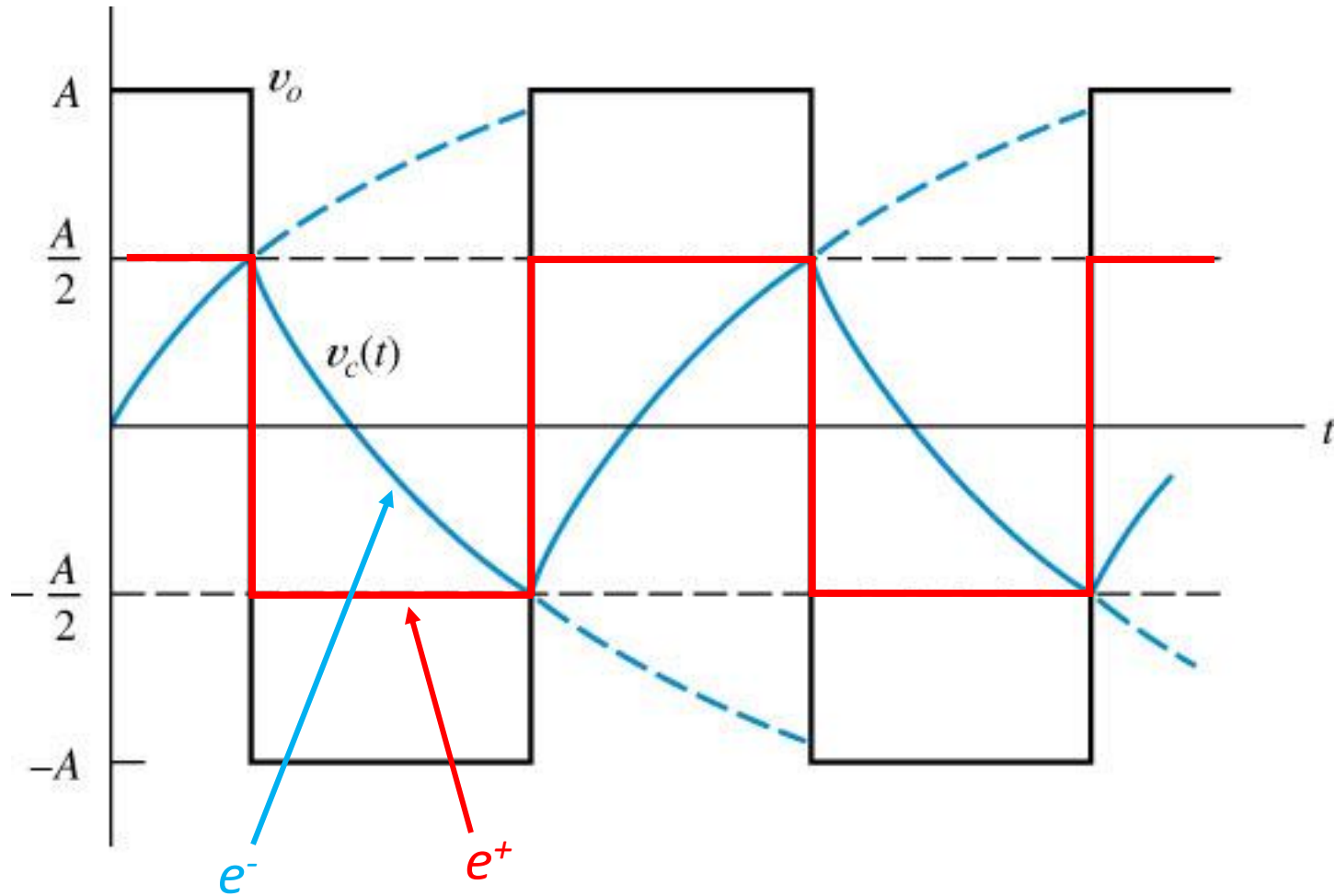


Figur 12.16a

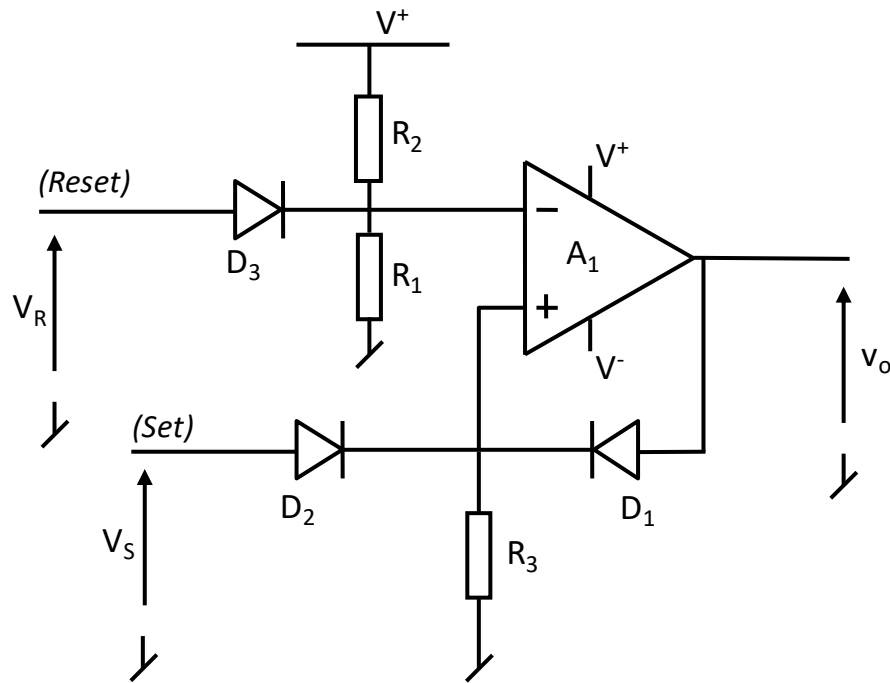
Astabil multivibrator



Figur 12.16b med  $e^+$  indtegnet



## "Latch"

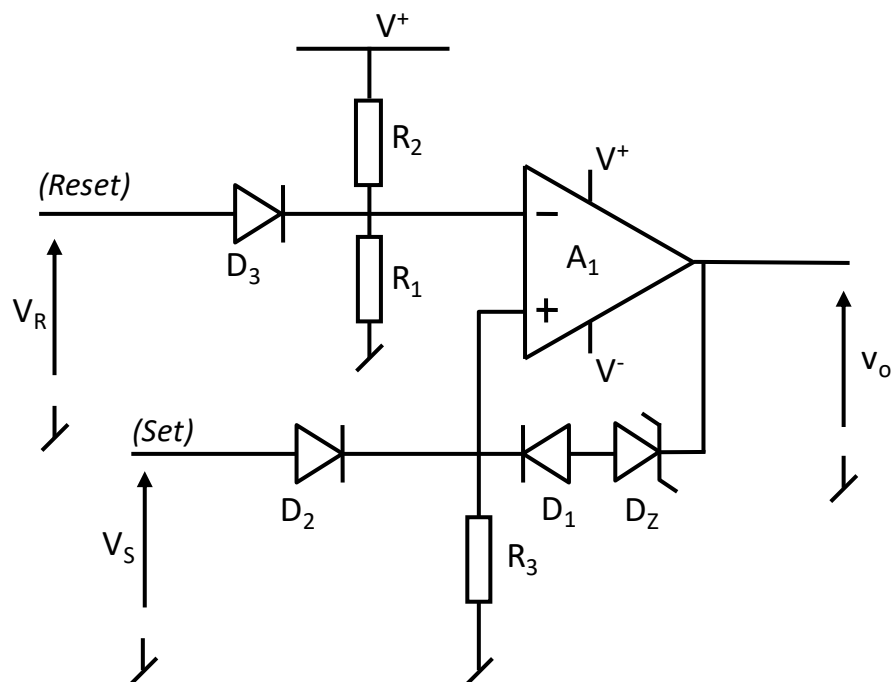


Kredsløbet viser en "latch" og minder lidt om en flip-flop, og det findes også i den digitale verden. Har man eksempelvis fået en alarm fra en komparator ved at denne er gået høj, kan dette kredsløb bibeholde denne information, selv om alarmkredsløbet atter er slukket.

Eksempelvis kunne man få information om, at en temperatur i et kølerum **har været** overskredet om natten men er faldet tilbage til normalområdet.

Forklar i første omgang kredsløbets virkemåde ved at antage, at samtlige komponenter er ideelle,  $v_o$  er i sin negative mætning samt  $R_1 = R_2$ .

Vurdér dernæst kredsløbet på næste side med angivne komponentværdier og en mindre men praktisk modifikation.



$$V^+ = 15 \text{ V}$$

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 9 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 10 \text{ k}\Omega \text{ (ukritisk)}$$

$D_Z$  er en 6,8 V zenerdiode

$A_1$  kan regnes ideel bortset fra:

$$V_{o \text{ SAT}}^+ = -V_{o \text{ SAT}}^- = 14 \text{ V}$$

Alle dioder kan regnes idelle bortset fra 0,7 V i lederetningen.

Bemærk at en zenerdiode  $D_Z$  er sat ind i serie med  $D_1$ , samt at forholdet mellem modstandene  $R_1$  og  $R_2$  er ændret.

Dette giver samlet lidt mere "humane" værdier for "Set" og "Reset".