

UiO • **Institutt for informatikk**
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

IN 1080

Sensorer Regneøvelse

Yngve Hafting, 2022



Eksempel til regneøvelse

Vi har en schmitt trigger satt opp som vist på figuren.

Maksimalt strømtrekk for inngangen er $\pm 1\text{mA}$.

Alle spenninger forutsettes at kan varieres mellom 0 og 10V.

Vi ønsker at triggeren skal trigge på 2,2V (opp) og 1,8V (ned)

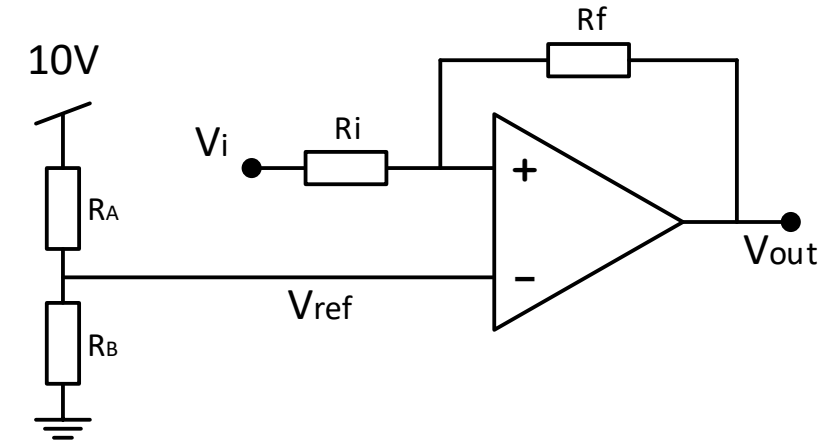
a) Hva er minsteverdi for R_i og R_f tilsammen?

- Hint: Hva blir strømmen i det vi skifter mellom maksimale utslag?

b) Hva er minste verdi for R_i og R_f og hvilken verdi må V_{ref} ha?

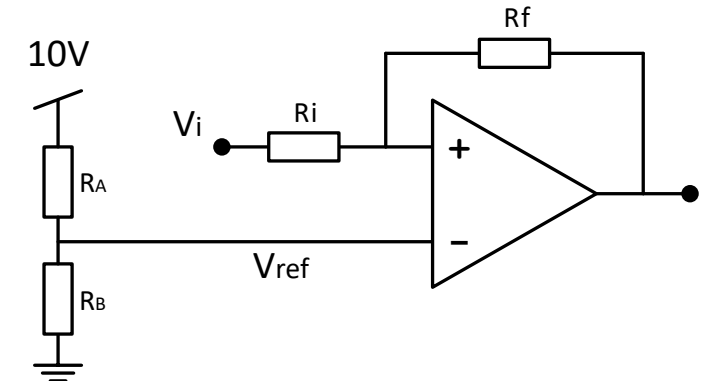
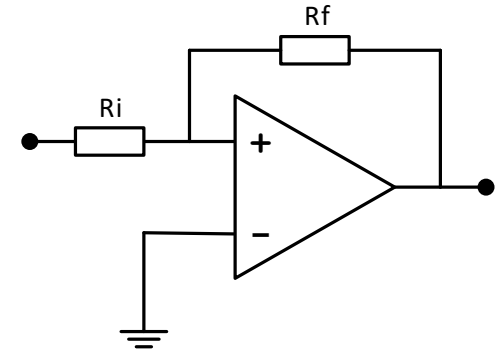
- Hint:

- Hva slags tilbakekobling har vi på opampen?
- Hvilke virtuelle spenninger har vi?



Positiv tilbakekobling 1/2

- Ikke inverterende forsterker:
 - => Jo høyere input, dess høyere output som gir..
 - Høyere input igjen...
 - => Selvforsterkende, driver inngangssignalet.
 - Går fort i metning og forblir der
 - Kan brukes til å danne minnelementer/triggerkretser
- Schmitt trigger:



Eks Schmitt trigger (1 av 2)

Vi har en schmitt trigger satt opp som vist på figuren.
Maksimalt strømtrekk for inngangen er $\pm 1\text{mA}$.
Alle spenninger forutsettes at kan varieres mellom 0 og 10V.
Vi ønsker at triggeren skal trigge på 2,2V (opp) og 1,8V (ned)

a) Hva er minsteverdi for R_i og R_f (tilsammen)?

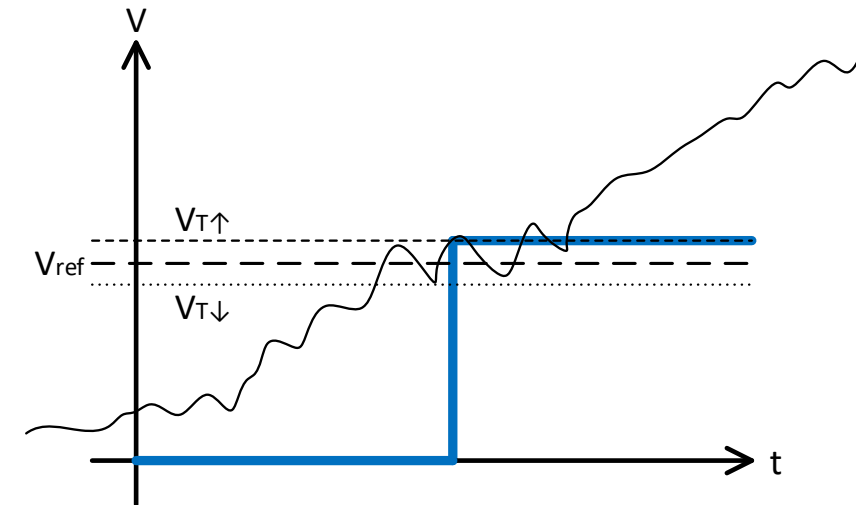
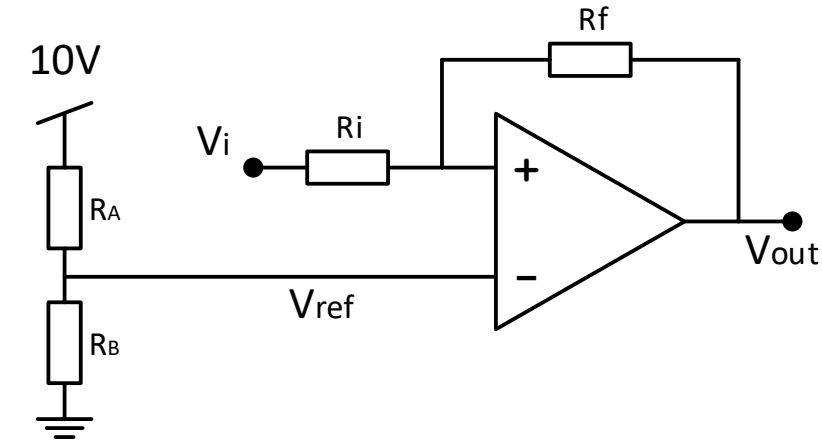
$$U=RI \Rightarrow R = U/I$$

$$V_{out} = 10\text{V og } V_{inn} = 0\text{ V gir } I(R_i+R_f) = 10\text{V.}$$

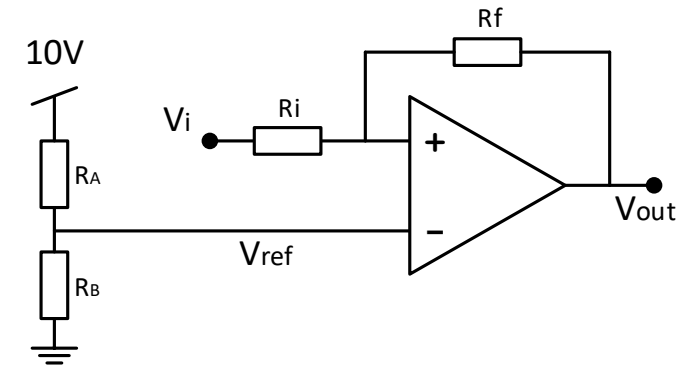
$$I_{max} = \pm 1\text{mA}$$

$$\Rightarrow (R_i+R_f) = 10\text{V}/1\text{mA} = 10\text{k}\Omega$$

Svar: R_i og R_f må tilsammen være minst $10\text{k}\Omega$



Eks Schmitt trigger (2 av 2)



b) Hva er minste verdi for R_i og R_f og hvilken verdi må V_{ref} ha?

• To triggertilstander:

A. $V_i = 1,8V$, $V_{out} = 10V$ skal gi fallende flanke

B. $V_i = 2,2V$, $V_{out} = 0V$ skal gi stigende flanke

• V_i har:

– $R_i + R_f = 10k\Omega$, $V_{ref} = V_i + R_i \cdot I$, $V_{ref} = V_{out} - R_f \cdot I$

– Setter opp for begge triggertilstandene:

$$1: V_{ref} = 1,8V + I_1 \cdot R_i$$

$$2: V_{ref} = 2,2V + I_2 \cdot R_i$$

$$3: V_{ref} = 10V - I_1 \cdot R_f$$

$$4: V_{ref} = 0V - I_2 \cdot R_f$$

$$5: R_i + R_f = 10k\Omega$$

(5 ligninger, 5 ukjente $\Rightarrow$ OK)

$$6: (1,2) \Rightarrow 1,8V + I_1 \cdot R_i = 2,2V + I_2 \cdot R_i$$

$$\Rightarrow R_i(I_1 - I_2) = 0,4V$$

$$\Rightarrow R_i = 0,4V / (I_1 - I_2)$$

$$7: (3,4) \Rightarrow 10V - I_1 \cdot R_f = -I_2 \cdot R_f$$

$$\Rightarrow 10V = R_f(I_1 - I_2)$$

$$\Rightarrow R_f = 10V / (I_1 - I_2)$$

$$8: (5,6,7) \Rightarrow 10k\Omega = (0,4V + 10V) / (I_1 - I_2)$$

$$\Rightarrow I_1 - I_2 = 10,4V / 10k\Omega = 1,04mA$$

$$9: (6,8) \Rightarrow R_i = 0,4V / 1,04mA = \underline{0,38k\Omega}$$

$$10: (7,8) \Rightarrow R_f = 10V / 1,04mA = \underline{9,6k\Omega}$$

$$11: (1,3) \Rightarrow 1,8V + I_1 \cdot R_i = 10V - I_1 \cdot R_f$$

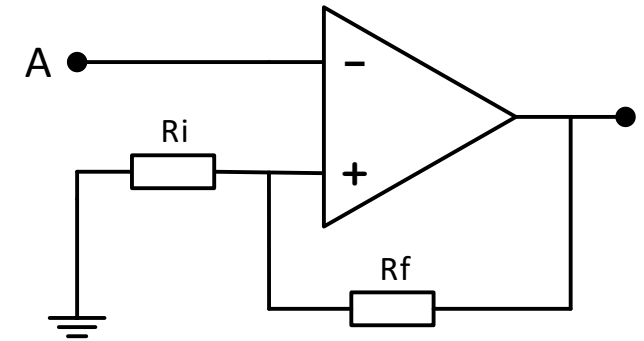
$$12: (5,11) \Rightarrow I_1(R_i + R_f) = 10V - 1,8V$$

$$\Rightarrow I_1 = 8,2V / 10k\Omega = 0,82mA$$

$$13: (1,9,11) \Rightarrow V_{ref} = 1,8V + 0,82mA \cdot 0,38k\Omega = \underline{2,1V}$$

Positiv tilbakekobling 2/2

-
- Inverterende forsterker:
 - Hvis V_A forsterkes $-\infty$ så vil V_+ bli lavere enn $V_A \Rightarrow$
 - V_{ut} skifter til $+\infty \Rightarrow V_+$ høyere enn $V_A \Rightarrow$ osv
 - Vi får oscillering pga tidsforsinkelser i kretsen.
 - Skyldes kapasitive egenskaper -
 - (hvor mange elektroner som må flyttes på før tilstander endres)
 - *Kan brukes til å lage svingekretser*

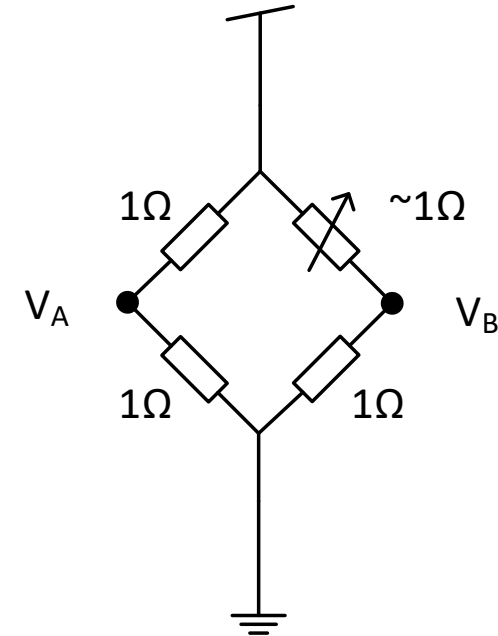


Lesestoff og regneoppgaver:

- COK: Sensorer...
Lese: Hele kapittel 13. NB: Ikke alt trenger dybdeleses:
Vektlegge forståelse/ dybde i
13.4 tom 13.4.4.3 (brytere, resistive sensorer) ,
13.5.2 tom. 13.5.2.2 (streklapp, load cell),
13.5.6 tom 13.5.6.2 (optiske enkodere)
Oppgaver: 13: 7, 10
Heller gjøre 13: 4, 10..
- Eksamensoppgaver
 - 2020 -18 (Wheatstone bru)
 - 2019 -16 (Quadrature enkoder, programmering)

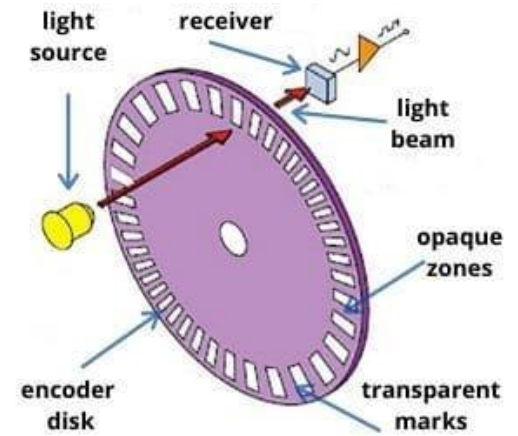
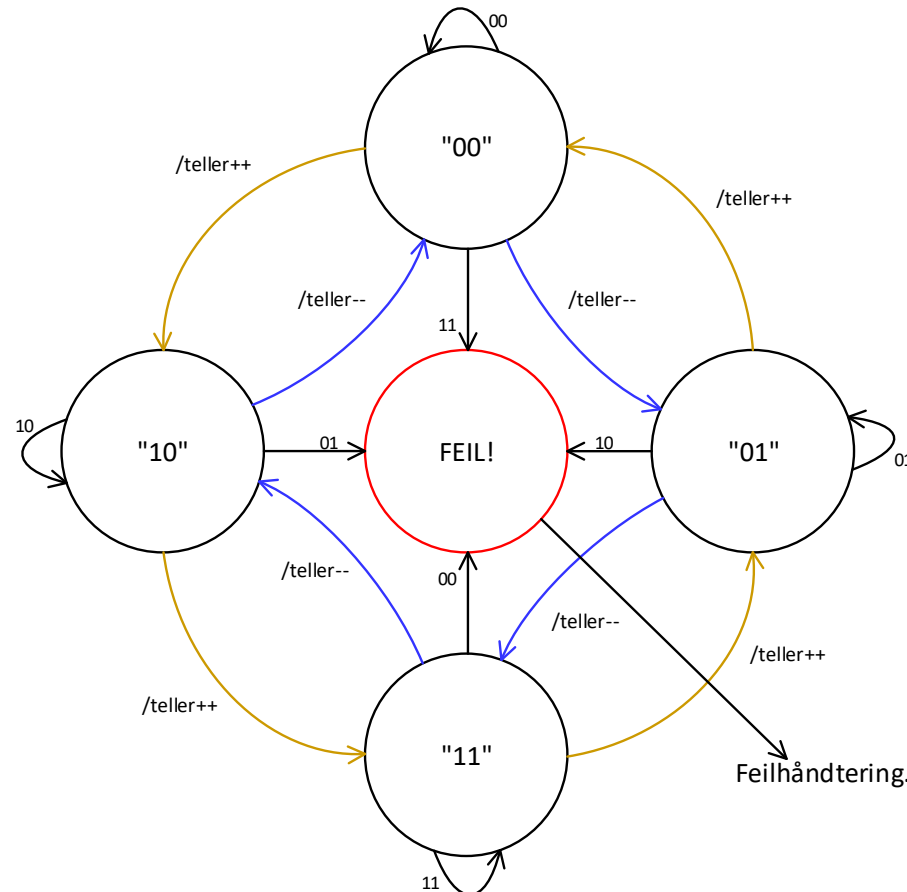
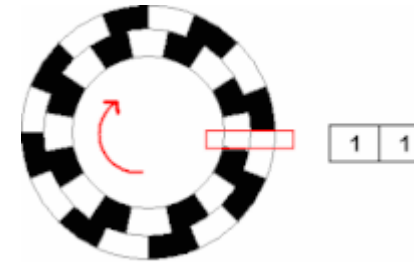
2020-18

- Tegne oppsett
 - Regne eller vurdere?
 - $V_A = V_B \pm 1\mu\text{V}$
 - $V_{AB} = V_A - V_B \Rightarrow V_{AB} = \pm 1\mu\text{V}$
 - $V_{DD2} = V_{DD1}(\cdot 1, 1)$
 - $V_{A2} = V_{A1}(\cdot 1, 1)$
 - $V_{B2} = V_{B1}(\cdot 1, 1)$
 - $V_{AB2} = V_{A2} - V_{B2} \Rightarrow V_{AB2} = \pm 1\mu\text{V}(\cdot 1, 1)$
 - $\Rightarrow$ Maks støy er...
 - $\pm 1\mu\text{V}(\cdot 1, 1) - \pm 1\mu\text{V} = \pm 0,1\mu\text{V}$
 - Merk: Vi kan finregne på maksimalt utslag i resistans...
 - Trenger vi det?



2019-16

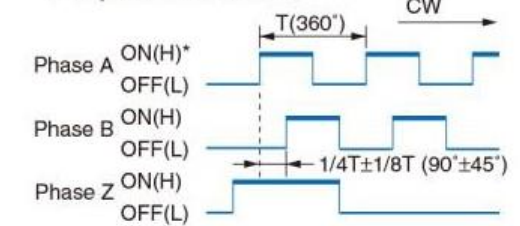
- Vi skal lage Arduinokode for å lese av en rotasjons quadraturenkoder.
- Quadraturensignalet skal gjøres om til en variabel som representerer vinkelen.
- Et eksempel på en rotasjons quadraturenkoder er vist i medfølgende datablad.
- Koden her er laget for lesbarhet og ikke optimalisert



Optical encoder working principle

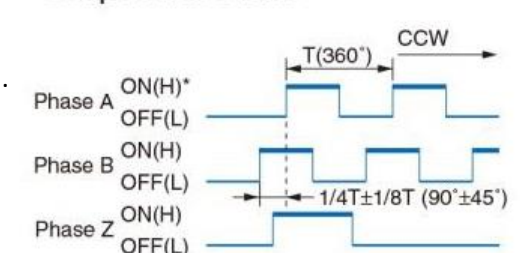
Direction of rotation: CW
(as viewed from end of shaft)

Output transistor



Direction of rotation: CCW
(as viewed from end of shaft)

Output transistor



UiO : Institutt for informatikk

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

2019-16

```
// --a
int vinkel;
void setup() {
  pinMode(13, INPUT); // fase A
  pinMode(12, INPUT); // fase B
}
void loop() {
  int a = digitalRead(13);
  int b = digitalRead(12);
  if (a==LOW && b==LOW)
    vinkel = 0;
  if (a==HIGH && b==LOW)
    vinkel = 1;
  if (a==LOW && b==HIGH)
    vinkel = 2;
  if (a==HIGH && b==HIGH)
    vinkel = 3;
}

// --b
int vinkel;
int currentState, nextState;
void setup() {
  pinMode(13, INPUT); // fase A
  pinMode(12, INPUT); // fase B
  currentState = 0;
}
void loop() {
  int a = digitalRead(13);
  int b = digitalRead(12);
  if (a==LOW && b==LOW)
    nextState = 0;
  if (a==HIGH && b==LOW)
    nextState = 1;
  if (a==HIGH && b==HIGH)
    nextState = 2;
  if (a==LOW && b==HIGH)
    nextState = 3;
  if ( (nextState == (currentState+1)) or
      (nextState==0 and currentState==3) )
    vinkel++;
  if ( (nextState== (currentState-1)) or
      (nextState==3 and currentState==0) )
    vinkel--;
  currentState = nextState;
}
```

- a) Kun fire vinkler?...
- b) Bruker tilstander, ser rimelig ut
- c) Teller opp/ned hele tiden i noen tilstander
- d) Som c)
- e) Nesten som b) men teller binært, ikke quadrature (2 bit gray) = feil. Teller hopp med 2 trinn (!)

```
// -- c
int vinkel;
void setup() {
  pinMode(13, INPUT); // fase A
  pinMode(12, INPUT); // fase B
}
void loop() {
  int a = digitalRead(13);
  int b = digitalRead(12);
  if (a==HIGH && b==LOW)
    vinkel++;
  if (a==LOW && b==HIGH)
    vinkel--;
}
```

```
// -- d
int vinkel;
void setup() {
  pinMode(13, INPUT); // fase A
  pinMode(12, INPUT); // fase B
}
void loop() {
  int a = digitalRead(13);
  int b = digitalRead(12);
  if (a==HIGH && b==LOW)
    vinkel--;
  if (a==LOW && b==HIGH)
    vinkel++;
}
```

```
// -- e
int vinkel;
int currentState, nextState;
void setup() {
  pinMode(13, INPUT); // fase A
  pinMode(12, INPUT); // fase B
  currentState = 0;
}
void loop() {
  int a = digitalRead(13);
  int b = digitalRead(12);
  if (a==LOW && b==LOW)
    nextState = 0;
  if (a==LOW && b==HIGH)
    nextState = 1;
  if (a==HIGH && b==LOW)
    nextState = 2;
  if (a==HIGH && b==HIGH)
    nextState = 3;
  if (nextState>currentState or
      (nextState==0 and currentState==3) )
    vinkel++;
  if (nextState<currentState or
      (nextState==3 and currentState==0))
    vinkel--;
  currentState = nextState;
}
```

