



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

IN 1080

Repetisjon

Yngve Hafting, 2021



Hvor står vi og hvor går vi...

Kort om emnet

- *Grunnleggende analog elektronikk, sensorer og sensor grensesnitt, aktuatorer. Programmering av mekatroniske systemer.*

Hva lærer du?

Etter å ha tatt IN1080 kan du:

- *forstå virkemåten til analoge kretser. Aktuelle begreper er: strøm, spenning, motstand, effekt, impedans, likestrøm, vekselstrøm, RCL, MOS, FET, OPamp*
- *bruke klassiske analysemetoder basert på Kirchoff, Thevenin og Nortons teoremer*
- *forstå og anvende sensorer, signalkondisjonering og konvertering, samt noen komponent-komponent busser*
- *bygge og programmere enkle mekatroniske systemer med mikrokontroller, aktuatorer og sensorer*
- *forstå grunnleggende kontrollteori og virkemåte for PIDkontrollere*

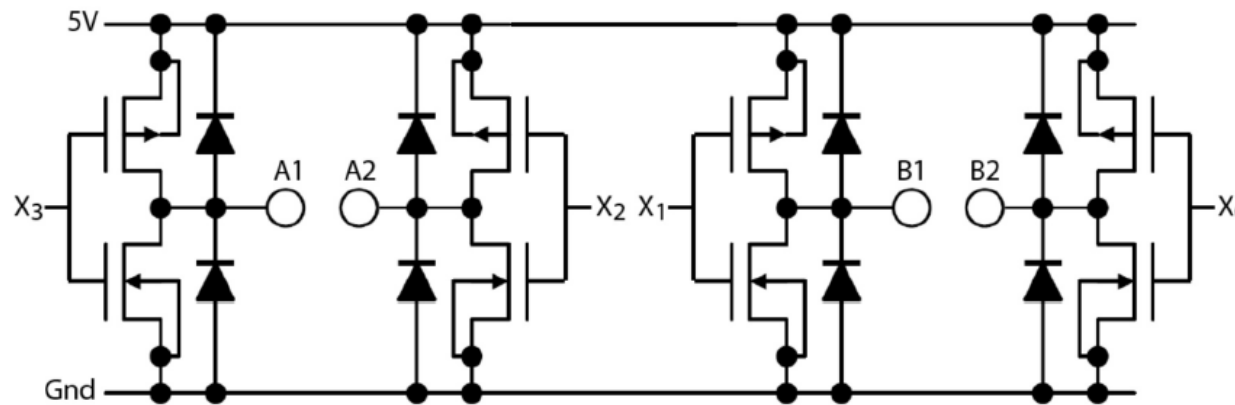
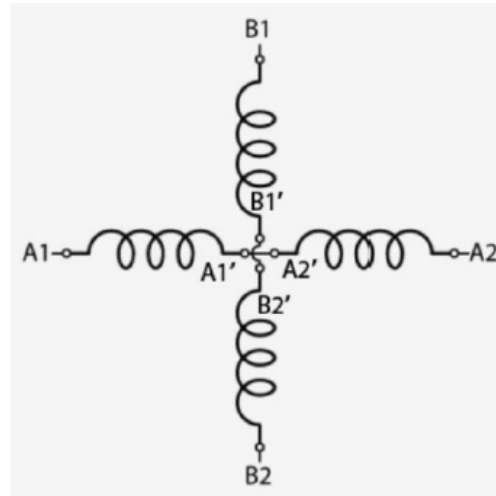
Forespørsler:

- Oppgave 25 Eksamen 2020 (Kommutering av steppermotor)
 - Hvordan vi leser oppgaven
 - Diagrammer
 - Oppkoblinger
 - Hvordan ser en motor faktisk ut.
- Steppermotorer
 - H bruer, spenningsdelere?
- Opamper
 - Hvordan de ulike konfigurasjonene virker.

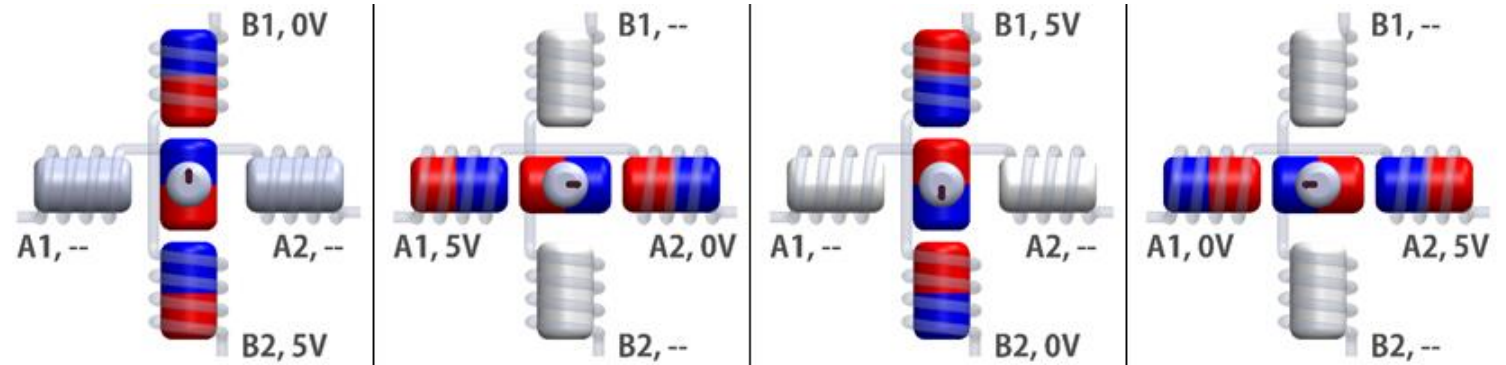
2020-oppgave25

- Lese oppgaven
- Diagram vs virkelig motor
 - NS : B1-B2
 - ØV : B2-B1
 - NNØSSV : A1-A2
 - NNVSSØ : A2-A1
- Hva skjer om X_n er høy/lav
 - 0100 vil si
 - $X_0 = 0$
 - $X_1 = 0$
 - $X_2 = 1$
 - $X_3 = 0$

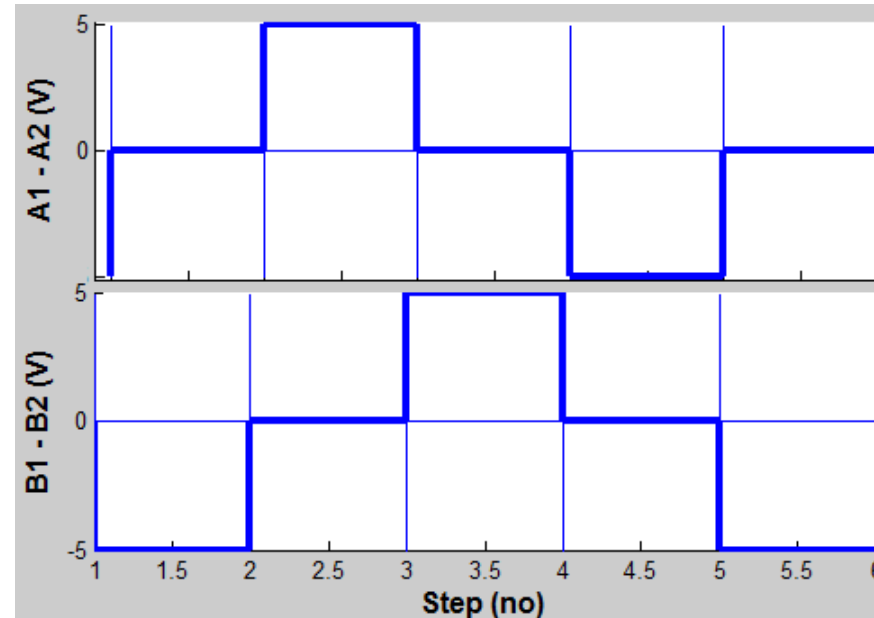
Vi ønsker å kommutere en steppermotor via 2 H-bruer. Spolene til steppermotoren er vist i figuren under. Terminalene fra H-bruene A1, A2, B1, B2 kobles sammen med terminalene på steppermotoren med samme navn. Gate terminalene på MOSFET transistorerne er koblet sammen til styresignalene X_3, X_2, X_1, X_0 . Spenningene på disse styresignalene genereres av en Arduino mikrokontroller, er digitale, og kan være 0V eller 5V. 0V tilsvarer logisk "0", og 5V tilsvarer logisk "1". Vi samler sammen styresignalene i ett 4-bits ord, der X_0 er det minst signifikante bittet, og X_3 er det mest signifikante. Hvilken sekvens kjører motoren 4 steg (en runde) i "wave commutation"?



«Wave commutation»

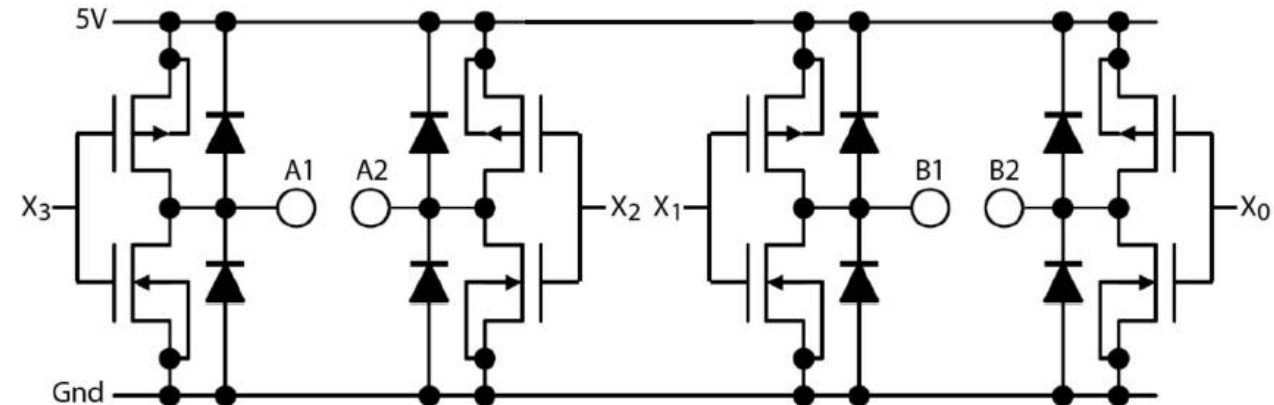
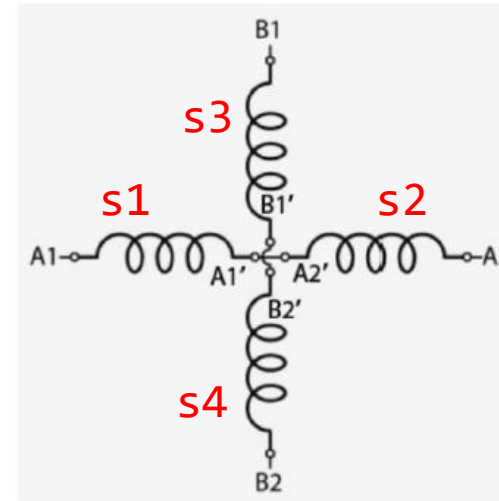


Kun ett spolepar er aktivt av gangen
 Gir 50% effekt bruk og lavt dreiemoment.
 Går "ett steg" av gangen.



2020-25

- Mosfet.. Hva er P og N?
 - P «alltid» øverst, aktiv lav
 - N nederst, normalt aktiv høy
- 0100 vil si
 - $X_0 = 0 \Rightarrow B_2 = \text{høy}$
 - $X_1 = 0 \Rightarrow B_1 = \text{høy}$
 - $X_2 = 1 \Rightarrow A_2 = \text{lav}$
 - $X_3 = 0 \Rightarrow A_1 = \text{høy}$
 - \Rightarrow Strøm går fra A1-A2
 - \Rightarrow S1 og S2 aktive («høyre»)
- 2. step bør bli...
 - S3 og S4 aktive («ned»)
 - $\Rightarrow X_0 \text{ høy, } X_1 \text{ lav, resten lave}$
 - $\Rightarrow 1000$



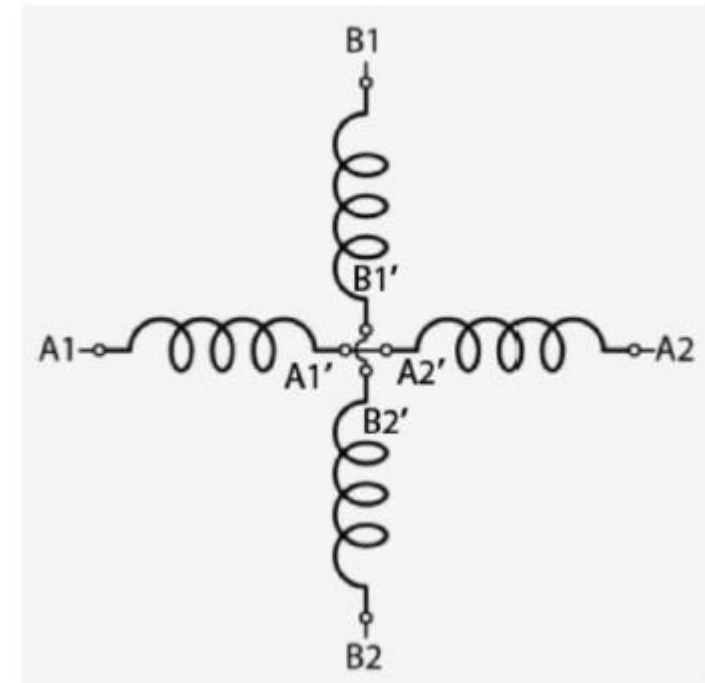
- 3. step bør bli...
 - S2 og S1 aktive («venstre» A2 høy A1 lav)
 - $\Rightarrow X_2=0, X_3=1 \Rightarrow 1000$
- 4. step bør bli...
 - S4 og S3 aktive («opp» B2 høy B1 lav)
 - $\Rightarrow X_0=0, X_1=1 \Rightarrow 0010$

Flere oppkoblingsvarianter...

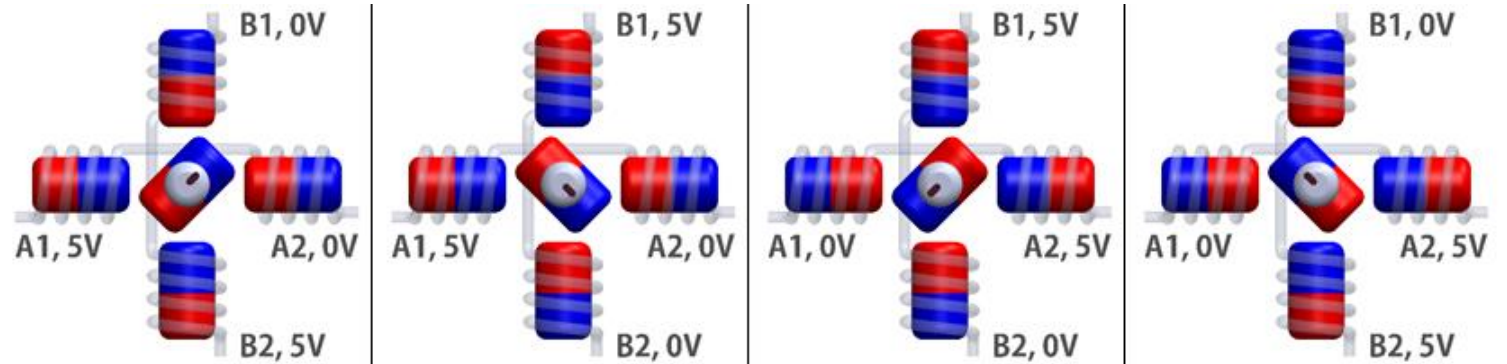
Wire Connection Diagrams

4 Lead Bipolar Connection	6 Lead Unipolar Connection	6 Lead Bipolar (Series) Connection
8 Lead Unipolar Connection	8 Lead Bipolar (Series) Connection	8 Lead Bipolar (Parallel) Connection

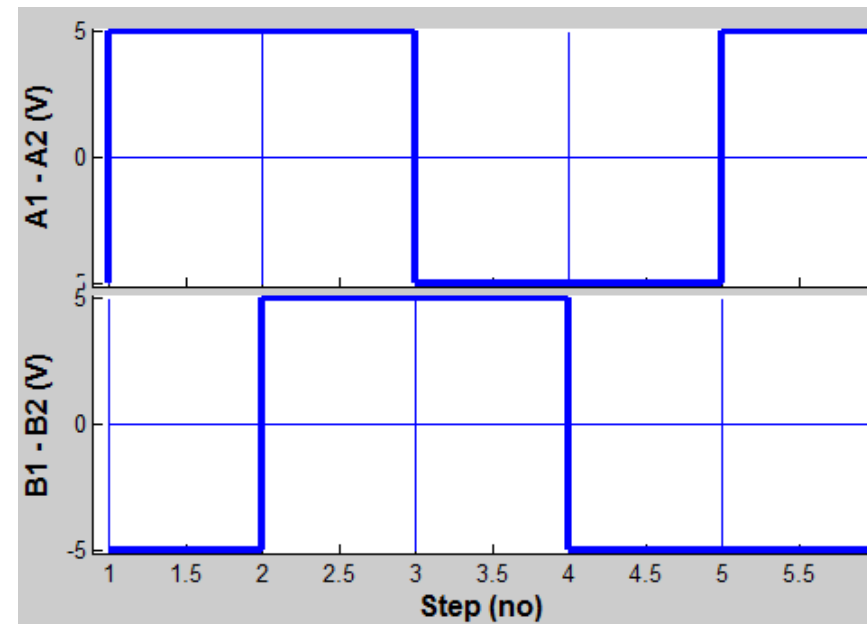
Hva slags oppkobling tilsvare oppgaven?



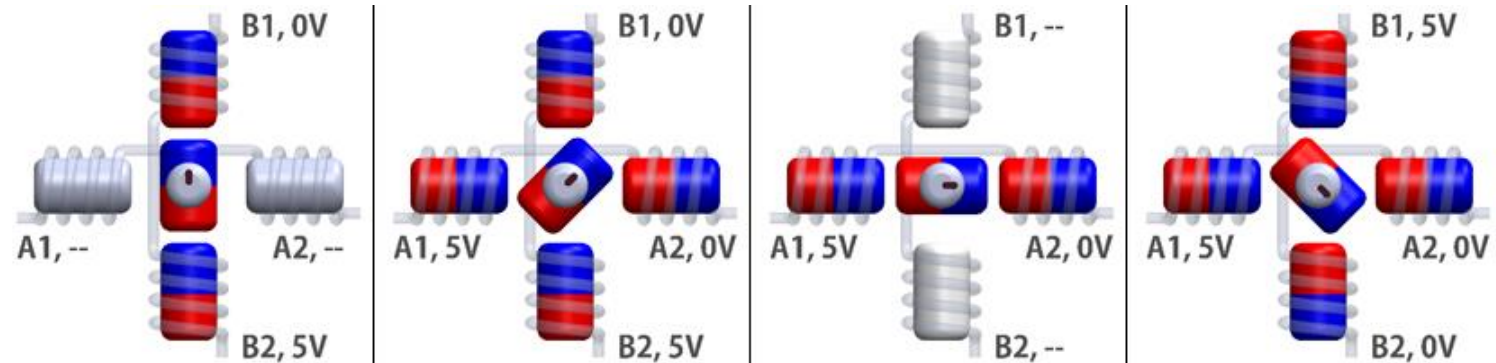
Full steps kommutering (Full Step)



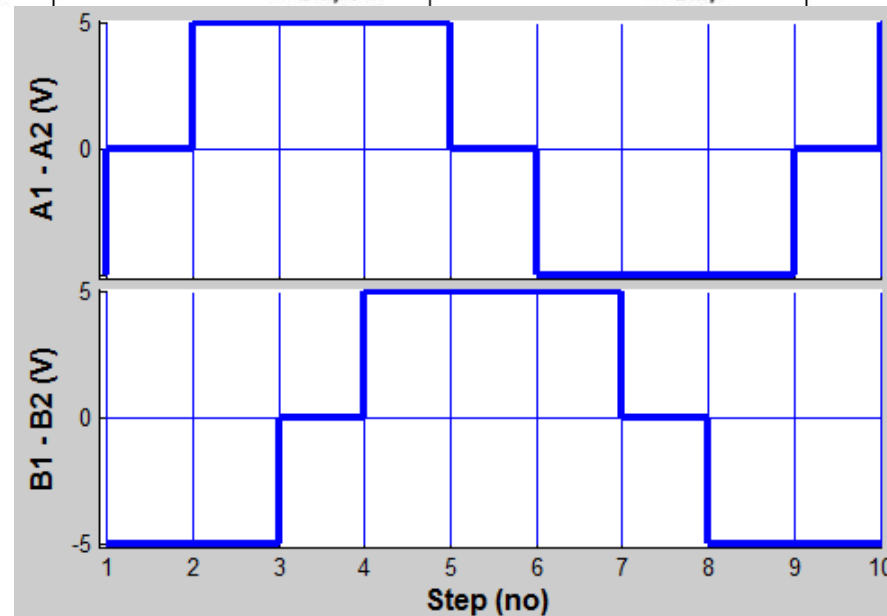
Bruker alle spoleparene samtidig
Gir maksimal effekt og dreiemoment



Halvstegskommutering «Half step commutation»



Kombinerer «full step» og «wave»
Gir dobbelt så høy presisjon, men
vekslende dreiemoment.



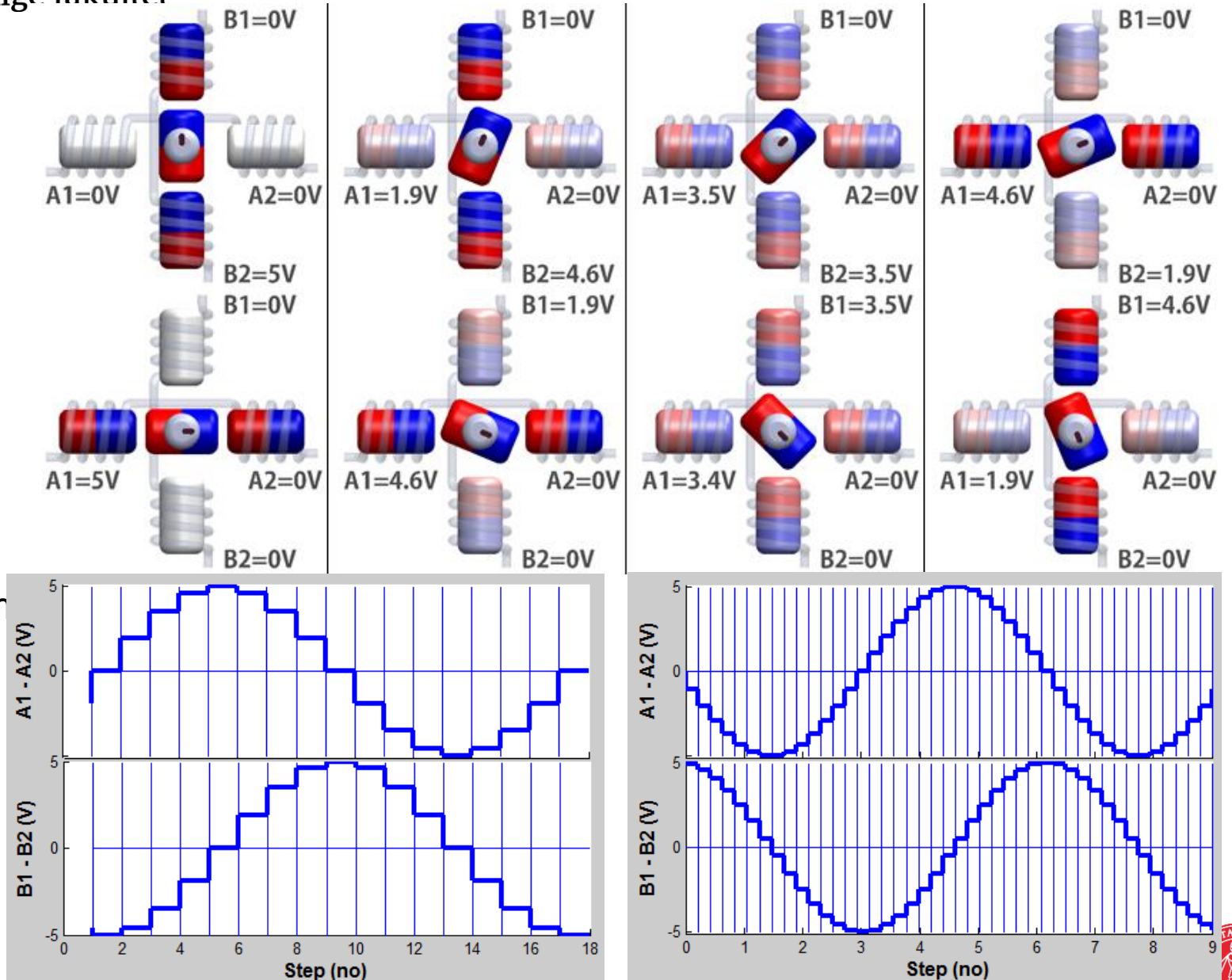
Mikrostepping

Ved å bruke *pulsbredde-modulasjon (PWM)* for å gi analog spenning til spolene kan alle mulige kombinasjoner oppnås.

Kan gi konstant dreiemoment, men behøver ikke.

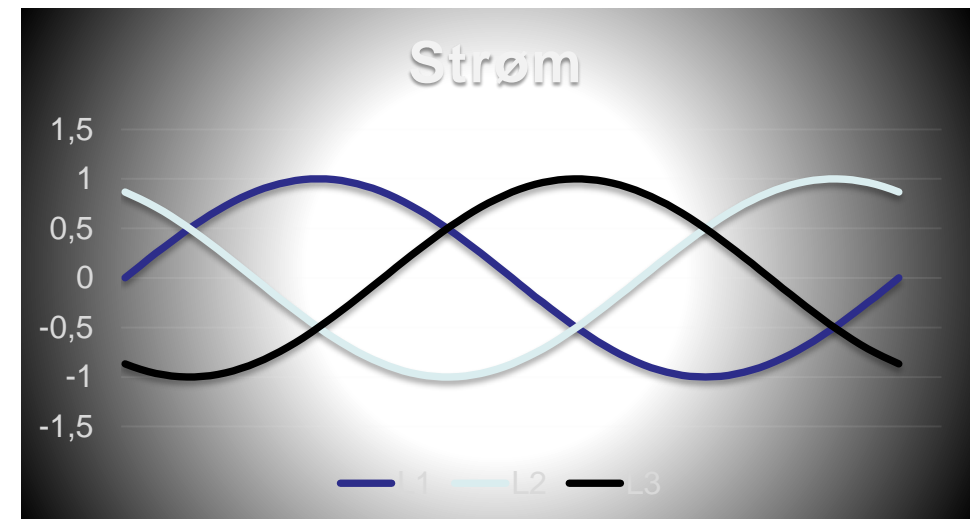
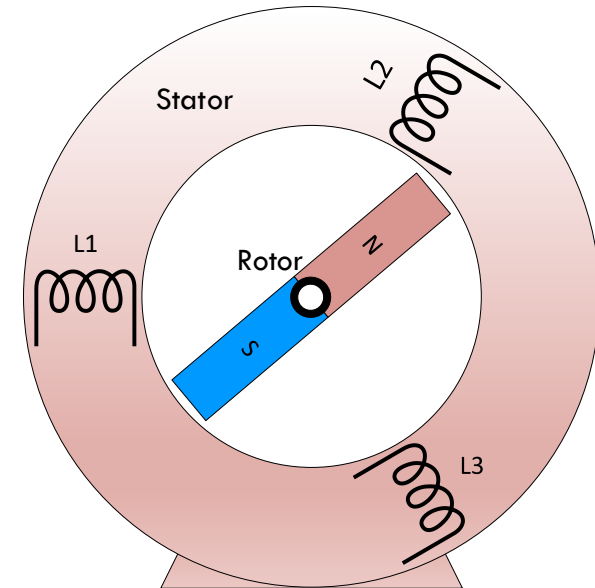
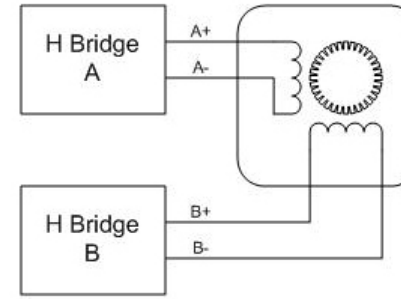
Dess finere oppløsning på pulsbreddemodulasjonen, dess nærmere blir signalet en sinus faseskiftet med 90 grader mellom inngangene.

Støyen og vibrasjonene fra steppermotoren avtar med dess finere mikrostep som brukes.



Stepper vs BLDC el.

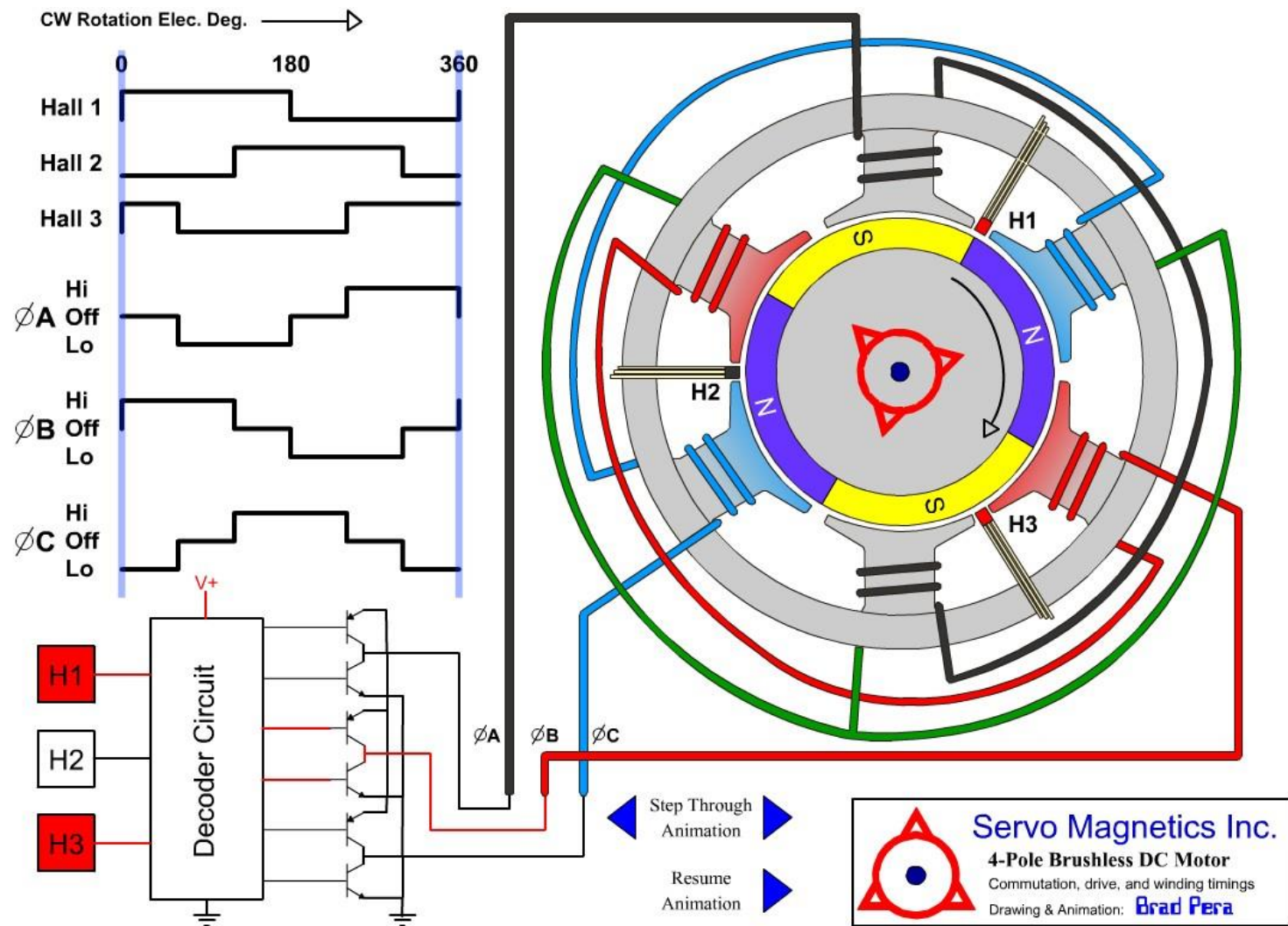
- Stepper typisk et partall antall poler
- BLDC: Enten
 - «1fas» (selvkommutterende)
 - To ledninger, hallsensorer styrer strømmen automatisk
 - Strømmen inn kan pulsbreddemoduleres, og justeres i styrke
 - Ellers som trefas (se neste slide)
 - 3 fas
 - Tre ledninger
 - Man må lage lage kommutering selv
 - typisk. analog innspenning...



BLDC (forts.)

Styring av en BLDC motor gjøres på to måter:

1. **Kommutering** ([video](#)) gjøres ved å styre strømmen gjennom spolene slik at vi får utnyttet de magnetiske kreftene maksimalt. Kommuteringen gjøres basert på informasjon fra 3 hall sensorer (H1, H2, H3 på diagrammet)
2. Styring av strømstyrke. Magnetfeltstyrken (og dreiemomentet) er proporsjonal med strømmen i spolene. =>
 - Vi kan vi **regulere dreiemomentet** ved å **pulsbreddemodulere** strømmen til hvert spolepar.
 - Strømmen kan også reguleres med en analog forsterker, men det gir gjerne mer tap



 **Servo Magnetics Inc.**
4-Pole Brushless DC Motor
 Commutation, drive, and winding timings
 Drawing & Animation: **Brad Pera**

Merk

- Det kan godt være flere poler.
 - Eks dronemotor typ 12 poler, 14 magneter.
 - Elektrisk sett er elektromagnetene koblet slik at hver tredje spole er koblet likt.
 - => I praksis ligner dette på steppermotoren, og det er ikke nødvendigvis et nøyaktig skille.
- Det fins 5fas motorer også, men det er sjeldent.
 - (Det gir 72 graders faseforskjell)

Se på Opamp forelesning?

- Spørsmål.