# 1. Modellering og Systemidentifikation

* Hvorfor modellering og regulering?
  + Modellering:
    - Forsimpling af systemer
    - Nemmere at optimere
  + Regulering:
    - Optimering
    - Sikkerhed og holdbarhed for komponenterne
      * Eksempel vindmølle ikke smart hvis den løber løbsk
* Det er vores motivation
* To metoder til at lave en model:
  + Den analytiske
    - Bruger en generelt karakteristisk af en komponent, og tilpasse den til systemets specifikationer
    - Bruge forskellige analytiske metoder f.eks. KVL og KCL
    - Output/Input = overføringsfunktionen, som vi kan analysere ud fra.
  + Den eksperimentelle
    - Afprøver step-respons:
      * Er der oversving?
        + Nej (muligvis et første-ordens system)

(ordenssystemet angiver ordenen på nævneren)

* + - * + Ja (ikke noget første-ordens system)
      * Er der tegn på tydelig ustabilitet?
        + Tydelig peak på max værdi ( Typisk spænding ). Systemet er ustabilt men fysiske begrænsninger reder systemet fra divergering.
* Elektrisk systemer følger vise regler som vi kan bruge til at beskrive systemet ud fra. KCL & KVL blandt andet.
* Mekaniske systemer følger også vise regler men omhandler typisk mere hastighed, rotation, acceleration og inertimoment.
* Med elektriske til mekaniske systemer så prøver vi at få elektroners bevægelse til at blive til en fysisk rotation eller bevægelse, ved blandt andet noget som en rotorer.
* Hvad gør man, hvis input og output ikke har samme enhed
  + DC-motor
    - Elektrisk modstand + omdrejninger
    - Mål den indre modstand, hold fast i motoren (hvis muligt), og mål spænding og strøm
    - Typisk tilkoblet et takometer, for at undgå at gætte.
    - Mål omdrejningstallet og sammenlign med takometrets spænding, ellers kan den læses i databladet.
    - Resten af systemet -> samme fremgangsmåde, som med et rent elektrisk kredsløb.
  + Se Formler og figurer side 2

# 2. Modeldannelse

* Hvorfor modellering og regulering?
  + Modellering:
    - At kunne forklare hvordan et system opfører sig.
    - Nemmere at optimere.
  + Regulering:
    - Optimering
    - Sikkerhed og holdbarhed for komponenterne
      * Eksempel vindmølle ikke smart hvis den løber løbsk
* Det er vores motivation
* Hvorfor så blokdiagrammer?
  + Forsimpling
  + Behøver ikke at tage stilling til de enkelte komponenter i blokken
  + Eksempel på side 3
* Ved hjælp af forskellige operationer:
  + Serie: multiplikation
  + Parallel: addition
  + Tilbage kobling: åben sløjfe divideret med 1 plus åbent sløjfe gange tilbage koblingen
  + Resultatet nederst side 2 i formelsamling
* Implementering i MATLAB
  + Simulink til Blokdiagrammer
  + Brug tf
    - Enten skrive koefficienterne ind direkte
    - Eller definere s med tf og så skrive funktionen ind selvstændigt
  + Feedback på vores transfer functions, hvis man ønsker at se systemets response.
* Eksempel, hvor det kan bruges
  + En elbil
    - Gearingen fra motoren ændrer inertimomentet på den akse, som fører (formelsamling side 3)
    - Så vi ser altså med et ”flyt” i inertimomentet => , eller omvendt.
    - I en DC motor findes der mange forskellige komponenter.
      * Med blokdiagramsmanipulation, så kan vi beskrive alle som en samlet blok.
    - Komponenter har begrænsninger, så før man samler det hele i en blok, så kan det være nødvendigt, at teste de forskellige outputs inden, at man samler.
      * Reference kan findes i øvelse 2.

# 3. Egenskaber i åben- og lukket-sløjfe

* Hvad er dynamiske egenskaber og hvad er stationære egenskaber:
  + Dynamiske:
    - Det der sker i starten af en forstyrrelse (f.eks. et step input)
    - Stigtid
    - Indsvingningstid
    - Toptid
    - Oversving
    - Hvis set på bode diagram, så kan man også inddrage:
      * Fase margin
      * Gain margin
  + Stationære
    - Det, som sker når systemet er kommet i ro igen efter en forstyrrelse (f.eks. et step input)
    - Stationære fejl (det oprindelige step minus outputtet)
* Hvad er åben- og lukketsløjfe?
  + Åben: ikke nogen tilbage kobling (fremkoblet) (tegn gerne)
  + Lukket: tilbagekobling (tegne gerne)
* Åbensløjfe:
  + Kan bruges til at lave Bode plot af systemet
    - Bruges til fasemargin (bruges mest i hvert fald i dette kursus)
    - Og gain margin (der hvor fasemargenen går under -180 grader)
* Lukket-sløjfe:
  + Tabel side 5 i formelsamlingen bruges til at bestemme stationære fejl.
  + Giver risetime, settling time, toptiden og oversving.
  + Stabiliteten

# 4. Analog regulering I

* Forklar lidt om det grundlæggende for regulering.
* Tegn et Bode plot
* Kig på hvor godt kravene er overholdt
* Herefter skal regulatoren laves:
  + Proportionalregulatoren øger hele forstærkningen, påvirker ikke fasen
  + Leadregulator: lav forstærkning ved lave frekvenser (ikke særlig godt mod noise) (koster på stationær fejl), hæver fasemargin
  + Lagregulator: højre forstærkning ved små frekvenser (mindre stationær fejl), koster på fasemargen
* De tre regulatorer ganges sammen i frekvens domænet.
* Tjek ved at tegne et nyt Bode plot, og kig på kravene
* Fungerer det hele:
  + Ja: tjek med stepresponse for lukketsløjfe system
    - Virker det:
      * Ja: perfekt
      * Nej tilbage til kravene og regulatoren
  + Nej: ret værdierne for regulatoren

# 5. Analog regulering II

* Hvad er regulering
* Step / rampe svar
  + For step
  + For rampe
  + Med regulator til process.
* Herefter skal regulatoren laves:
  + Generelt lidt mere kompleks end et Lead-Lag regulator (personlig holdning)
    - 10-20 rad/s før den egentlige frekvens (vurderingssag)
  + Proportionaldelen øger hele forstærkningen, påvirker ikke fasen
  + integrations: kan reducere/fjerne stationær fejl, koster på fasemargin
  + Differential: kan bruges til bedre fasemargin, koster dog på stationær fejl
    - Lidt farlig at bruge i power electronics, grundet at den er meget noise følsomt
  + Anden metode:
  + Find det hele til lead, lag og proportional, så virker det lidt på samme måde.
* De tre regulatorer summeres sammen (ideel)

# 6. Digital regulering

* Hvorfor digital regulering?
  + Man kan hurtigt ændre en konstant, også fra den anden side af jorden
    - F.eks. en vindmølle i USA fra Danmark
  + Man kan styre flere af samme proces (en vindmøllepark) på en gang med den samme hardware (sparer hardware)
* Implementering
  + Process oplever metoden.
    - Formel på side 11 ( Billineær transformation indgår i ’zoh’ metoden.
  + Regulator oplever metoden.
    - Billineær transformation.
* Vælg den rigtige sampling frekvensen
  + Årstrøm og Wittenmarks anbefaling (side 10 formelsamlingen)
* Simulation af tidsforsinkelse i bode plots, i s domænet e^(-s\*Ts/2)
  + Skal det simuleres i MATLAB skal man bruge pade(), Ts/2
  + Alternativt kan processen diskretiseres med Zero Order Hold metoden, inden Bode plottet tegnes
  + Alternativt kan fasemargin tabet findes med formlen på side 10
* Problem:
  + Sampling
    - Tidsforsinkelser koster på fasemargen (kan gøre systemet ustabilt)
  + Største problem i vindmølleindustrien (samples med 1 Hz, men skal gå fra 0 til 100% på ti sekunder)