Manipulator Classification - 5%

Oppgave	Tittel	Maks poeng	Oppgavetype
1.1	Manipulator classification	1.25	Flervalg
1.2	Manipulator classification	1.25	Flervalg
1.3	Manipulator classification	1.25	Flervalg
1.4	Manipulator classification	1.25	Flervalg

Robot Operating System - 10%

Oppgave	Tittel	Maks poeng	Oppgavetype
2.1	ROS architecture	7	Plasser i bilde
2.2	ROS concepts	3	Langsvar

Kinematics - 40%

Oppgave	Tittel	Maks poeng	Oppgavetype
3.1	Denavit-Hartenberg	5	Muntlig
3.2	Forward kinematics	10	Muntlig
3.3	Inverse kinematics	10	Muntlig
3.4	Jacobian	10	Muntlig
3.5	Singularities	5	Langsvar

Dynamics - 20%

Oppgave	Tittel	Maks poeng	Oppgavetype
4.1	Lagrangian	10	Muntlig
4.2	Dynamic equations	10	Muntlig

Control Theory - 15%

Oppgave	Tittel	Maks poeng	Oppgavetype
5.1	Mass-spring-damper system	5	Muntlig

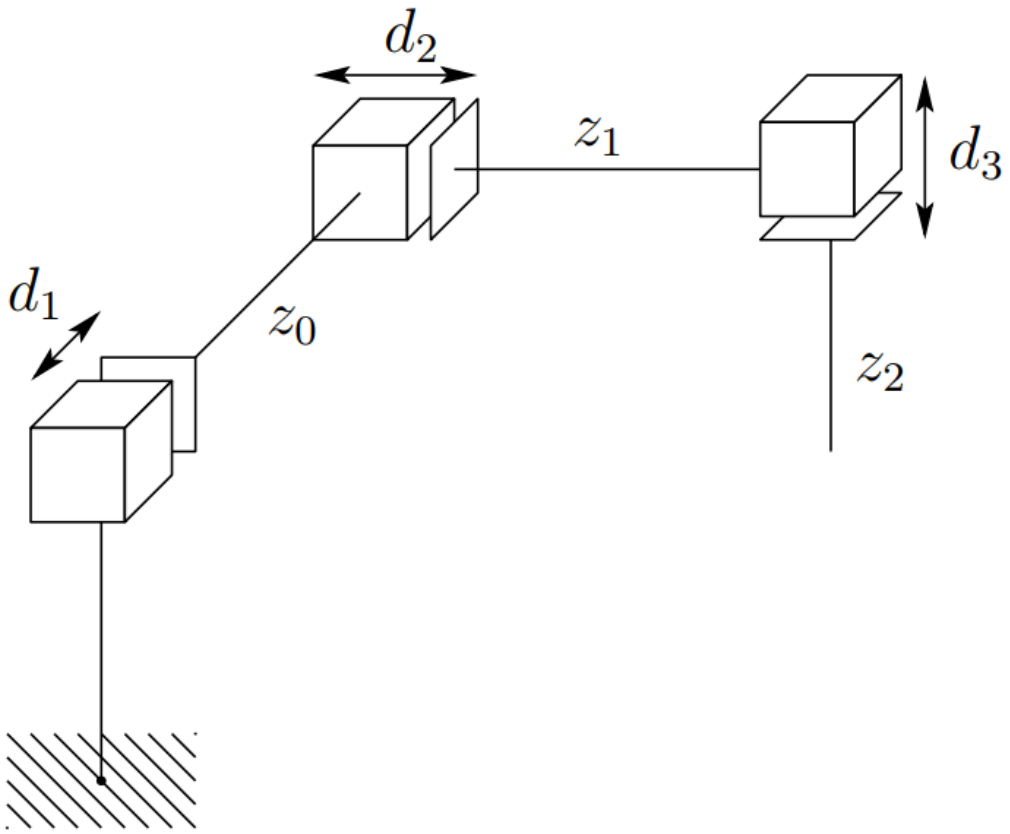
5.2	PI-controller	5	Muntlig
5.3	Steady state error	5	Muntlig

Evolutionary Robotics - 10%

Oppgave	Tittel	Maks poeng	Oppgavetype
6.1	Evolutionary algorithm	5	Langsvar
6.2	Reality gap	5	Langsvar

1.1 Manipulator classification

Hvilken type manipulator er vist i bildet under?



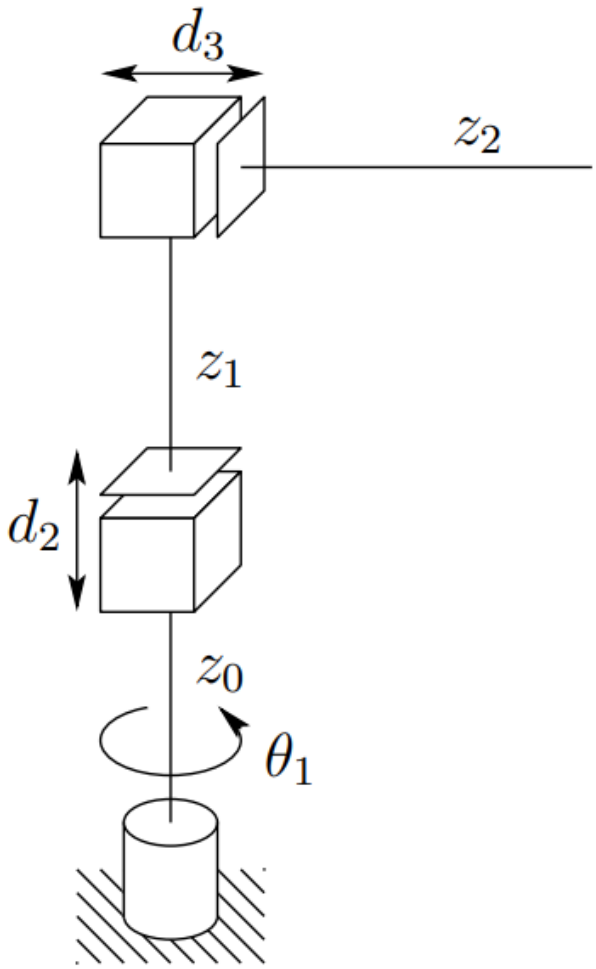
Velg ett alternativ:

- Sylindrisk manipulator
- Antropomorf manipulator
- Kartesisk manipulator
- Artikulert manipulator

Maks poeng: 1.25

1.2 Manipulator classification

Hvilken type manipulator er vist i bildet under?



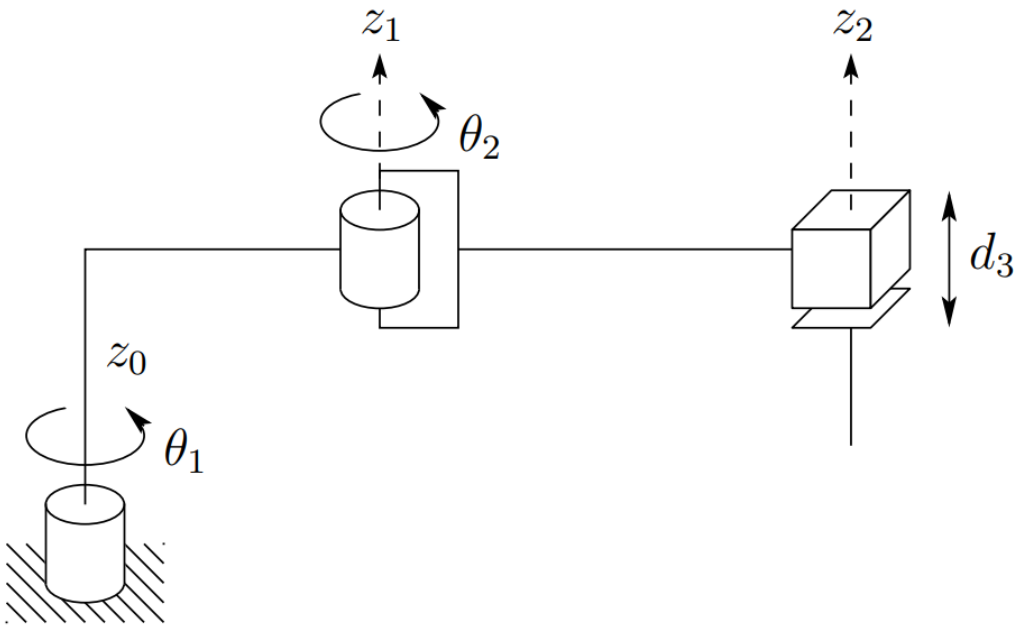
Velg ett alternativ:

- Sylindrisk manipulator
- Sfærisk manipulator
- Polar manipulator
- SCARA manipulator

Maks poeng: 1.25

1.3 Manipulator classification

Hvilken type manipulator er vist i bildet under?



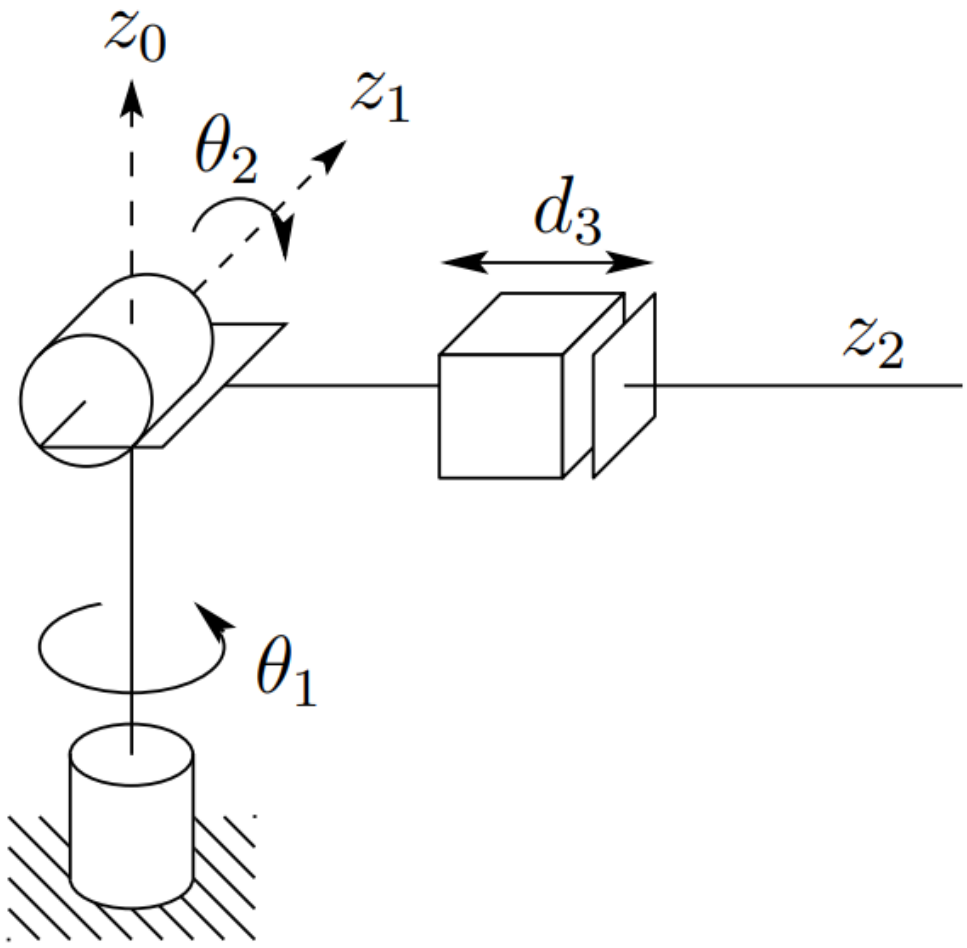
Velg ett alternativ:

- Antropomorf manipulator
- SCARA manipulator
- Sfærisk håndledds manipulator
- Singularitets manipulator

Maks poeng: 1.25

1.4 Manipulator classification

Hvilken type manipulator er vist i bildet under?



Velg ett alternativ:

- Sfærisk manipulator
- Kartesisk manipulator
- Artikulert manipulator
- Delta manipulator

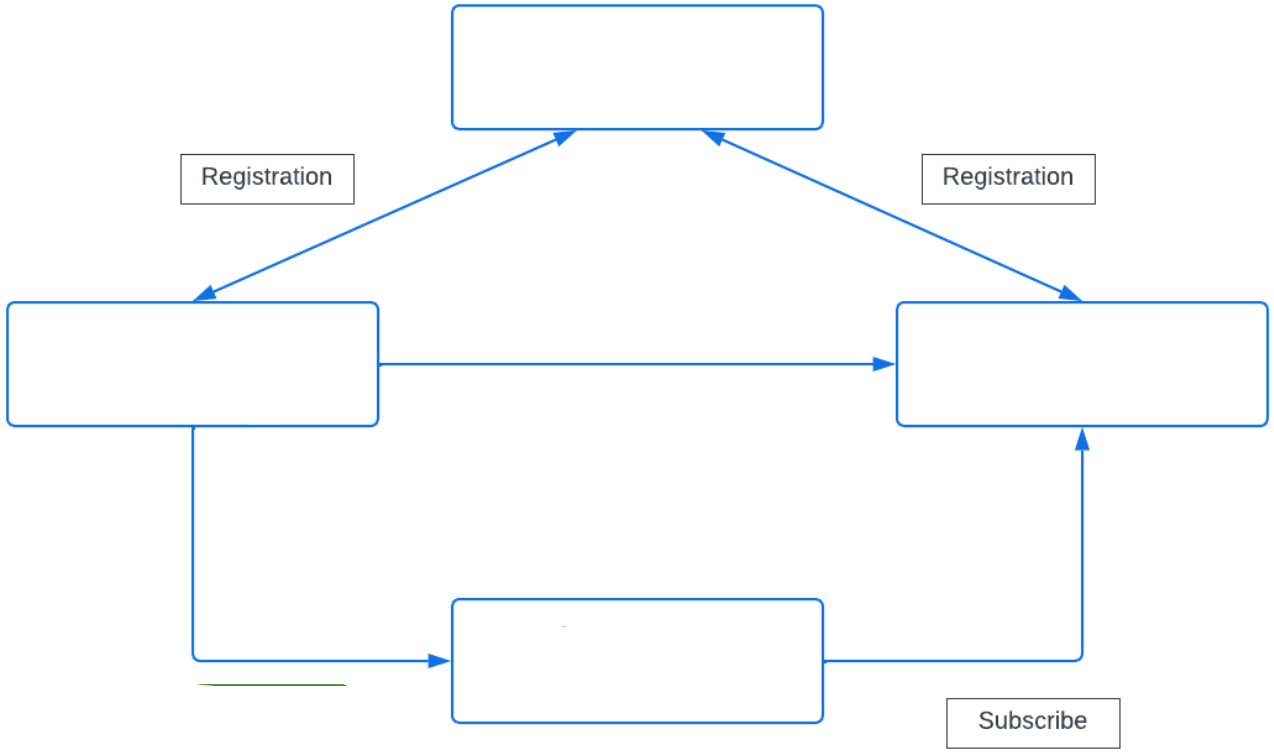
Maks poeng: 1.25

2.1 ROS architecture

Plasser brikkene på rett plass i diagrammet over ROS arkitekturen. Du kan flytte på brikkene ved å trekke de til ønsket plass. **Hver riktig plassert brikke vil gi 1 poeng, samt 1 bonuspoeng for alle riktige. Feilplasserte brikker gir -1 poeng. Ubrukte brikker gir ingen poeng, og ingen straff.**

Hjelp

Subscriber Node	Topic	Publisher Node
Messages	Publish	ROS Master



Maks poeng: 7

2.2 ROS concepts

Kort forklar hovedjobben til tre av de følgene ROS-konseptene:

- Roscore (Master)
- Node
- Topic
- Message
- Service

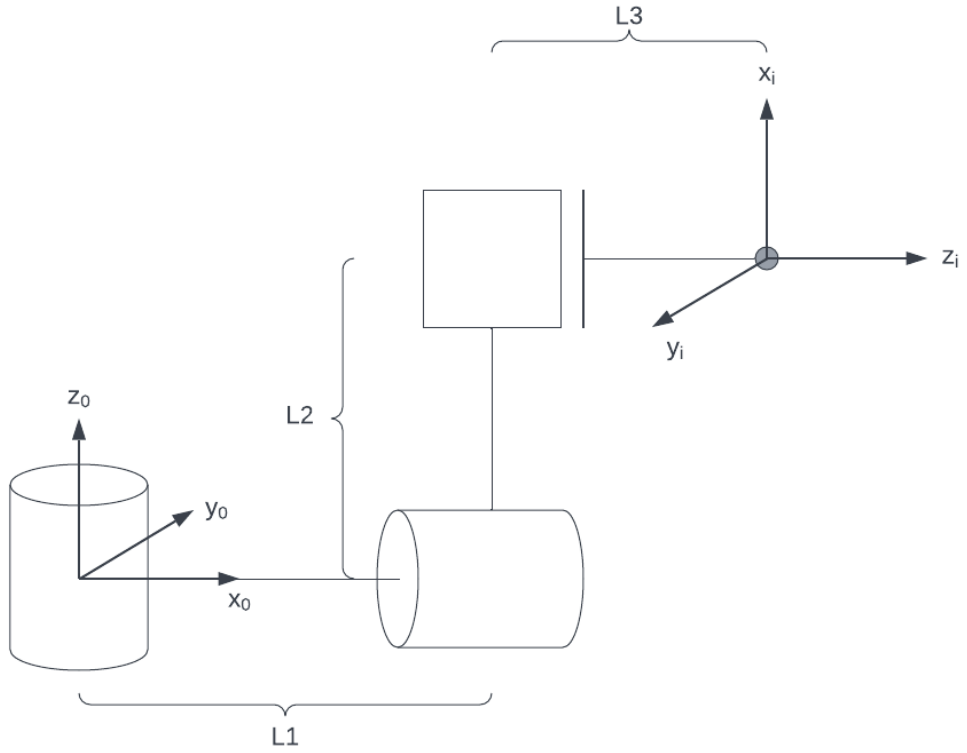
Skriv ditt svar her

Format

Words: 0

Maks poeng: 3

3.1 Denavit-Hartenberg



Bildet viser en RRP robot. Basekoordinatsystemet **(X_0, Y_0, Z_0)** og koordinatsystemet for enden **(X_i, Y_i, Z_i)** er allerede plassert på manipulatoren. Aksene **X**, **Y**, og **Z** står alle vinkelrett på hverandre.

Oppgaver:

Sett på de resterende koordinatsystemene slik at de følger Denavit-Hartenberg konvensjonen. Tegn manipulatoren med koordinatsystemene. Finn Denavit-Hartenberg-parametrene for konfigurasjonen og sett de i en tabell.

Maks poeng: 5

3.2 Forward kinematics

Regn ut foroverkinematikken til roboten.

Maks poeng: 10

3.3 Inverse kinematics

Regn ut inverskinematikken til roboten.

Maks poeng: 10

3.4 Jacobian

Regn ut Jakobimatrisen ($\mathbf{J_v}$) til roboten.

Maks poeng: 10

3.5 Singularities

Hva er en singularitet? Forklar kort hvordan man kan regne ut robotens singulariteter.
Hva kan singularitetene si oss? Velg en av robotens singulariteter og forklar kort.

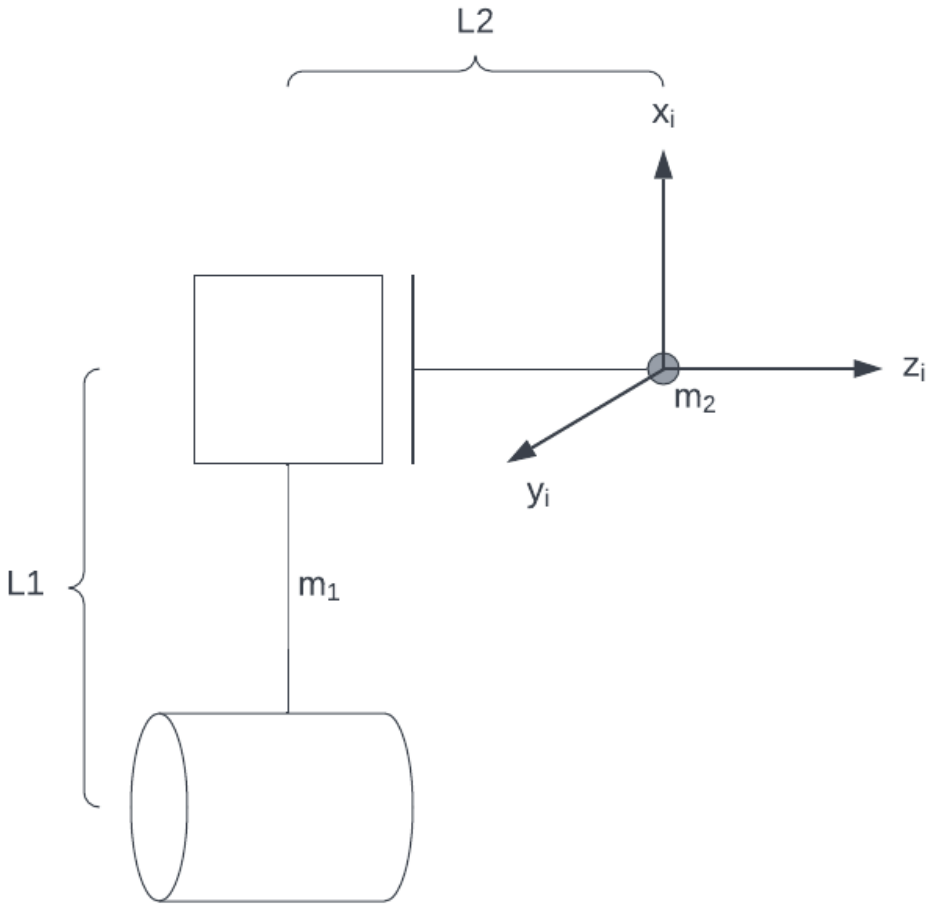
Skriv ditt svar her

Format

Words: 0

Maks poeng: 5

4.1 Lagrangian



Figuren viser en forenklet utgave av manipualtoren fra forrige oppgave, der ledd 1 og link 1 ikke lenger er i bruk. Anta at massen til den nye link 1 er jevnt fordelt med inertia tensor:

$I_1 = \begin{bmatrix} I_{1xx} & 0 & 0 \\ 0 & I_{2yy} & 0 \\ 0 & 0 & I_{3zz} \end{bmatrix}$, og at link 2 har en punktmasse m_2 plassert på enden av roboten.

Oppgaver:

Finn Lagrangian $\mathcal{L}$ for robotsystemet.

Maks poeng: 10

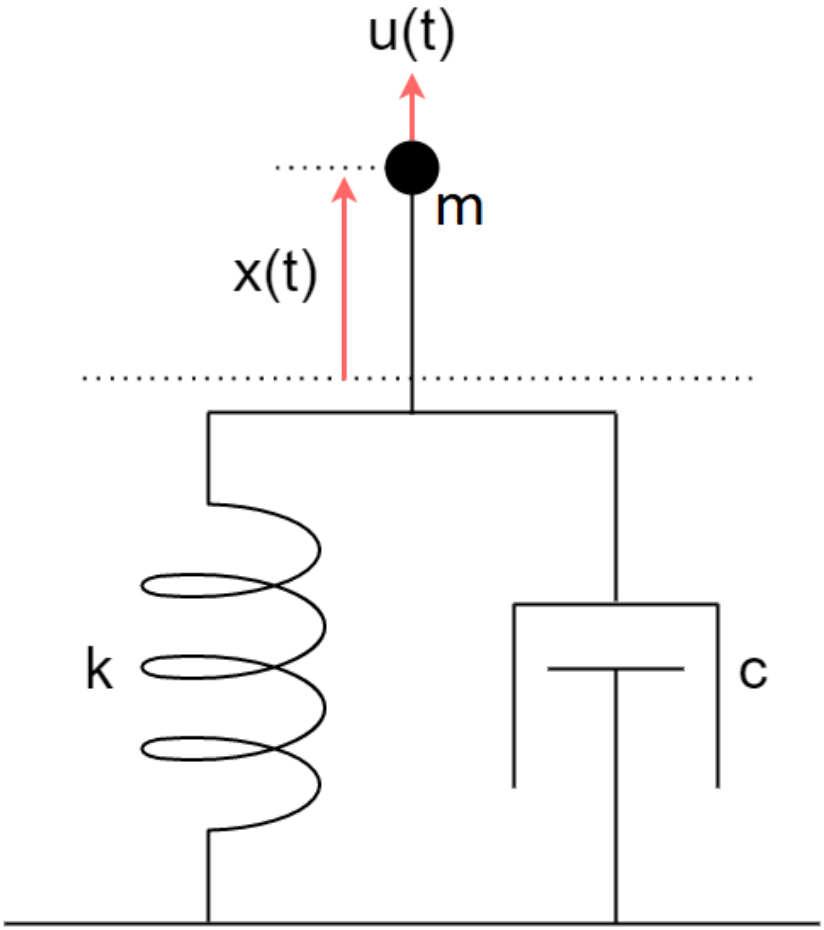
4.2 Dynamic equations

Regn ut de dynamiske likningene for roboten ved bruk av Euler-Lagrange metoden. Gi bevegelseslikningene på følgende matriseform:

$$D(q)\ddot{q} + C(q,\dot{q})\dot{q} + g(q) = \tau$$

Maks poeng: 10

5.1 Mass-spring-damper system



Figuren over viser et dempet masse-fjær-system, der m er objektets masse, k er fjærkonstanten, c er dempings koeffisienten, D er eksterne krefter klassifisert som støy, x(t) er massens forlytning ved tid t, and u(t) er kontrollkraften ved tid t.
Systemet kan beskrives ved følgende andre-ordens differensiallikning:

$$m\ddot{x}(t) + c\dot{x}(t) + kx(t) + D = u(t)$$

Oppgaver:
Transformer likningen over fra tidsdomenet til Laplacedomenet. Tegn et lukket-sløyfe blokkdiagram for systemet.

Maks poeng: 5

5.2 PI-controller

Legg til en PI-kontroller til systemet, med en ønsket masseforflytning $X_d(s)$. Inkluder PI-kontrolleren i systemets likning (likningen fra oppgave 5.1). Finn transferfunksjonen ved å løse den nye likningen med hensyn på $X(s)$.

Maks poeng: 5

5.3 Steady state error

Anta at systemet får steginput $X_d(s) = \frac{\omega}{s}$ og konstant forstyrrelse $\frac{d}{s}$. Bruk sluttverditeoremet gitt under til å finne feilen når systemet har stabilisert seg (steady-state error).

$\lim_{x \to \infty} f(t) = \lim_{s \to 0} sX(s)$

Hvordan vil feilen påvirkes om vi fjerner integralkomponenten fra kontrolleren?

Maks poeng: 5

6.1 Evolutionary algorithm

Forklar kort hvordan en evolusjonær algoritme fungerer, trekk frem nøkkelpunktene i prosessen.

Skriv ditt svar her

Format

Words: 0

Maks poeng: 5

6.2 Reality gap

Hva menes med **virkelighetsgapet (reality gap)** når det er snakk om evolusjonær robotikk, og hvordan kan vi håndtere det?

Skriv ditt svar her

Format

Words: 0

Maks poeng: 5