

Reglerteknik D

Inlämningsuppgift 1

Lp II, 2017

Namn: Personnr:

Namn: Personnr:

Uppskattad tid, per person, för att lösa inlämningsuppgiften:

Godkänd

Datum:..... Signatur:.....

Påskriften av denna framsida bör sparas som kvitto på att inlämningsuppgiften är godkänd.

Avdelningen för system- och reglerteknik
Institutionen för signaler och system
Chalmers tekniska högskola



Redovisning

- Inlämningsuppgiften löses i tvåmannagrupper och lämnas in med försättsblad (första sidan) på PingPong. Inlämning skall ske på PingPong **onsdagen den 15 november**.
- Muntlig redovisning, 15 minuters presentation och demonstration av uppgiften, sker **torsdagen den 16 november**. Redovisningen sker i rum 5220 i EDIT huset. Bokning av tid sker på PingPong. **Ta med lösningar på inlämningsuppgiften, samt ha roboten och programmet med er.** Kom ca 15 minuter tidigare än bokad tid för att göra er beredda för redovisning, dvs koppla upp roboten, göra kod tillgänglig etc.
- Varje grupp ska lämna in en egenhändig lösning. Eftersom detta moment är en del i examinationen så är plagiering förbjudet, vid misstanke om plagiering kommer fallet att rapporteras vidare för att eventuellt senare behandlas av Chalmers disciplinnämnd.
- Vid retur av inlämningsuppgiften skall originalet lämnas in tillsammans med ändringarna bilagda i slutet.

Balanserande Robot

I kursens alla inlämningsuppgifter kommer vi att arbeta med en balanserande robot, som kallas Balanduino, vilken kan ses i figuren nedan.



Trots att det är ett relativt enkelt system så uppvisar det många likheter som finns i större system. En Segway beter sig på ett liknande sätt men även det svenska JAS-planet har en liknande dynamik eftersom det är ett så kallat instabilt plan som aktivt behöver regleras för att kunna flyga.

I de tre inlämningsuppgifterna kommer vi att arbeta oss igenom alla moment för att på ett ingenjörsmässigt sätt kunna designa och implementera ett reglersystem för den balanserande roboten. I den första och sista inlämningsuppgiften kommer ni att köra era regulatorer på en riktig robot.

De tre inlämningsuppgifterna har följande uppdelning:

- **Inlämningsuppgift 1:** Positions- och varvtalsreglering av hjulen.
- **Inlämningsuppgift 2:** Modellering och simulering av roboten.
- **Inlämningsuppgift 3:** Balansering av Balanduinoroboten.

Generella instruktioner för laddning av batteri

Roboten kan ge ifrån sig ett lång tjut om batteriet är svagt. Vid laddning av batteriet, koppla ur det ur roboten genom att dra isär kontakten som sitter på sladden mellan roboten och batteriet (beige/gul färg). Ta loss batteriet från roboten, följ instruktionerna nedan.

- **Använd bara den medföljande laddaren! Använd inte batteriladdare avsedd för NiCd or NiMH batterier eftersom det kan medföra brand.**
- **Batteriet ska vara ansluten antingen till roboten eller till batteriladdaren – aldrig till båda samtidigt.**

- Ladda aldrig batteriet oövervakat, ladda aldrig under natten när du sover.
- Batteriet ska alltid laddas i medföljande laddpåse som ska vara försluten vid laddning. Batteriet ska hållas undan brandfarligt material vid laddning.
- Om batteriet börjar svälla, blir varmt eller ger ifrån sig rök, avbryt laddningen omedelbart och håll batteriet under uppsikt och håll det undan brandfarligt material. Kontakta kursansvarig assistent.
- Kortslutning av batteriet kan medföra brand. Om du kortslater batteriet, håll det undan brandfarligt material och under uppsikt i minst 20 minuter.
- Om du misstänker att det är något problem med batteriet, batteriladdaren eller övrig utrustning eller känner dig osäker på handhavandet så kontakta kursansvarig assistent.

Så laddar du batteriet

1. Se de generella instruktionerna ovan.
2. Lägg batteriet i laddpåsen under laddning - laddpåsen kan förhindra skada vid ett eventuell överladdning, vid fel på batteriet eller batteriladdaren. Förslut laddpåsen innan batteriladdaren ansluts. Ladda inte i närheten av brandfarligt material.
3. Innan du ansluter batteriladdaren till elnätet så ansluter du den lilla korta kabeln från batteriet till batteriladdaren.
4. Anslut batteriladdaren till ett vägguttag. Håll batteriet under uppsikt vid laddning.
5. Det finns tre battericeller i batteriet och det finns en lampa för varje battericell på batteriladdaren. Röd lampa visas tills det att batteriladdaren får indikation på att resp. battericell är fulladdad.
6. Avbryt laddningen så snart någon av battericellerna indikerar grön lampa. Fel på batteri cell kan innebära att cellen aldrig blir fulladdad och därför indikerar batteriladdaren aldrig grönt. **Ladda därför aldrig mer än 6 timmar, aldrig under natten när du sover eller då du inte kan övervaka laddningen.**
7. Dra ut batteriladdaren ur vägguttaget innan du tar bort anslutningen mellan batteriet och batteriladdaren.
8. Efter att du kopplat bort batteriet från laddaren kan du återansluta den till roboten.

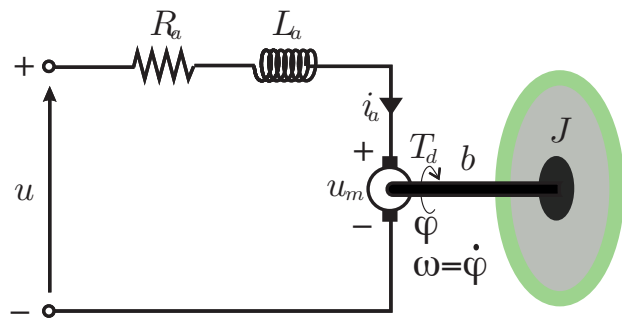
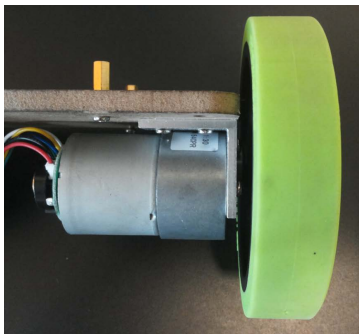
Känner du dig osäker med funktionen hos batteriet eller övrig utrustning eller vill ha hjälp med laddning eller annan del av utrustningen, så kontakta kursansvarig assistent.

Inlämningsuppgift 1: Positions- och varvtalsreglering

Syftet med denna inlämningsuppgift är att få en första inblick i hur återkopplade regler-system kan analyseras med hjälp av tidsanalys, samt att få möjlighet att designa, implementera och utvärdera P- och PI-regulatorer.

DC-motor och hjul

I den första inlämningsuppgiften betraktar vi den ena av Balanduinorobotens DC-motorer med tillhörande hjul. Systemet består av en elektrisk del, DC-motorn, och en mekanisk del, hjulet, vilka kan ses i Figur 2.1. Motorn kan styras genom att spänningen u varieras. Spänningen kommer att ge upphov till en ström i_a i motorn. Denna ström kommer att bero på motorns resistansen R_a och induktansen L_a men också av motorns mot-EMK. För DC-motorer gäller att det drivande momentet på den utgående axeln är proportionellt mot strömmen. En ström genom motorn kommer således att ge upphov till ett drivande moment som kommer att få hjulet att röra sig. Den elektriska kretsen som beskriver motorn är ett dynamiskt system, som i sin tur interagerar med ett annat dynamiskt system, nämligen hjulet.



Figur 2.1: DC motor med hjul. Hjulets vinkel betecknas med φ , vilket innebär att rotationshastigheten ω är tidsderivatan av φ , dvs $\omega = \dot{\varphi}$. Drivande moment betecknas med T_d och totala tröghetsmomentet för hjul och motor med $J = J_h + J_m$. Då hjulet roterar kommer ett spänningsfall u_m inträffa i motorn, detta är proportionellt mot rotationshastigheten hos hjulet. Hjulet har ett dämpande friktionsmoment som är proportionellt (med konstanten b) mot rotationshastigheten.

Mekanisk modell för hjulet

Vi betraktar fallet då hjulet roterar fritt i luften utan kontakt med marken. Rörelseekvationen som beskriver hjulets rörelse ges av Newtons lag för roterande system,

$$J \frac{d}{dt} \omega(t) = T_d(t) - b \cdot \omega(t),$$

där J representerar hjulets och motorns sammanlagda tröghetsmoment, $J = J_h + J_m$, och ω hjulets vinkelhastighet; observera att $\omega = \dot{\varphi}$. Det drivande motormomentet ges av T_d och $b \cdot \omega$ representerar ett bromsande friktionsmoment i växellådan.

Parametrar DC-motor		
Motorspänning	u	$\pm 12 \text{ V}$
Motorström	i_a	$\pm 5 \text{ A}$
Induktans	L_a	0.25 mH
Resistans	R_a	2.4Ω
Mot-EMK	K_u	0.3078 V/rad/s
Strömmvandlingsfaktor	K_m	0.155 Nm/A
Friktionskoefficient	b	0.0025 Nm/rad/s
Tröghetsmoment (inkl utväxling)	J_m	$9.0 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
Parametrar hjul		
Radie	r	49 mm
Massa	m	105 g
Tröghetsmoment	J_h	$mr^2 = 2.5 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

Tabell 2.1: Parametrar för DC-motorn och hjulet.

Elektrisk modell för DC-motorn

Differentialekvationen som beskriver DC-motorn ges av Kirchoffs lag,

$$-u(t) + R_a i_a(t) + L_a \frac{d}{dt} i_a(t) + u_m(t) = 0,$$

där u_m representerar den spänning, mot-EMK, som induceras på grund av rotorns rörelse i ett magnetfält. Mot-EMK'n är proportionell mot motorns vinkelhastighet enligt

$$u_m(t) = K_u \omega(t),$$

där K_u representerar proportionalitetskonstanten. Relationen mellan motorströmmen i_a och det drivande motormoment T_d ges av

$$T_d(t) = K_m i_a(t),$$

där K_m representerar proportionalitetskonstanten mellan ström och moment.

Uppgift 1 - Laplacetransformeringar och överföringsfunktioner

a) Elektrisk modell:

Identifiera, med hjälp av modellen för DC-motorn, $G_e(s)$ i uttrycket

$$T_d(s) = G_e(s)(U(s) - K_u \Omega(s)),$$

där $\mathcal{L}\{\omega(t)\} = \Omega(s)$.

b) Mekanisk modell:

Identifiera, med hjälp av modellen för hjulet, $G_m(s)$ i uttrycket

$$\Omega(s) = G_m(s)T_d(s).$$

c) Bestäm tidskonstanterna för det elektriska och det mekaniska systemet, dvs för $G_e(s)$ och $G_m(s)$; parametervärdena återfinns i Tabell 2.1. Vilket av systemen är snabbast, det elektriska eller det mekaniska?

- d) Bestäm överföringsfunktionen från spänningen u till hjulets varvtal ω , dvs

$$G_{u\omega} = \frac{\Omega(s)}{U(s)}.$$

Varvtals- och positionsreglering av hjulet

Vi vill kunna reglera hjulets varvtal (vinkelfrekvens) $\omega(t)$ och position (vinkel) $\varphi(t)$. En vanligt krav är att man ska kunna följa ett konstant önskat varvtal eller hålla en konstant position. Betrakta både P- och PI-reglering, regulatorns överföringsfunktion $F(s)$ beskrivs då av

$$F(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \begin{cases} K_p, & \text{P-regulator} \\ \frac{K_p s + K_i}{s}, & \text{PI-regulator.} \end{cases}$$

Observera att $\mathcal{L}\{\omega(t)\} = \Omega(s)$ och $\mathcal{L}\{\varphi(t)\} = \Phi(s)$.

Uppgift 2 - Varvtalsreglering

- a) Rita blockschemat för det varvtalsreglerade systemet, det vill säga när styrsignalen ges av

$$U(s) = F(s)(\Omega_r(s) - \Omega(s)).$$

Utgå från de två Laplacetransformerade uttrycken som beskriver systemet

$$\begin{aligned} T_d(s) &= G_e(s) \left(U(s) - K_u \Omega(s) \right), \\ \Omega(s) &= G_m(s) T_d(s). \end{aligned}$$

Totalt skall fyra block och två summationer ingå. Överföringsfunktionerna som skall stå i blocken är: $G_e(s)$, $G_m(s)$, $F(s)$, K_u . Markera även följande signaler i blockschemat: Ω_r , E , U , T_d , Ω .

- b) Använd slutvärdessatsen för att bestämma det kvarstående felet då varvtalsreferensen är ett steg, $\omega_r(t) = \omega_0 \cdot \sigma(t)$, där $\sigma(t)$ är enhetssteget. Undersök både P- och PI-reglering.
- c) Studera nu stegsvaret för några olika val av regulatorparametrar. Jämför en P-regulator med värdena $K_p = 0.5$ och $K_i = 0.0$, I-regulator med värdena $K_p = 0.0$ och $K_i = 4.0$ samt en PI-regulator med värdena $K_p = 0.1$ och $K_i = 4.0$. Plotta nu stegsvaret mha av Matlab för det återkopplade systemet, dvs hur Ω blir då Ω_r är ett enhetssteg. Du kan göra detta genom att skriva `step(G)`, där G är överföringsfunktionen från Ω_r till Ω . Hur skiljer sig de stegsvaren åt? Bifoga plottar!

Följande kommandosekvens illustrerar hur man kan få fram stegsvar för en överföringsfunktion i Matlab och Control System Toolbox. Exempel, för överföringsfunktionen

$$G(s) = 2/(s^2 + 0.8s + 2),$$

så kan stegsvaret beräknas med hjälp av följande kommandon.

```
s=tf('s')           % Görs bara en gång för att skapa laplacevariabeln s
G=2/(s^2+0.8*s+2)   % Generera överföringsfunktionen G
step(G)              % Plotta stegsvar
help step            % Ger mer information om kommandot step
```


Uppgift 3 - Positionsreglering

- a) Rita blockschemat för det positionsreglerade systemet, det vill säga när styrsignalen ges av

$$U(s) = F(s)(\Phi_r(s) - \Phi(s)).$$

Markera följande signaler i blockschemat: Φ_r , E , U , T_d , Ω , Φ . Utgå från blockschemat i föregående uppgift. (Ledning: Den enda skillnaden är att ytterligare ett block skall adderas. Detta block representerar överföringsfunktionen från Ω till Φ .)

- b) Använd slutvärdessatsen för att bestämma det kvarstående felet då positionsreferensen är ett steg, dvs. $\varphi_r(t) = \varphi_0 \cdot \sigma(t)$. Betrakta enbart P-reglering.
- c) Vi ska nu betrakta positionsregleringen av hjulet och bestämma hur systemet beter sig då vi har stegformade börvärdesändringar. För denna DC-motor är den induktansen L_a så liten att den inte har någon praktisk påverkan på systemet. För att förenkla räkningar ska vi därför i fortsättningen låta $L_a \approx 0$. Då induktansen är försumbar ska det återkopplade systemet med P-reglering vara av andra ordningen, dvs nämnarpolynomet i överföringsfunktionen från önskad vinkel (position) till verklig vinkel kommer att vara av grad 2.

För ett andra ordningens system gäller att vi kan skriva det på standardformen

$$G(s) = \frac{K\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}.$$

För fallet positionsreglering med P-regulator bestäm uttrycket för dämpningsfaktorn ζ och den odämpade svängningfrekvensen ω_n för det återkopplade systemet.

- d) Bestäm de K_p som ger $\zeta = \{0.25, 0.5, 1\}$ och plotta motsvarande stegsvar för reglerfelet med Matlab. För hjälp med att plotta stegsvar i Matlab se instruktioner på sida 6. Hur påverkar värdet på ζ systemet? Bifoga plottar med lösningen!

Implementering

Vi har designat en P och PI-regulator. Dessa regulatorer är kontinuerliga, dvs de uppdaterar styrsignalen och läser av reglerfelet kontinuerligt. I praktiken så implementeras regulatorer på en dator, ofta en så kallad mikroprocessor. Balanduinon har en ATmega1284P mikroprocessor, 8-bitars processor med inbyggda AD-omvandlare och möjlighet för pulsbreddsmodulering för att emulera olika styrsignaler. I en mikroprocessor så uppdateras inte styrsignalerna kontinuerligt utan styrprogrammet (dvs regulatoralgoritmen) exekveras med en viss frekvens som bestäms av samplingsintervallet h . Samplingsintervallet bestäms av hur snabb dynamik som processen man ska styra har samt vad som är möjligt att åstadkomma med i den dator som finns tillgänglig.

För att implementera regleringen på mikroprocessorn så behöver vi diskretisera de kontinuerliga regulatorerna. En kontinuerlig regulator beskriver en differentialekvation och när man diskretiserar en regulator så beräknar man en differensekvation som approximerar differentialekvationen.

För en PI regulator

$$F(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p + \frac{K_i}{s}$$

finns det flera olika möjliga sätt att diskretisera. Vanliga metoder för diskretisering är Euler-framåt, Euler-bakåt och Tustin. Dessa har olika för- och nackdelar, som vi inte kommer att gå närmare in på här, men Euler-framåt används ofta för att diskretisera integraldelen.

P-verkan

För P-reglering gäller att den proportionella delen P ges av

$$P(t) = K_p(r(t) - y(t)).$$

Detta samband innehåller inga deriveringar eller integrationer och påverkas därför inte av samplingsintervallet h och kan därför ersättas av samma samband i diskret form, dvs.

$$P(t_k) = K_p(r(t_k) - y(t_k)).$$

I-verkan

För I-reglering gäller att integraltermen ges av

$$I(t) = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau$$

Ett sätt att approximera integraltermen är att använda sig av Euler-framåt vilket innebär att integraldelen approximeras som

$$\frac{I(t_{k+1}) - I(t_k)}{h} = K_i e(t_k).$$

Detta medför att vi kan uppdatera integraldelen enligt följande,

$$I(t_{k+1}) = I(t_k) + K_i h e(t_k).$$

Styrsignalen

Hela styrsignalen ges av

$$u(t_k) = P(t_k) + I(t_k),$$

där P och I delen kan beräknas var för sig. Våra regulatorer ska beskrivas i vanlig programkod vilket vi ska undersöka i de avslutande uppgifterna.

Uppgift 4

- a) För vår robot bestäms samplingsintervallet, h , av hur snabbt som vår kod och mikrokontroller är. Bestäm parametrarna c_0 och c_1 (se programkod nedan) för den diskretiserade PI-regulatorn enligt den föreslagna diskretiseringen ovan, notera att dessa kan bero på samlingsintervallet h .

Då vårt börvärde ges av `reference` och vårt ärvärde av `actual_output` så kan en regulator beskrivas på följande sätt:

```

void loop()
{
    h = time_since_last_sample(); // samplingstid
    reference = setpoint_generator_pulse(); // Börvärde
    double actual_output = getRotSpeed(h); // Ärvärde
    double e = reference - actual_output; // Reglerfel
    P = c0 * e; // P-del
    double u = P + I; // Beräkna styrsignal
    I = I + c1*e; // Uppdatera I-delen
    // Begränsa styrsignalen -12 <= u <= 12
    double saturated_u = constrain(u, -12.0, 12.0);
    actuateControlSignal(saturated_u); // Aktuera styrsignal
}

```

Arduino IDE och Balanduino-kod

1. Ladda ner koden för att styra motorerna på Balanduinon från kursens hemsida, DCMotorReglering.zip.
2. Ladda ner och installera Arduino IDE, se kursens hemsida för instruktioner.
3. Extrahera filerna i DCMotorReglering.zip i arbetskatalogen för Arduino IDE.
4. Lägg Balanduinon på ett stöd (bok eller dyl) så att hjulen inte är i kontakt med omgivningen.
5. Koppla USB kabeln mellan datorn och Balanduino.
6. Öppna Arduino IDE med projektet DCMotorReglering.
7. Bekanta dig med koden, se filen DCMotorReglering.ino
8. För att du ska kunna kompilera och ladda ner koden så måste följande inställningar vara rätt.
 - (a) Tools → Board → Balanduino måste vara valt.
 - (b) Tools → Revision → 1.3 måste vara valt
 - (c) Tools → Port (Välj en port som avslutas med Balanduino i namnet, finns det flera välj den med högst nummer)

Kompilering och nedladdning av binärkod till Balanduinon

- Kontrollera först att Balanduinon ligger ner och att hjulen inte är i kontakt med något – programmet börjar nämligen exekvera så snart det har laddats ner.
- Du kan kompilera genom att trycka på Verify-knappen (längst till vänster på knappraden i IDEn), ingen kod laddas dock ner till Balanduinon i detta fall.
- Du kan kompilera och ladda ner koden genom att trycka på Upload-knappen (till höger om Verify-knappen). Får du felmeddelande vid nedladdningen så kolla att USB kablén är kopplad och att inställningarna beskrivna i Förberedelser ovan är gjorda.

Titta på signalerna under körning av Balanduinon

Det finns två möjligheter att titta på de värden som Arduinon loggar då den kör. De enklaste alternativet är att titta på den text som Arduinon skriver ut till seriell porten, hur man gör detta är beskrivet i Serial Monitor. Det är även möjligt att få en grafisk representation av de olika signalerna plotta dem i Matlab.

Serial Monitor

För att plotta mätdata så gå till Tools->Serial Monitor då du kör Balanduinon (med USB-kablen inkopplad). Se till att hastigheten är inställd på 115200 baud (ändra längst ner till höger i Serial Monitor fönstret).

Du kan nu se hur nya mätdata hela tiden genereras i fönstret - ibland kan man behöva ställa sig i fönstret och klicka på Enter för att det ska börja uppdatera.

Värdena du ser i de olika kolumnerna är följande.

1. Tiden (sekunder)
2. Börvärdet
3. Ärvärdet
4. Reglerfelet (Börvärdet - Ärvärdet)
5. Beräknad styrsignal
6. Verklig styrsignal (Begränsad till $\pm 12V$)

Matlab

Genom att klicka bort `Autoscroll` i Serial Monitor fönstret, detta gör du längst ner till vänster, så kan du enkelt scrolla fram och tillbaka bland dina signalvärden. För att plotta data så markera nu ett antal rader som du är intresserad av, tryck `CTRL-C` för att kopiera. Gå nu till Matlab och definiera en matris med dessa mätadata. Skriv exempelvis `A=[]` och när markören står mellan hakparenteserna så trycker du på `CTRL-V` för att kopiera in dina mätdata.

Du kan plotta mätdata i Matlab. I katalogen `DCMotorReglering` finns ett Matlab-script (`balanduino_plot.m`) som plottar de mätdata som loggas av Balanduinon. Plotta genom att anropa `balanduino_plot(A)`.

Uppgift 5 - Varvtalsreglering

Vi ska först titta på hastighetsreglering. I koden kan man läsa av antingen rotationshastigheten på hjulen (i rad/s) eller vinkeln på hjulen (i rad). Titta i koden så att ärvärdet som läses in är rotationshastigheten. Ta med er grafer (eller ha på dator) som tydligt visar resultaten i uppgift 5 och 6.

- a) Vi börjar med att betrakta vad som händer med hastigheten då vi har en P-regulator med låg förstärkning. Sätt regulatorns värden till $K_p = 0.1$, $K_i = 0.0$. Använd Serial Monitor för att se vad som händer med det kvarstående felet med denna regulator. Referenssignalen genereras med hjälp av en pulsgenerator:

```
// Setup pulse generator for the setpoint
// First argument is the low value of the pulse
// Second argument is the height value of the pulse
// Third argument is the pulse width in microseconds
setup_setpoint_generator_pulse(6.0, 12.0, 4000000);
```

Ett steg från 6 rad/s till 12 rad/s är lämpligt som referenssignal.

- b) Öka nu förstärkningen för att minska det kvarstående felet. Sätt regulatorns värden till tex $K_p = 5.0$, $K_i = 0.0$. För tillräcklig stor förstärkning så kommer du att höra ett missljud från motorerna. Titta på vilka styrsignaler som genereras. Du kan förmodligen se att styrsignalen byter tecken - vilket innebär att regulatorn försöker köra hjulet åt motsatt håll. Tittar du på reglerfelet så ser du att det också byter tecken - tänk på att för en P-regulator så gäller $u(t) = K_p e(t)$. Slutsatsen är att även om en hög förstärkning kan minska reglerfelet så får det andra
- c) Vi ska nu titta på en ren I-regulator. Sätt regulatorns värden till tex $K_p = 0.0$, $K_i = 4.0$. Utöka programkoden för att implementera en I-regulator. I avsnitt 4 i inlämningsuppgiften så härledde vi hur integralverkan kunde realiseras i programkod och kom fram till att vi i varje sampel kan uppdatera I-delen med

$$I = I + K_i \cdot h \cdot e.$$

Uppdatera programkoden till att implementera en I-regulator. Notera att variablen I är deklarerad i början av programmet, deklarationen av variablen I ska ligga utanför reglerloopen för att det gamla värdet på variablen ska kommas ihåg till nästa gång reglerloopen exekveras. Kör programmet och betrakta vad som händer med reglerfelet. Notera hur styrsignalen byggs upp för att minska reglerfelet.

- d) Vi ska nu snabba upp regleringen genom att kombinera P och I-verkan i regulatorn. Implementera en PI-regulator och se vad som händer med reglerfelet. Sätt regulatorns värden till tex $K_p = 0.1$, $K_i = 4.0$.

Uppgift 6 - Positionsreglering

- a) Modifiera ert program så att ni kan göra positionsreglering med en P-regulator. Prova olika värden på parametererna K_p och se om ni kan byta mellan två olika positioner utan att få översläng resp med översläng. Lämpliga val på regulatorparametrar kan ni få från Uppgift 3d. Förflytta hjulet 90 grader, dvs modifiera pulsgeneratorn så att hjulets position förflyttas mellan 0 och 90 grader.

Slut!

I denna inlämningsuppgift fick ni se hur enkla regulatorer kan användas för att styra position och vinkel på ett hjul. I den andra inlämningsuppgiften kommer vi att titta närmare på dynamiken för det mekaniska systemet då roboten står upp.