



# LUND UNIVERSITY

## Analysis and Design of Software-Based Optimal PID Controllers

Garpinger, Olof

2015

*Document Version:*

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Garpinger, O. (2015). *Analysis and Design of Software-Based Optimal PID Controllers*. [Doctoral Thesis (compilation), Department of Automatic Control]. Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology, Lund University.

*Total number of authors:*

1

*Creative Commons License:*

CC0

**General rights**

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00



LUNDS  
UNIVERSITET

# Ny kraft åt processindustrins arbetsmyra

Olof Garpinger

Institutionen för Reglerteknik

Populärvetenskaplig sammanfattning av doktorsavhandlingen *Analysis and Design of Software-Based Optimal PID Controllers*, maj 2015. Avhandlingen kan laddas ner från [www.control.lth.se/publications](http://www.control.lth.se/publications).

---

Till processindustrin räknar man bland annat fabriker som tillverkar papper, plast och livsmedel. I en enda fabrik kan det finnas tusentals PID-regulatorer som har till uppgift att styra storheter som tryck, flöden och temperaturer till önskade värden. PID-regulatorns roll i processindustrin har därför jämförts med den arbetsmyran har i myrstacken. Huruvida en enskild myra, bland hundratusentals, överpresterar eller ej spelar mindre roll, men om samtliga myror presterar väl och jobbar mot ett gemensamt mål kan de uppnå stordåd. Inställningen av dagens PID-regulatorer sker dock sällan systematiskt och undersökningar pekar på att endast 20–30% av alla regulatorer fungerar tillfredställande. Idag anses det alltför tidsödande att optimera varje enskild regulators prestanda och det är dessutom mycket svårt att uppskatta den ekonomiska nytta detta skulle medföra.

Mot bakgrund av detta presenterar denna avhandling ny forskning som visar såväl vilken potential optimal PID-reglering har som hur den kan införas utan att vara alltför tidskrävande.

Reglerteknik är i korthet en vetenskap som utnyttjar återkoppling av mätsignaler. Ett exempel på detta är farthållaren i en bil där nuvarande hastighet jämförs med den av föraren önskade. En regulator använder sedan differensen mellan dessa två värden, reglerfelet, för att bestämma en styrsignal som påverkar bilens hastighet, i detta fall gaspådraget. En PID-regulator är uppdelad i tre delar som alla behandlar reglerfelet olika och bidrar till styrsignalen. En **P**roportionaldel som tittar på felets storlek just nu, en **I**ntegraldel som ser till hur stort felet varit över tid, och en **D**erivatadel som skattar framtida fel, det vill säga en del för nutid, en för dåtid och en för framtid. Denna intuitiva förklaring är en viktig anledning till varför PID-regulatorn blivit så populär.

Inom processindustrin är de viktigaste målen med regleringen att säkerställa en stabil process med så litet reglerfel som möjligt. Detta ska uppnås trots ständigt förekommande störningar i form av föränderlig miljö, utrustning och råvarutillgång. För att uppnå en optimal reglering kan man formulera ett matematiskt problem där man, givet en processmodell, minimerar störningspåverkan med restriktioner på stabilitetsmarginal

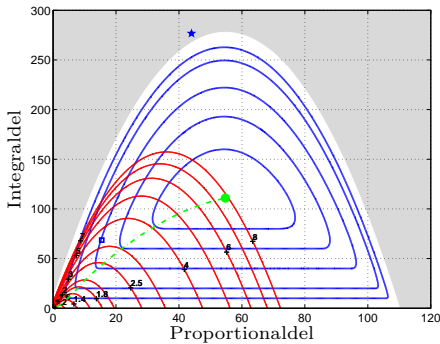


Diagram som visar PID-regulatorns relation till regulatorprestanda, i blått, och stabilitetsmarginaler, i rött. Optimal reglering i grönt.

goda stabilitetsmarginaler, men prestandan blir ofta lidande. För att kunna utnyttja mer avancerad reglering högre upp i processindustrins hierarki, såsom optimal ekonomisk styrning, är det också viktigt att PID-regulatorerna på lägre nivå är välfungerande. Ju högre krav man ställer på sin reglering, desto svårare blir det att använda någon av dagens metoder.

I denna avhandling presenteras nya metoder för analys och inställning av optimala PID-regulatorer. Analysverktygen inkluderar en ny typ av diagram där inställningen av PID-regulatorn direkt kan relateras till såväl prestanda som stabilitetsmarginaler, se figur. En förutsättning för väl fungerande optimal PID-reglering är att processmodellen innehåller skräddarsydd processinformation och sådana riktlinjer presenteras också efter ingående analys. Den för regulatorinställning föreslagna metoden bygger på uträkningar i ett datorprogram som löser ett matematiskt optimeringsproblem och ger upphov till en rad regulatorer som man kan välja mellan utifrån behov. Denna nya metod har, med gott resultat, applicerats på temperaturreglningen av svetsprocessen som i framtiden ska försegla Sveriges kopparbehållare för slutförvaring av uttjänt kärnbränsle. För vissa processer, såsom denna, är det dock inte kritiskt att optimera prestanda, och då behövs kanske inte derivatadelen för att göra styrningen effektivare. En ny analysmetod, som introduceras i avhandlingen, visar just nyttan av derivatadelen för olika processer. Detta med avseende på olika grader av mätbruskänslighet i styrsignalen.

Sammantaget leder denna forskning till nya möjligheter att i framtiden applicera automatinställning av optimala PID-regulatorer. Genom att man på så vis ger ny kraft åt processindustrins arbetsmyra kan man också förvänta sig att hela fabriken kan dra nytta av synergieffekter, på samma vis som en myrstack gör.

och mätbruskänslighet. Stabilitetsmarginalen garanterar att regleringen är robust mot förändringar i process och miljö. Mätbruskänslighet anger hur brusig styrsignalen blir och mäter därmed hur snabbt ställning och ventiler slits ut.

Helst skulle man bara vilja trycka på en knapp för att sätta igång modelleringsexperiment och regulatorinställning, så kallad automatinställning. Men idag är det vanligare att man ställer in regulatorn genom att prova sig fram eller med hjälp av förutbestämda formler. På så vis kan man uppnå en process med go-