

# Datadriven detektering av vanliga fel i industriella processer

Sumit Shinde, Carl-Johan Mellstrand

14 november 2006

## Bakgrund och problemställning

Dagens öppna världsmarknad leder till allt hårdare konkurrens för företagen. Kraven på låga produktionskostnader och hög effektivitet tillsammans med stigande lönsamhetskrav leder till att industrin i allt större utsträckning låter produktionen skötas av maskiner snarare än människor.

Inom processindustrin har automatiseringen drivits mycket långt. Fördelarna med automatisering av denna typ av industri är flera, bland annat jämnare kvalitet, mindre material- och energiåtgång och högre produktionstakt. Ytterligare en fördel är möjlighet till minskade lönekostnader genom att minska bemanningen. Personalens arbetsuppgifter övergår då till övervakning av produktionen.

Den höga automatiseringsgraden har gjorts möjlig av det stora antalet regulatorer. Emellertid finns det problem med detta. Det är inte ovanligt att det i stora anläggningar finns tusentals regulatorer och flera olika processer att övervaka. Den lilla personalstyrkan står därför inför uppgiften att övervaka en stor mängd signaler utifrån vilka de ska fatta snabba och viktiga beslut. Industrin har därför insett vikten av att även automatisera övervakningen av produktionen. Den generella problemställningen blir därför; ”finns det metoder för att automatiskt upptäcka problem i industriella processer?”.

Examensarbetet har gjorts tillsammans med Silent Control AB. Företaget undersöker loggade processsignaler och med hjälp av statistiska metoder reduceras sedan antalet onödiga larm som signalerna genererar. För att kunna erbjuda sina kunder fler tjänster vill de undersöka om man även kan hitta problem med regleringen. Eftersom de i första hand får tillgång till mätsignaler har den huvudsakliga problemställningen i examensarbetet varit:

*Kan man enbart med hjälp av loggade mätsignaler avgöra om det föreligger dålig reglering alternativt trasiga komponenter eller andra fel?*

Målet med examensarbetet är att utveckla en metod som utifrån analys av mätsignaler från en process ska kunna avgöra om något problem föreligger. Metoden ska kunna detektera de vanligaste problemen som uppstår i en industriell process.

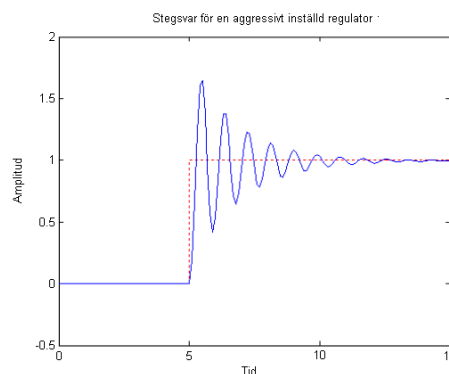
Eftersom processindustrier i allmänhet har ett stort antal regulatorer och därför också en stor mängd

mätsignaler som ska analyseras är ambitionen att metoden ska kunna vara så automatisk som möjligt för att vara kommersiellt gångbar.

## Vanliga problem

Två av de vanligaste problemen inom industrin är aggressiv reglering respektive kärvande ventiler.

Aggressiv reglering kännetecknas av snabba svar på förändringar men också av stora och flera överrespektive underslängar som kan liknas vid dåligt dämpad oscillation. Grovt sett innebär det att kretsen har en för hög förstärkning. Ett typiskt stegsvar för en aggressiv regulator åskådliggörs i figur 1.

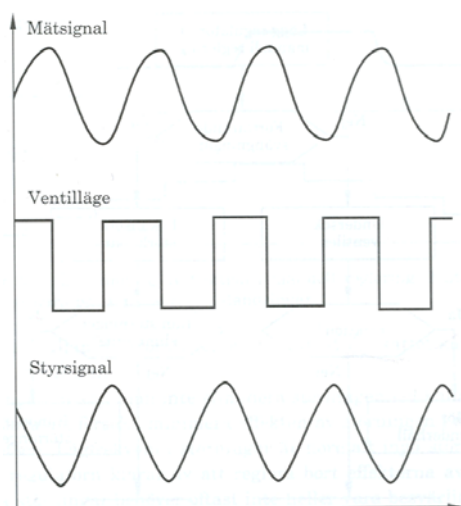


**Figur 1** Simulerat stegsvar för en aggressivt inställd regulator. Den streckade kurvan är börvärde och den heldragna mätsignal.

Det är inte ovanligt att aggressivt inställda regulatorer åstadkommer självsvängning i processen. Ofta ändrar man parametrarna för att erhålla högre snabbhet, men som så ofta med reglerkretsar är gränsen mellan snabbhet och instabilitet hårfin. Med en aggressivt inställd regulator menas alltså en snabb men på gränsen till instabil regulator. Man vill alltså styra processen snabbare än vad den tillåter.

Av de styrdon som används inom industrin är ventilen den mest förekommande. Den är också den absolut vanligaste orsaken till problem i industriella processer (Hägglund, 1997). Ventilen har gemensamt med många andra mekaniska objekt att den utsätts för hårt slitage då den hela tiden öppnas och stängs. Slitaget leder till att friktionen ökar och dess prestanda samt livslängd minskar successivt. Hos en kärvande ventil har slitaget lett till att friktionen blivit så hög att dess funktion har försämrats avsevärt. Problemet ter sig enligt följande: Då ventilen är i läget att dess öppning är för liten växer

regulatorns integraldel (och därmed styrsignalen) sig allt större. När den når punkten då styrsignalen övervinner den statiska friktionen hoppar ventilen till ett läge som ligger över börvärdet, alltså öppnar ventilen sig för mycket. Felet blir då det omvända och styrsignalen minskar istället, till dess att den statiska friktionen övervinns och ventilen hoppar till ett läge under börvärdet, öppningen blir alltså för liten igen. Detta ger upphov till att styrsignalen liknar en triangelvåg, ventilens läge en fyrkantsvåg samtidigt som flödet genom ventilen oscillerar. Förloppet åskådliggörs i figur 2.



Figur 2 Kurvformer vid kärvande ventil (Hägglund, 1997).

Eftersom båda dessa problem leder till oscillationer har det i arbetet fokuserats på metoder för oscillationsdetektering. Två metoder har implementerats i Silent Controls programvara. Den ena är en modifiering av Stattin och Forsmans metod för oscillationsdetektering (Forsman – Stattin, 1999), den andra är en metod vi själva utvecklat.

## Resultat

Mot slutet av examensarbetet gavs tillfälle att testa metoderna på signaler från ett koleldat värmekraftverk i Studstrup på Jylland som ägs av DONG Energy. Verket har ca 170 anställda och levererar maximalt 700 MW elektricitet.

Problemet som värmekraftverket har uppvisat är att oscillationer på ungefär 12 MW då och då uppträtt i uteffekten. Detta vill man ha hjälp med att hitta orsaken till. Av de drygt 3000 signaler vi fick var vår första uppgift att hitta oscillationen i signalerna och sedan sortera ut dem för närmare analys. Vi visste vid det här laget ingenting om oscillationens natur som till exempel när den inträffade, vad den hade för frekvens och hur länge den kvarstod. Med hjälp av programmet kunde antalet signaler som behövde undersökas närmare i en första analys reduceras till ungefär 40 stycken. Efter en genomgång av dessa 40 signaler visade det sig att ett tiotal av dem innehöll oscillationer med

stora likheter i tid och frekvens vilket gjorde att vi uppfattade dem som extra intressanta.

När vi sedan presenterade våra resultat visade det sig att de signaler vi fått fram hade oscillationer som korrelerade med densamma för uteffekten.

Besöket på anläggningen markerade starten för ett forskningsprojekt med syfte att finna orsaken till oscillationerna. Förhoppningsvis kan våra resultat leda till att rotorsaken hittas och problemen därmed kan lösas.

## Diskussion

Erfarenheter från Studstrupsverket och dess data uppmärksammar problemet med samoscillation, det vill säga att en reglerkrets börjar oscillera och att oscillationen sedan fortplantar sig till närliggande kretsar. För att hitta rotorsaken till felet skulle en metod som uppger om tidpunkten då en oscillation startar kunna vara till hjälp. De implementerade metoderna informerar om var i signalen en oscillation finns och ungefär var den startar, men de ger i nuläget ingen exakt tidpunkt för jämförelse.

Det återstår mycket som kan förbättras inom områden som automatisk feldetektering och automatisk diagnostisering. Dessa områden lär knappast bli mindre i framtiden, snarare kommer de växa i både komplexitet och uppmärksamhet inom industrin och forskningen allt eftersom automatiseringen ökar. Den viktigaste insikten vi kommit till i examensarbetet är att i takt med den ökande automatiseringen ökar också behovet av automatisk övervakning och optimering av processer. Automatisk övervakning skulle även kunna användas i förebyggande syfte. Förutom detektering av fel och diagnostisering finns god potential till att detektera exempelvis slitage på komponenter vilket leder till att problem åtgärdas innan de resulterar i eventuella haverier.

## Referenser

- Forsman, Krister - Stattin, Andreas (1999), A new criterion for detecting oscillations in control loops. *European control conference*, Karlsruhe, Tyskland.
- Hägglund, Tore (1997), *Praktisk processreglering*, Studentlitteratur, Lund.
- Mellstrand, Carl-Johan – Shinde, Sumit (2006), *Datadriven detektering av vanliga fel i industriella processer*, Institutionen för Industriell Elektroteknik och Automation, Lunds Tekniska Högskola, Lund.