



## ■ SPECIALE UITGAVE

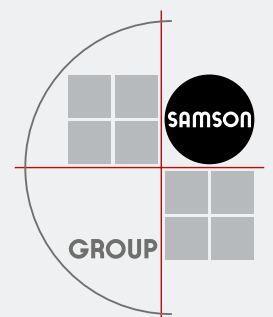
Diagnose van regelventielen in  
veiligheidstechnische regelkringen  
Een vergelijking van architecturen



Door:  
Dr. Thomas Karte (SAMSON)  
Bernd Schäfer (HIMA)



Speciale uitgave van Duits artikel  
gepubliceerd in "atp edition"  
6/2012



# Diagnose van regelventielen in veiligheidstechnische regelkringen

## Een vergelijking van architecturen

Dr. Thomas Karte (SAMSON), Bernd Schäfer (HIMA)

Ter voorkoming van systematische fouten is het van groot belang om voor regelventielen in veiligheidstechnische regelkringen een veiligheidscyclus overeenkomstig DIN EN 61511 en DIN EN 61508 in te voeren. Deze normen stellen heldere eisen aan procedures, regelmatige controles, vastleggen en analyseren van de bevindingen en de maatregelen die eruit volgen. Deze eisen aan de organisatie zijn effectief te ondersteunen met instrumentatie volgens de laatste stand van de techniek. Op het gebied van regelventielen is een opbouw met gangbare componenten mogelijk. Zo'n opbouw verhoogt niet alleen de automatiseringsgraad met name tijdens het valideren, herhaaldelijk controleren en testen tijdens bedrijf, maar kan de installatie zelfs vereenvoudigen. Op basis van de eisen in deze normen stellen we in dit artikel geschikte architecturen voor en laten we zien hoe deze in de werkprocessen kunnen worden ingepast.

TREFWOORDEN DIN EN 61511, Partial Stroke Test / herhaaldelijke controle / veiligheidscyclus / automatische test / regelventielen

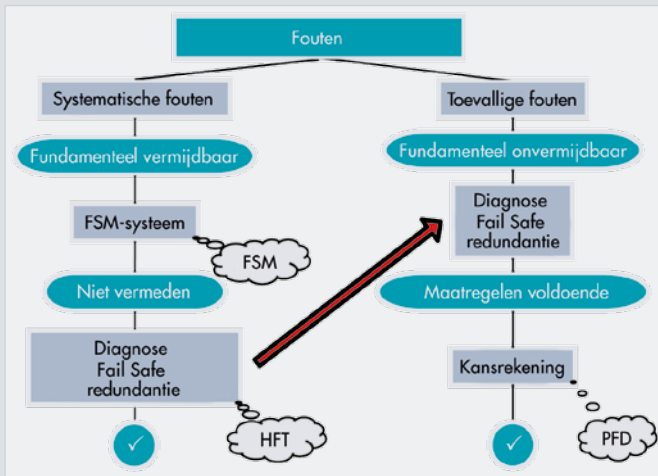
Sinds enige jaren is er in de procesindustrie veel aandacht voor Partial Stroke Testing (PST). Dat is een methode om regelventielen tijdens bedrijf te testen. Hierbij wordt het te regelen onderdeel over een beperkte afstand bewogen. Enerzijds is deze beweging genoeg om aan te tonen dat de regeling werkt, en aan de andere kant is de beweging zo klein dat het lopende proces niet wordt verstoord. Er zijn al langer vergelijkbare methoden bekend, waarbij een mechanische vergrendeling wordt gebruikt. De test wordt dan uitgevoerd door de stekker van het magneetventiel handmatig los te trekken. Er zijn tegenwoordig regelventielen beschikbaar die deze test automatisch uitvoeren. Veel fabrikanten bieden deze mogelijkheid met name op hun klepstandstellers. Dit wordt intussen als een volwassen technologie beschouwd. De zorgen die in het begin bestonden vanwege bijvoorbeeld een overshoot van het ventiel, wat tot storing in het proces kon leiden, zijn inmiddels weggenomen.

Ondanks deze technische vooruitgang en ondanks de potentiële grote voordelen, wordt online-testen nog maar weinig toegepast. De toepasbaarheid en het succes van de methode blijken af te hangen van de totale integratie in de installatie en in de arbeidsorganisatie, en niet alleen van de technische mogelijkheden van de speciale veldapparatuur (klepstandstellers). In dit artikel wordt de stand van de techniek op deze punten besproken.

### 1. Toepassing

In [1] vindt u een goed overzicht van de eisen die gesteld worden aan test- en diagnoseprocedures in regelkringen die aan hoge veiligheidseisen moeten voldoen. In [2] wordt uitvoerig de invloed beschreven die Partial Stroke Testing heeft op de beschikbaarheid (Probability of Failure on Demand – PFD). In [3] worden de test- en diagnosemethoden ingedeeld in categorieën. Het is opvallend dat in al deze artikelen het verband beschreven wordt tussen de testmethode en hoe vaak toevallige fouten optreden. Het blijkt echter belangrijk te zijn het totale eisenprofiel van DIN EN 61511 te begrijpen en daar de juiste conclusies voor de toe te passen testmethode uit te trekken. In de besprekingen en publicaties van de laatste jaren wordt juist nadruk gelegd op de systematische fouten, met name op het gebied van actuatoren en dus ook regelventielen [4, 9, 1]. De norm maakt onderscheid tussen systematische en toevallige fouten (afbeelding 1).

Men spreekt van een systematische fout als de oorzaak van een fout - eventueel pas na het desbetreffende incident - duidelijk vastgesteld kan worden en er maatregelen mogelijk zijn om dergelijke fouten op betrouwbare wijze te voorkomen. In het geval van regelapparatuur gaat het hier bijvoorbeeld over de juiste dimensionering, de geschiktheid voor gebruik (bestand



AFBEELDING 1: Storingsoorzaken volgens [4]

tegen de gebruikte media), druk en temperatuur en omgevingsomstandigheden [5]. De belangrijkste voorwaarde voor de beheersing van systematische fouten is het invoeren van een veiligheidscyclus (Functional Safety Management System – FSM). In afbeelding 2 worden de eisen aan een gestructureerde aanpak verduidelijkt. Zo'n aanpak houdt in dat de verschillende fasen systematisch worden doorlopen. De fasen gaan van veiligheidsanalyse, vastleggen van de eisen, lay-out bepalen, gestructureerde invoering en validatie tot aan op een vastgelegde wijze gebruiken en onderhouden van de installatie. In [4] gaan Götz e.a. dieper in op deze aspecten. Het is aannemelijk dat als alle vereiste stappen worden gezet, het aantal systematische fouten tot een minimum wordt beperkt. Figuur 1 laat zien dat het restrisico - onvoorzien systematische fouten - wordt ingeperkt door drie mechanismen, namelijk:

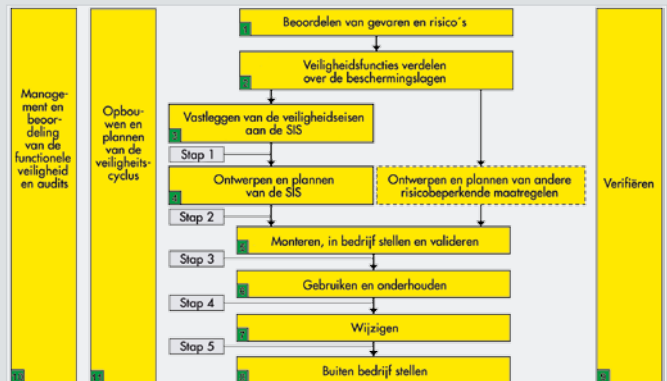
- Diagnose of tests,
- Fail-safe gedrag van de gebruikte apparatuur - als een component uitvalt, dan komt deze in een veilige toestand,
- Redundantie, bij voorkeur redundantie op verschillende manieren.

Deze benadering toont zelfs zonder enige kansberekening al aan hoe belangrijk diagnoses en tests zijn, met name tijdens bedrijf. Op basis van de veiligheidsanalyse worden veiligheidsregelkringen ingevoerd. In de meeste gevallen moeten de regelventielen in deze regelkringen ervoor zorgen dat een lei-

ding indien nodig wordt gesloten of geopend. Door tijdens bedrijf de werking van de regelventielen te testen, kan men systematische fouten opsporen die tot dan toe nog niet ontdekt waren. Een eenvoudig voorbeeld maakt dat duidelijk. Als het ontwerp voor de aansturing van een regelventiel geen rekening houdt met alle bedrijfsfasen, dan hoeven er tijdens de validatie (de werkingstest van het regelventiel) tijdens de droge test nog geen fouten naar voren te komen. Deze fouten worden wel ontdekt via een test tijdens bedrijf (partial stroke test). Deze laat bijvoorbeeld zien dat het ventiel tijdens een kritische bedrijfsfase vast blijft zitten, zoals bij gebruik van bepaalde media of een onjuist ingeschatte druk.

Wij citeren hier even kort enkele eisen die voortkomen uit de veiligheidscyclus en die expliciet in de normen staan. Die eisen een voortdurende gestructureerde aanpak, dat wil zeggen dat overeenkomstig DIN EN 61511 hoofdstuk 15 en 16, VDI 2180-3 en VDI 2180-5 [6, 7, 8]:

- Er reproduceerbare procedures moeten zijn gedefinieerd,
- De procedures gedocumenteerd moeten zijn,
- Testresultaten vastgelegd moeten worden, zowel als er een fout optreedt, als wanneer alles probleemloos functioneert,
- De testresultaten geanalyseerd worden en dat er conclusies uit getrokken worden voor mogelijke verbeteringen, de tests rekening houden met alle bedrijfsfasen, en dat regelventielen onder bedrijfscondities worden getest, met name onder volle druk.



AFBEELDING 2: Veiligheidscyclus volgens DIN EN 61511-1

Verklaring van de symbolen		
<b>BPCS</b>	Basic process control system	Besturings- en bewakingsvoorzieningen als een systeem (besturingssysteem)
<b>DC</b>	Diagnostic coverage	Dekkingsgraad van de diagnose
<b>FMEDA</b>	Failure modes, effects and diagnostic coverage analysis	Analyse van mogelijke fouten, effecten en diagnose
<b>FSM</b>	Functional safety management system	Managementsysteem voor de functionele veiligheid
<b>HFT</b>	Hardware fault tolerance	Fouttolerantie van de hardware (redundantie)
<b>PF<sub>D</sub></b>	Probability of failure on demand	Waarschijnlijkheid dat een functie faalt als hij wordt aangesproken
<b>PST</b>	Partial stroke testing	Testmethode met beperkte slag
<b>SIS</b>	Safety instrumented system	Veiligheidstechnisch systeem
<b>TP<sub>r</sub></b>	Proof test intervall	Tijdsduur tussen de opvolgende tests
<b>TPST</b>	Partial stroke test intervall	Tijdsduur tussen twee PST-tests
$\lambda_{du}$	Failure rate dangerous undetected	Frequentie van gevaarlijke onontdekte fouten

In de praktijk worden veiligheidsregelingen vaak functioneel getest terwijl de installatie is uitgeschakeld. In dat geval wordt in ieder geval niet aan de twee laatstgenoemde eisen voldaan. De opsomming laat zien dat automatische tests veel beter in de verplichte veiligheidscyclus passen dan handmatige tests waarbij het resultaat door waarneming wordt vastgesteld. In VDI 2180-3, par. 2.2.3.2 [7] worden expliciet voorzieningen vereist voor een automatische controle van de werking (bijvoorbeeld controle van omlooptijd en stand, plausibiliteitscontrole, bewaking van stapgrootte en de tijd). De eisen aan de veiligheidsregelkring moeten worden gedefinieerd. Hieruit kunnen de eisen aan het regelventiel worden afgeleid. Deze eisen zijn in principe:

- De responstijd: binnen hoeveel tijd, gerekend vanaf het aanspreken van de veiligheidsfunctie, moet het regelventiel in de bedoelde stand staan? Wat is de toegestane lek van het regelventiel of hoe groot moet de doorstroomopening zijn? Hieruit kunnen de eisen aan de exacte positie worden afgeleid.
- Welke aandrijfkraft of welk koppel moet gebruikt worden? Hoe groot moet de reserve zijn zodat zeker is dat alle bedrijfscondities en alle wijzigingsprocessen beheerst kunnen worden?

Bij speciale toepassingen kunnen er nog aanvullende eisen van toepassing zijn [5, 8]. De dekkingsgraad van de diagnose- en testprocedures (diagnostic coverage, proof test coverage) moet beoordeeld worden overeenkomstig de gestelde eisen. Hiervoor kan bijvoorbeeld een FMEDA (failure modes, effects and diagnostic coverage analysis) worden gebruikt.

Op het gebied van sensoren is een interessante trend te zien. Men poogt tegenwoordig de dekkingsgraad van de tests te verhogen door binaire sensoren (bijvoorbeeld aan/uitschakelaars voor het peil, de temperatuur of het debiet) te vervangen door analoge sensoren. Een analog signaal is nu eenmaal beter geschikt voor een plausibiliteitstest. Bij zo'n test wordt immers bijvoorbeeld de ruis geanalyseerd of wordt er een verband gelegd met elders gemeten proceswaarden. Op het gebied van actuatoren zou dat betekenen dat er een analoge standmelder wordt ingezet die de stand continu meet over de gehele slag. Deze komt dan in de plaats van de tot nu toe gebruikelijke inductieve eindschakelaar. In de huidige praktijk wordt dat voor zover de auteurs weten, slechts zelden toegepast.

Voor de volgende fases uit de veiligheidscyclus zijn geautomatiseerde testprocedures beschikbaar:

- Validatie tijdens de ingebruikname en een herhaling van de tests tijdens bedrijf.
- Test bij geplande, maar vooral ook
- Bij ongeplande uitschakeling

Er moet niet alleen met systematische fouten rekening worden gehouden, maar ook met toevallige fouten. Bij mechanische systemen is de oorzaak van een storing meestal vast te stellen. Als consequentie hiervan kan het ontwerp of de werkprocedure worden aangepast. Het gaat dus meestal om systematische fouten en toevallige fouten spelen daarom in mechanische systemen een veel minder belangrijke rol. In [9] bijvoorbeeld wordt deze vaststelling uitvoerig onderbouwd. De norm [6] vereist dat diagnose, fail-safe gedrag en redundantie ook voor toevallige fouten worden toegepast. De norm vereist ook dat de betrouwbaarheid wiskundig (statistisch) wordt aangetoond.

Volgens [6] wordt de faalkans (PFD) uitgerekend met de volgende vergelijking:

$$\text{Formule 1: } PFD = \frac{1}{2} \cdot \lambda_{du} \cdot T_{PR}$$

Als een test, bijvoorbeeld PST, vaker wordt uitgevoerd dan de "proof-test", dan wordt PFD uitgerekend met

$$\text{Formule 2: } PFD = \frac{1}{2} \cdot \lambda_{du} \cdot (1-DC) \cdot T_{PR} + \frac{1}{2} \cdot \lambda_{du} \cdot DC \cdot T_{PST}$$

De diagnose- en testprocedures zijn dus direct van invloed op de uitkomst. Men kan daardoor nastreven om de testfrequentie te verlagen door de diagnosefrequentie te verhogen. Dit lijkt voor veel toepassingen een realistische benadering. De consequenties hiervan moeten echter per geval geanalyseerd worden. De tijd tussen twee volledige tests blijkt bij een testdekking van 50 % ongeveer te verdubbelen. Dit is gunstig want bij een volledige test moet de installatie worden uitgeschakeld. Nadere beschouwingen vindt u in [2, 11, 12]. Deze wiskundig bepaalde waarde is echter alleen geldig als de foutfrequentie constant is. Als de foutfrequentie in de beschouwde periode toeneemt, bijvoorbeeld door slijtage of veroudering, dan is dat maatgevend. Als er bijvoorbeeld een ononderbroken looptijd van vijf jaar vereist is, dan is het wiskundig eenvoudig aan te tonen dat deze looptijd haalbaar is als de foutfrequentie laag genoeg is. Er moet rekening mee worden gehouden dat door procesinvloe-

den, veroudering, slijtage of andere oorzaken de foutfrequentie niet zo contant is als werd aangenomen.

De statistische gegevens moeten in dit verband voorzichtig worden gebruikt. In geen van de publicaties die de auteurs kennen, wordt voor de berekening van de faalkans (PFD) een gevoeligheidsberekening gemaakt. De gevoeligheid voor afwijkingen van de berekende kans wordt dus niet onderzocht. Dit kan leiden tot een onterecht vertrouwen in de berekende waarden. In [10] wordt bijvoorbeeld aangetoond dat de specificaties voor elektronische componenten soms meer dan een factor 10 van elkaar verschillen in verschillende databases.

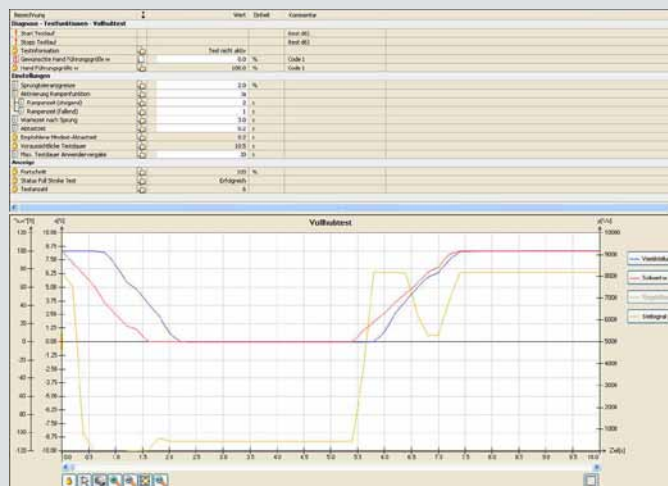
## 2. Eisen aan de workflow

Regelventielen hebben allerlei diagnosemogelijkheden. Het potentiële voordeel voor de gebruiker wordt echter niet bepaald door de mogelijkheden van de apparatuur, maar door de vraag of deze diagnose ingebouwd kan worden in het dagelijkse gebruik.

Hieronder volgt een kort overzicht van de mogelijkheden van regelventielen op basis van de gebruikte klepstandstellers of intelligente eindschakelaars. Afbeelding 3 toont grafisch de geautomatiseerde test voor de volledige slag. De apparatuur kan dergelijke metingen lokaal uitvoeren, vastleggen en evalueren [11, 12]. Afbeelding 4 toont twee mogelijke configuraties: links een automatische klep met magneetventiel en inductieve eindschakelaar en rechts een kogelklep met elektronische eindschakelaar volgens de laatste stand van de techniek. Met behulp van de ingebouwde stand- en drukmeting worden de parameters dode tijd, omlooptijd, exacte eindpositie en benodigde aandrijfkraft bepaald. De resultaten zijn af te lezen uit het tijd-wegdiagram. In de klepstandsteller worden hieruit echter ook de karakteristieke tijden of waarden bepaald. Uit het stick-slip-effect kan bovendien de wrijving worden afgeleid. Een aandrijving met een hoge wrijving laat in het tijd-weg-diagram een schoksgewijs effect zien.

Als we al deze meetwaarden vergelijken met de eisen uit de norm, dan blijkt dat de juiste werking van het regelventiel in de veiligheidsregelkring volledig beoordeeld kan worden. De precisie de dekkingsgraad van de diagnose en test moet in detail worden vastgelegd. Dit kan worden gedaan door de mogelijke foutoorzaken die uit de risicoanalyse komen, tegenover de diagnosemogelijkheden van de veldapparatuur te plaatsen.





AFBEELDING 3: Test volle slag

Op deze manier is probleemloos vast te stellen of het regelventiel kan bewegen en of de eind- of tussenpositie precies bereikt wordt. Er zijn eventueel alleen nog aanvullende metingen nodig als er hoge eisen gesteld worden aan de lekdichtheid. Met de uitvoering van een enkele test, is deze methodiek ech-



AFBEELDING 4: Configuraties (links: magneetventiel en eindschakelaar separaat; rechts: laatste stand van de techniek, eindschakelaar met ingebouwd magneetventiel)

ter nog niet in de werkprocedures opgenomen. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van alle stappen die gezet moeten worden. Het is bijzonder belangrijk dat de tests niet alleen automatisch worden uitgevoerd, maar ook dat de resultaten kunnen worden vastgelegd en bewaard. Er moet een database beschikbaar zijn waarin de resultaten van alle tests kunnen worden opgeslagen. De archivering is van belang, maar ook de juiste evaluatie van de gegevens. De resultaten van afzonderlijke tests moeten worden geëvalueerd maar er moeten ook trends worden bepaald. Dit kan alleen als meerdere tests tegelijk worden beschouwd, eventueel zelfs in relatie tot andere proceswaarden. In tabel 1 zijn verticaal alle noodzakelijke stappen opgesomd. In de horizontale richting wordt een voorstel gepresenteerd voor de taakverdeling tussen de klepstandsteller en het asset-managementsysteem. Over de precieze taakverdeling valt natuurlijk te twisten, maar het blijkt in ieder geval dat er een overkoepelend systeem nodig is met meer mogelijkheden dan een klepstandsteller.

### 3. Architectuur van een veiligheidsregelkring

Als we ervan uitgaan dat de klepstandsteller geschikt is voor PST, dan ziet de configuratie van een regelventiel eruit zoals weergegeven in afbeelding 5 A en opgesomd in tabel 2. Traditioneel is de veiligheidsregelkring uitgerust met een magneetventiel voor het sluiten en een eindschakelaar als standmelder. De PST-functionaliteit wordt bereikt met een klepstandsteller die pneumatisch voor het magneetventiel is geschakeld. De test wordt lokaal via de klepstandsteller geactiveerd. De meetgegevens en de afgeleide resultaten worden via het HART®-protocol verstuurd naar het overkoepelende asset-managementsysteem. Het HART®-protocol kan bijvoorbeeld worden aangesloten via geschikte gangbare scheidingsversterkers (zie bijvoorbeeld [13, 14]). Deze configuratie werd en wordt nog steeds toegepast in de praktijk. Het is zonder meer een geschikte oplossing, zeker als de test ter plaatse door de operators wordt uitgevoerd. Voor grote installaties met veel regelventielen en met beperkt onderhoudspersoneel gaat het zwaarder meetellen dat er veel testinspanning nodig is. Er zijn verschillende andere configuraties mogelijk. De gunstigste oplossing wordt getoond in afbeelding 5 B. Er wordt afgezien van het magneetventiel en de klepstandsteller wordt zowel ingezet voor de veiligheidsfunctie als voor het automatisch testen.

Stappen PST	Klepstandsteller	Asset management	Aanname
Opstarten	Handmatig/automatisch	Handmatig/automatisch	
Uitvoeren	Ramp/staprespons		
Real-time meetresultaten	Tijd-wegdiagram, kengetallen		Real-time gegevensoverdracht
Resultaten uit veldapparatuur uitlezen	Tijd-wegdiagram, kengetallen	Tijd-wegdiagram, kengetallen	
Resultaten opslaan	Tijd-wegdiagram, kengetallen	Tijd-wegdiagram, kengetallen	
Stappen nabewerking			
Evaluatie van een test	Lokale diagnose	Diagnose, koppeling met procesgegevens	
Alarmen genereren	Lokaal alarmen genereren	Alarmen genereren en relatie leggen met procesgegevens	
Archiveren		Lange-termijnopslag in de database	
Trend over verschillende tests		Afzonderlijk meetwaarde vergelijken tussen meerdere tests, diagnose, alarmen genereren	

TABEL 1: Workflow Partial Stroke Test (PST)

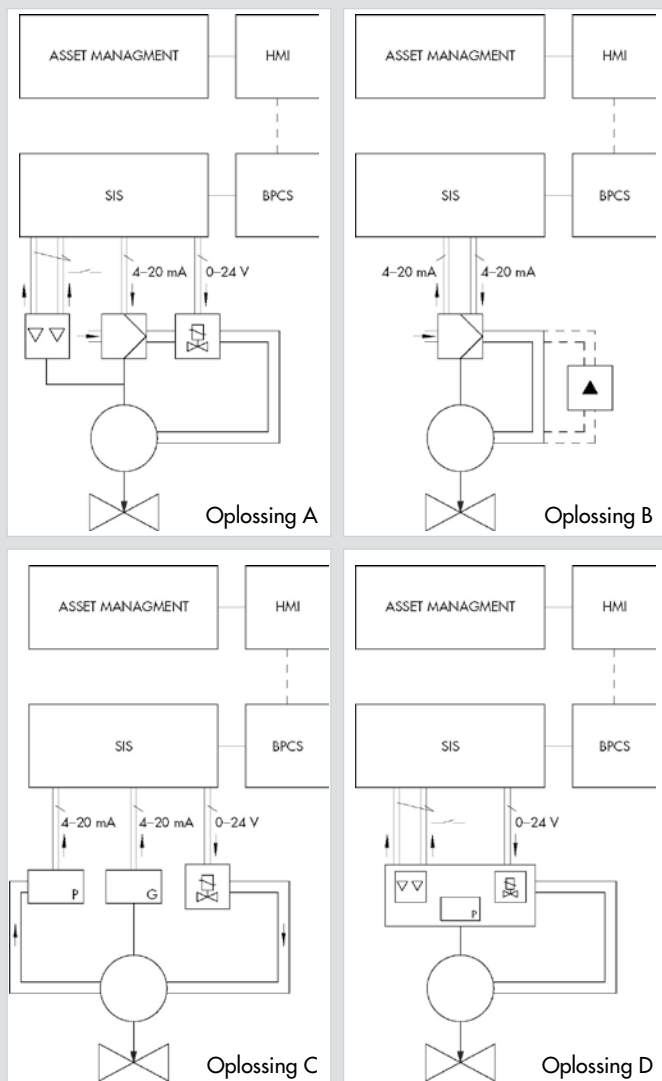
De klepstandsteller moet hier wel geschikt voor zijn overeenkomstig DIN EN 61508 respectievelijk 61511. Er zijn geschikte regelventielen beschikbaar. In deze configuratie is veel minder bekabeling nodig. Bovendien wordt de diepgang van de test vergroot. Er wordt immers maar één pneumatische eenheid toegepast die ook de test uitvoert.

- De klepstandsteller is via 4-20 mA direct aangesloten aan de veiligheids-PLC. Er zijn output-kaarten op de markt met de juiste certificaten.
- Het HART®-protocol wordt vanaf de scheidingsversterker via de veiligheids-PLC doorgestuurd, zonder dat daarvoor extra aansluitkabels nodig zijn. In de praktijk is er meestal toch al een ethernetverbinding tussen de PLC en het besturingssysteem (Basic Process Control System – BPCS). Deze wordt ook gebruikt om het HART®-protocol door te sturen naar het asset-managementsysteem. Afbeelding 6 toont schematisch de verbindingen. Het bijzondere van deze architectuur is de parallelle, gelijktijdige werking van de HART®-communicatie. Deze gelijktijdigheid levert een grote tijdsbesparing op ten

opzichte van de seriële werkwijze met een multiplexer. De communicatie kan gericht worden ingeperkt. Hierdoor kunnen de testresultaten uit de veldapparatuur worden gelezen terwijl zeker is dat de functionaliteit niet wordt gewijzigd door foutieve instellingen.

Met de voorkeursoplossing uit afbeelding 5 B is het mogelijk om de diagnosegegevens uit te lezen. Tegelijkertijd wordt op betrouwbare wijze verhinderd dat de veldapparatuur foutief wordt geconfigureerd. Deze oplossing heeft de voorkeur gekregen op basis van de volgende criteria.

- De klepstandsteller wordt aangestuurd met standaardsignalen:
  - +20 mA aangeven normaal bedrijf – eindstand
  - +12 mA aangeven start test
  - +4 mA aangeven afsluiten vanwege de veiligheid.
 Er zijn klepstandstellers verkrijgbaar met een certificaat voor betrouwbaar afsluiten bij 4 mA (in plaats van 0 mA).
- Ook tijdens het uitvoeren van de test blijft afsluiten vanwege



AFBEELDING 5: Mogelijke architecturen veiligheidsregelkring - Oplossing A (linksboven), oplossing B (rechtsboven), oplossing C (linksonder) en oplossing D (rechtsonder)

de veiligheid mogelijk. De klepstandsteller geeft namelijk voorrang aan het afsluiten.

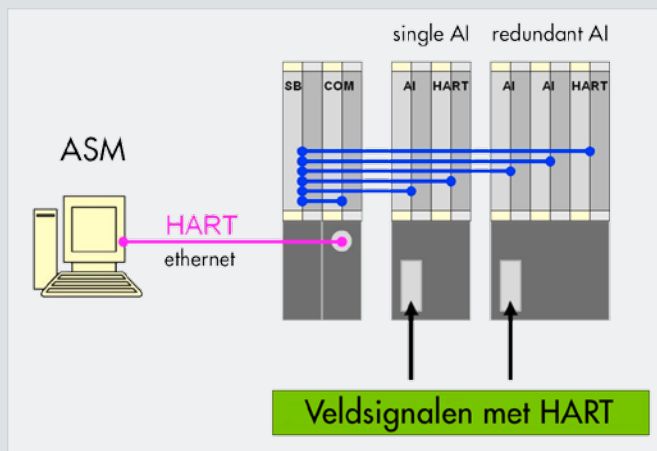
- De klepstandsteller voert de test lokaal uit op basis van een extern signaal. Hierdoor is een hoge regelnauwkeurigheid mogelijk voor de gewenste slag.
- De gegevens zoals getoond in afbeelding 3, worden lokaal opgenomen en bewaard. Door deze werkwijze wordt een sampling rate in de orde grootte van milliseconden mogelijk (bijvoorbeeld voor de stand of de aandrijfdruk). Dit heeft een

positieve invloed op de nauwkeurigheid van de metingen en zorgt daardoor voor een hoge dekkingsgraad van de diagnose.

- De bediening is opgenomen in het veiligheidstechnische besturingssysteem. Daardoor is het mogelijk om met eenvoudige middelen een gestandaardiseerde set regels te bewaren voor het vergrendelen en ontgrendelen van veiligheidsregelkringen.
- De afgelegde weg wordt analoog teruggemeld. Hierdoor is er minder bekabeling nodig dan bij een oplossing met twee eindschakelaars. Bovendien is de meetnauwkeurigheid hoger en zijn de diagnosemogelijkheden beter. Grote kleppen stellen hogere eisen aan de persluchtcapaciteit van de aansturende componenten. In dat geval kan een analoge pneumatische booster geplaatst worden in de leiding tussen de klepstandsteller en de aandrijving (gestippeld weergegeven in afbeelding 5 B). Ook hiervoor is inmiddels gecertificeerde apparatuur op de markt

Er zijn hier enige opmerkingen op hun plaats over de andere oplossingen:

- In afbeelding 5 C bevindt de gehele testfunctionaliteit zich in de veiligheids-PLC. De pneumatische aandrijving wordt uitsluitend via het magneetventiel aangestuurd. De regelkring voor de test wordt gesloten via een analoge stand-transmitter. Er is een druktransmitter voorzien die de aandrijfdruk meet en die ervoor zorgt dat de diagnosediepgang vergelijkbaar



AFBEELDING 6: Tunneling van HART-signalen



	Oplossing A	Oplossing B	Oplossing C	Oplossing D
<b>Veiligheidstechnische aansturing</b>	Magneetventiel	Klepstandsteller	Magneetventiel	Magneetventiel
<b>Partial Stroke Testing (PST)</b>	Klepstandsteller	Klepstandsteller	Magneetventiel	Magneetventiel
<b>Terugmelding afgelegde weg</b>	Eindschakelaar	Eindschakelaar, alternatief transmitter	Eindschakelaar, alternatief transmitter	Eindschakelaar
<b>Drummeting aandrijving</b>	Klepstandsteller	Klepstandsteller	Optioneel transmitter	
<b>Test van de pneumatiek</b>	nee	ja	ja	ja

TABEL 2: Vergelijking van de architecturen zoals voorgesteld in afbeelding 5

is met die in variant B. Deze configuratie heeft het voordeel dat alle regels voor de test en de evaluatie zich in de PLC bevinden. Ze kunnen daardoor gecertificeerd worden. Het nadeel is de lagere sampling rate. Bij moderne systemen kan die echter, afhankelijk van de uitvoering, lager zijn dan 100 ms. De sampling rate is van belang voor de regelnaauwkeurigheid van de test (overshoot) en voor de nauwkeurigheid van de diagnose. Configuratie C is daarom vooral geschikt voor grote kleppen met een omlooptijd van meer dan 5 seconden.

■ De configuratie uit afbeelding 5 B is ook bruikbaar in het minder gebruikelijke geval dat de regelklep ook gebruik wordt voor het afsluiten vanwege de veiligheid. Men ziet dit gemeenschappelijke gebruik vooral in installaties in Duitsland en de rest van Europa. De bijbehorende veiligheidstechnische aspecten worden geanalyseerd in [15]. Traditioneel wordt in dergelijke gevallen een klepstandsteller ingezet die aangestuurd wordt door de BPCS en een magneetventiel dat aangestuurd wordt door de PLC. Er zijn twee leidingen in het veld nodig. Er is aan de hand van de afbeelding ook een zeer elegante eenvoudige oplossing denkbaar. Er wordt een klepstandsteller ingezet voor de regeling, het afsluiten en de test. De steller wordt uitsluitend door de PLC aangestuurd. Het benodigde regelalgoritme moet in de SIS worden vastgelegd. Dit wordt bijvoorbeeld gebruikt op het gebied van turbo-machineregelingen bij overstortventielen of bij burner-management in brandstofregelingen. De PLC is via ethernet verbonden met de BPCS en ontvangt van de BPCS tijdens normaal bedrijf de opdrachten. Er zijn tegenwoordig applicaties op de markt die de beschikbare systeemtechniek ondersteunen (bijvoorbeeld het Himax-systeem met de Flexsilon-library).

■ In afbeelding 5 D staat een variant die geheel gebaseerd is op de traditionele signalen (een NAMUR-sigitaal voor de eindschakelaar conform IEC 60947-5-6 of 24 Volt voor de aansturing van het magneetventiel). Hier wordt een apparaat toegepast dat de functies van de eindschakelaar en het magneetventiel combineert. Het apparaat is echter geschikt voor diagnose omdat de afgelegde weg analoog wordt gemeten en er een microprocessor aanwezig is. Hierbij kan de reeds aanwezige bekabeling worden gebruikt. Tegenover dit voordeel staat echter het nadeel dat er geen communicatie mogelijk is. Daar bestaat geen standaardprotocol voor bij deze signaaloverdracht. Het resultaat van de interne diagnose (bijvoorbeeld een niet-succesvolle PST) kan via een digitale uitgang (NAMUR-sigitaal) naar het overkoepelende systeem worden gestuurd (zie ook [16]).

In tabel 2 worden de verschillende architecturen kort met elkaar vergeleken. Voor alle oplossingen worden gangbare componenten toegepast die ook buiten de veiligheidsregelkringen worden gebruikt. Hiermee wordt voldaan aan de uitdrukkelijke wens van de gebruikers om componenten toe te passen die zich in praktijk hebben bewezen [17]. In dit artikel wordt speciale leveranciersspecifieke apparatuur met de bijbehorende architectuur en bedrading buiten beschouwing gelaten. Het HART®-protocol kan desgewenst worden vervangen door een ander veldbus-protocol, zoals bijvoorbeeld Profibus of Foundation Fieldbus. Naar de huidige stand van de techniek moet de veiligheidsrelevante signalen nog wel via discrete bekabeling worden doorgegeven.

#### 4. Inpassing in de werkprocessen

In tabel 1 staan de noodzakelijke stappen. De eerste ervaringen leren dat tests van individuele regelventielen probleemloos uitgevoerd kunnen worden en bruikbare resultaten opleveren. Als er echter regelmatig veel apparaten in een grote installatie getest moeten worden, dan treden er in essentie de volgende problemen op:

- De capaciteit van de gegevensoverdracht voor de lokaal opgeslagen testresultaten is onvoldoende. Het lijkt bij de huidige stand van de techniek niet mogelijk om dagelijks of zelfs wekelijks alle gegevens uit te lezen uit een groot aantal regelventielen. De beperking zit niet zozeer in het overdrachtsprotocol (HART<sup>®</sup>-protocol), maar eerder in de totale architectuur van het besturingssysteem. De gegevensoverdracht die nodig is voor het proces, heeft natuurlijk prioriteit over de diagnosegegevens.
- Evaluatiemogelijkheden: verschillende leveranciers bieden asset-managementsystemen aan. Deze kunnen een set diagnosegegevens uit de regelventielen uitlezen en deze opslaan. Er zijn echter nog onvoldoende mogelijkheden om uit een set gegevens een afzonderlijke meetwaarde apart te beschouwen en deze met een vrij algoritme te koppelen aan andere meetwaarden. Het kan bijvoorbeeld nodig zijn om de historie van een meetwaarde (bijvoorbeeld de nulpositie van een ventiel) weer te geven. Deze gegevens zijn afkomstig uit verschillende tests. Het is in praktijk ook niet mogelijk een waarde te koppelen aan proceswaarden uit andere veldapparatuur, bijvoorbeeld voor een plausibiliteitscontrole van de ventielbewegingen tegenover de doorstroom. Tabel 1 geeft een samenvatting van de stappen en de mogelijke taakverdeling tussen veldapparatuur en asset-managementsysteem. Het werkteerrein van de veldapparatuur bestaat uit de snelle gegevensverzameling en de lokale regeling. De verwerkingsnelheid wordt begrensd door het energieverbruik. Daardoor is ook de opslagcapaciteit beperkt. Het is daarom zinvol om een overkoepelend systeem in te zetten voor de gegevensopslag op lange termijn, het berekenen van trends en het samenstellen van complexe alarmen. Dit is ook de plaats waar gegevens uit verschillende veldapparatuur samenkomen en in samenhang kunnen worden geëvalueerd.

#### 5. Samenvatting

Voor de veiligheidstechnische beschikbaarheid van veldapparatuur in veiligheidsregelkringen, met name als de apparatuur in direct contact komt met het procesmedium, is het van doorslaggevend belang dat ook de systematische fouten worden behandeld. De noodzakelijke invoering van een veiligheidscyclus kan door moderne veldapparatuur worden ondersteund. Het is met de laatste stand van de techniek op het gebied van regelventielen en veiligheidstechnische regelingen inmiddels mogelijk geworden om een effectieve en tegelijkertijd eenvoudige architectuur te realiseren die is opgebouwd uit gangbare componenten. Op het gebied van asset-management moeten de overdrachtssnelheid en de functionaliteit verder ontwikkeld worden, zodat de diagnosehulpmiddelen in de veldapparatuur volledig tot hun recht komen. Het lijkt daarbij van belang dat de producenten en de gebruikers samenwerken in geselecteerde proefprojecten.

UITGAVEDATUM  
14-03-2012  
Via Peer-Review goedgekeurd

## Referenties

- [1]. Rogiers, I.: using a „Smart“ Partial Stroke Test Device on SIS Loop On/Off Valves: Adding Value or Adding Cost? P4039, Valve World 2004. KCI Publishing bV
- [2]. Börcsök, J., Schrörs, B., Holub, P.: Reduzierung der Ausfallwahrscheinlichkeit und Verlängerung des Proof-Test-Intervalls durch Einsatz von Partial-Stroke-Tests am Beispiel von Stellgeräten. atp edition – Automatisierungstechnische Praxis 50(11), 2008
- [3]. McCrea-Steele, R.: Partial Stroke Testing The Good, the Bad and the Ugly. TuEV 7th International Symposium on Safety, 2006
- [4]. Götz, A., Hildebrandt, A., Karte, T., Schäfer, B., Ströbl, J.: Realisierung von Schutzeinrichtungen in der Prozessindustrie – SIL in der Praxis“. atp edition – Automatisierungstechnische Praxis 50(8), 2008
- [5]. SAMSON AG: Handbuch „Funktionale Sicherheit für Stellventile, Drehkegelventile, Kugelhähne und Stellklappen. WA 236
- [6]. DIN EN 61511-1 und DIN EN 61511-2: Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie – Teil 1 und 2. Mai 2005
- [7]. VDI 2180-3: Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT) – Anlagenplanung, -errichtung und -betrieb. April 2007
- [8]. VDI 2180-5: Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT) – Empfehlungen zur Umsetzung in die Praxis. Mai 2010
- [9]. Hildebrandt, A.: SIL-bewertung von Mechanik – Versagenswahrscheinlichkeit mechanischer Komponenten. atp edition – Automatisierungstechnische Praxis 53(1–2), 2011
- [10]. Smith, D.: Reliability, Maintainability and Risk. Elsevier Butterworth-Heinemann, Burlington, MA 01803, Sixth edition 2001
- [11]. Karte, T. und Kiesbauer, J.: Diagnosefähige Ventilstellungsregler und ihre Anwendung in sicherheitsgerichteten Kreisen. Industriearmaturen, Heft 3, 2008 (September)
- [12]. SAMSON AG: Handbuch Applikationshinweise für sicherheitsgerichtete Kreise. WA 239
- [13]. P+F Datenblatt: Ventilsteuerbaustein KFD2-RI-Ex1. Ausgabedatum 2010-04-13. Druckschrift 216568\_GER.xml
- [14]. P+F Datenblatt: HART Loop Converter KFD2-HLC-Ex1.D. Ausgabedatum 2011-01-26. Druckschrift 198804\_GER.xml
- [15]. Gabriel, T., Litz, L., Schrörs, B.: Nutzung von SIS-Armaturen für Leitsystemfunktionen – Rahmenbedingungen für die Ausführung von BPCS-Funktionen. atp edition – Automatisierungstechnische Praxis 52(3), 2010.
- [16]. Karte, T. und Kiesbauer, J.: Intelligenter Grenzsignalgeber für Auf-/Zu-Armaturen in der Prozesstechnik. atp edition – Automatisierungstechnische Praxis 51(5), 2009.
- [17]. Hablawetz, D., Matalla, N. und Adam, G.: IEC 61511 in der Praxis – Erfahrungen eines Anlagenbetreibers. atp edition – Automatisierungstechnische Praxis 49(10), 2007

## Appendix



Dr. rer. nat. THOMAS KARTE (geb. 1955) houdt zich voor SAMSON AG in Frankfurt/Main bezig met toepassingsmogelijkheid van elektropneumatische apparatuur. Hij is lid van FA 6.13 "Engineering van veiligheidssystemen" van de VDI/VDE-GMA en van DKE GK 914 "Functionele veiligheid"

SAMSON AKTIENGESELLSCHAFT  
MESS- UND REGELTECHNIK  
Weismüllerstraße 3, D-60314 Frankfurt am Main  
Tel. +49 (0) 69 40 09 20 86,  
E-mail: tkarte@samson.de



Dipl.-Ing. (FH) BERND SCHÄFER (geb. 1967) werkt sinds 1996 bij HIMA, in eerste instantie als projectmanager. Sinds 2004 is hij productmanager op het gebied van OPC- en SCADA-producten. Bovendien vallen speciale toepassingen in zijn aandachtsgebied zoals bijvoorbeeld asset-management- en OTS - (Operator Training Simulator) oplossingen. Hij is lid van de PLCopen werkgroep voor het thema "OPC UA Informatiemodel"

Hima Paul Hildebrandt GbmH & Co KG,  
Albert-Bassermann-Str. 28, D-68782 Brühl bei  
Mannheim, Tel. +49 (0) 6202 70 94 53,  
E-mail: b.schaefer@hima.com

■ Waar innovatie een gewoonte is



SAMSON REGELTECHNIEK · Signaalrood 10 · 2718 SH Zoetermeer · Nederland  
Tel: +31 79 361 0501 · Fax: +31 79 361 59 30  
Email: [info@samson-regeltechniek.nl](mailto:info@samson-regeltechniek.nl) · Internet: [www.samson-regeltechniek.nl](http://www.samson-regeltechniek.nl)  
SAMSON GROUP · [www.samsongroup.net](http://www.samsongroup.net)