



# AUTOMATIZĂRI ȘI INSTRUMENTAȚIE

fondată în anul 1991

seria nouă

nr. 2  
2013

SISTEME ■ MĂSURĂRI ■ ELEMENTE DE EXECUȚIE ■ ACȚIONĂRI ■ COMUNICAȚII ■ ROBOȚI ■ CALCULATOARE DE PROCES

[www.norgren.com/rvm](http://www.norgren.com/rvm)

STANDARDUL DE FIABILITATE  
ȘI SIGURANȚĂ ESTE SISTEMUL  
REDUNDANT DE SUPAPE RVM

YOU CAN SEE  
OUR THINKING



Atingerea obiectivelor de siguranță și fiabilitate în procesarea primară și secundară a petrolului, a gazelor și a produselor chimice cât și a centralelor electrice, este o provocare care a testat resursele proiectanților de sisteme de-alungul timpului.

Sistemele de supape suplimentare sunt recunoscute ca mijloc optim de realizare a acestui obiectiv, dar până de curând aceste sisteme au fost disponibile doar în versiunile "montare pe conductă", care implică mai multe componente și mai multe potențiale probleme pe linie.

Cu toate acestea, investițiile semnificative în cercetare și dezvoltare, făcute de către principalii actori din sectorul valvelor de comandă, au creat un sistem nou extrem de inovator, care aduce beneficii fără precedent în performanță și costurile de pe întreaga durată de funcționare.

**ENGINEERING ADVANTAGE**

- SISTEMELE MODULARE RVM V81, V83
- SISTEMELE COMPACTE RVM V82, V84
- APLICAȚII ONSHORE/OFFSHORE



IMI INTERNATIONAL CO SRL  
DIVIZIA NORGREN  
Bd. Dacia Nr.153-155 Et.3 Sector 2 București

Vezi mai multe detalii despre conceptul nostru și avantajele pe care le oferă  
Sunați la +40 771 716 206 sau trimiteți un e-mail la [office@norgren.ro](mailto:office@norgren.ro)  
[www.norgren.com/rvm](http://www.norgren.com/rvm)

# Honeywell equipments we are working with



These process controllers (C200 and C300) are based on Honeywell's proven CEE – Control Execution Environment.

The Honeywell HC900 Hybrid Controller is an advanced yet easily configurable modular logic controller

Ergonomic Operator Console

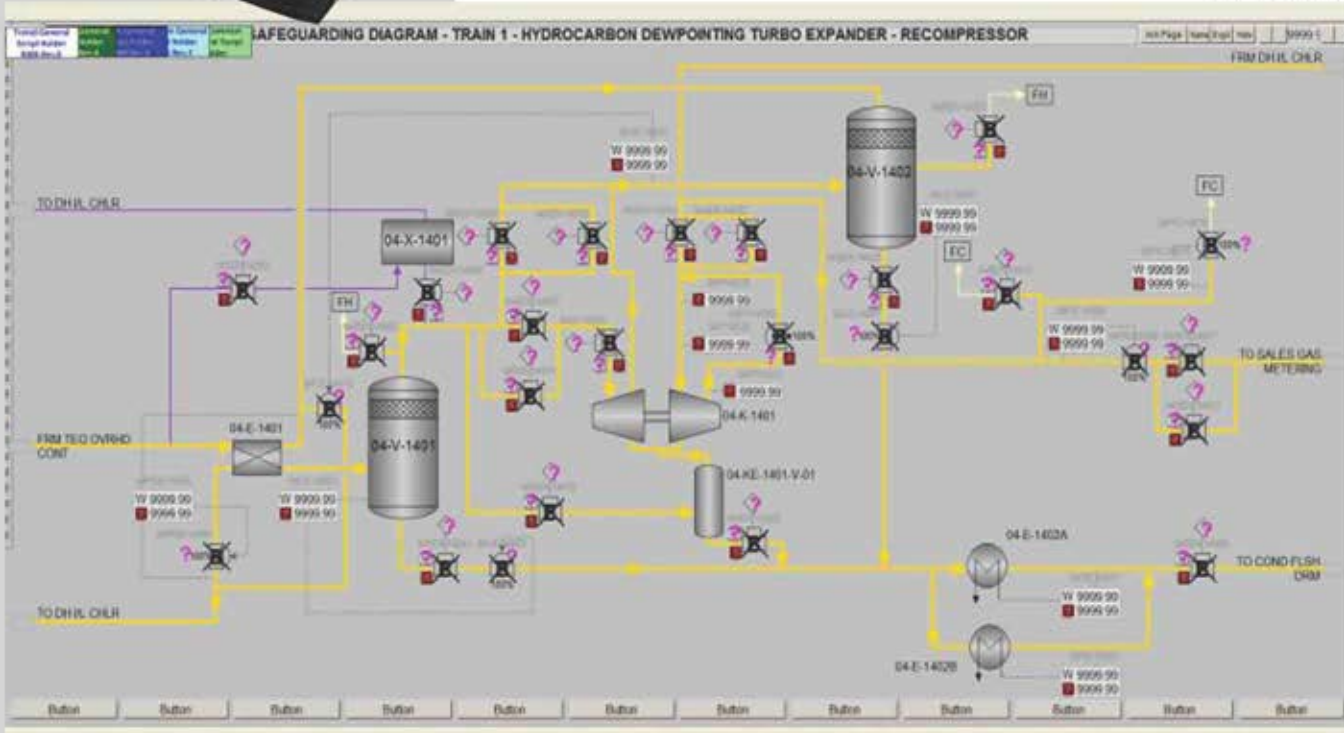


Safety Manager System



The Master Logic is a world class modern day PLC, fully conforming to the IEC 61131-3 standard for PLC programming.

HMI Display



**Honeywell**

Noi creăm o lume mai sigură...

Mai confortabilă și mai eficientă din punct de vedere energetic...

Mai inovatoare și mai productivă.

Noi suntem Honeywell.



## ● eveniment

4  **RAILF** 2013  
România Asociația de Interconexiuni - Liberele Fer

## ● automatizări

- 7 Assembla Engineering SRL- VIPA GmbH în România,  
**SC Assembla Engineering SRL**
- 
- 8 Soluții de automatizare - 10 idei de alegere a axelor electrice și de  
construcție a sistemelor de manipulare, **SC FESTO SRL**
- 
- 10 Soluții de conducere a procesului de turnare continuă folosind  
tehnici neconvenționale,  
**Ș. I. dr. ing. Ovidiu TIRIAN, Prof. dr. ing. Octavian PROȘTEAN,**  
**Prof. dr. ing. Ioan FILIP** - Universitatea "Politehnica" din Timișoara
- 
- 13 Global Engineering Services (GES) România, **Honeywell**
- 
- 14 Interpretare matematică date ale unui proces de combustie pentru  
un cazan de producere abur, **Ing. Adrian TĂNASE** - Petrom S.A.
- 
- 16 Tehnici de estimare experimentală a caracteristicilor de amortizare  
pentru structuri mecanice, **Drd. Ing. Lică FLORE** - STRAERO S.A.
- 
- 18 Proiectarea optimală a unui generator de inducție cu două  
înfășurări satorice pentru centrale eoliene de mică putere,  
**Dr. ing Lucian TUTELEA, dr. ing. Sorin Ioan DEACONU, dr. ing.**  
**Gabriel Nicolae POPA** - Universitatea "Politehnica" Timișoara
- 
- 20 Soluție cu eficiență energetică îmbunătățită pentru autovehiculele  
convenționale, printr-o arhitectură și componente noi, cu un raport  
cost/beneficiu atractiv,  
**Dr. Sever SCRIDON** - BEESPEED Automatizări S.R.L.

## ● instrumentație virtuală

- 21 Funcții avansate în Reglarea cu acțiune proporțională - integrală -  
diferențială (PID), **SC National Instruments Romania SRL**





# RAILF 2013

Romanian Automation & Instrumentation - Laboratory Fair

15 mai 2013, București  
(World Trade Center / Pullman Hotel)

Asociația pentru Automatizări și Instrumentație din România a continuat organizarea RAILF (Târgul românesc pentru automatizări, instrumentație și aparatură de laborator din România) cu cea de 3-a ediție, respectiv RAILF 2013, într-o formulă nouă concentrată.

Manifestarea a început cu un „Simpozion”, condus de Dr. ing. Horia Mihai Moțit, în care firmele ofertante și-au prezentat noutățile “la zi” și aplicațiile interesante pentru piața românească de specialitate.



În cadrul Simpozionului s-au prezentat următoarele lucrări:

1. Clayton- Sisteme inovative de generare a aburului  
Ing. Marian GOLIȚĂ- Director Dep.Dezvoltare Abur-Condens - ENERGY SYSTEM CONSULT S.R.L.
2. Instalație de control și reglare în construcție antiexplozivă pentru compresoare de gaze naturale,  
Dr.ing. Sorin Alecu HUIDAN –Director –HASEL INDUSTRIAL S.R.L.
3. Monitorizarea ON-LINE a stării de contaminare a uleiurilor, Ing. Marius RUGINĂ – HYDAC S.R.L.
4. Soluții complete de automatizare și SCADA pentru sisteme de alimentare cu apă și canalizare, Dr. ing. Grigore VLAD – Director - ICPE BISTRIȚA S.A.
5. Sonde de temperatură wireless, Ing Dan PETRIȘOR – Director - JUMO ROMÂNIA S.R.L.
6. Noutăți privind determinarea și monitorizarea debitelor utilizând principiul Coriolis, Ing. Zefir LAZAROF – Country Manager – KOBOLD MESSRING GmbH Reprezentanța România
7. Soluții de automatizare pentru lucrări de investiții în industria apelor, Ing. Cosmin GAGU - MIKON SYSTEMS S.R.L.
8. Noutăți Nivelco: radar, termometru multipunct. Nivelco la Directindustry- expoziție virtuală, Ing. Antal MATHE –NIVELCO TEHNICA MĂSURĂRII S.R.L.
9. Aplicații complete de acționare și automatizare. Distribuție de echipamente performante, Ing. Constantin PETCU - Director – PROGRESS FLUID S.R.L.
10. Metode avantajoase de producție: soluții 3 D de scanare cu reverse engineering, aplicații software și prelucrare cu CNC, Alexandru STOICA - Application Engineer – RO - MEGA TRADE S.R.L.
11. Sisteme ierarhice de control, Dr. ing. Sorin BRODAC - Director - S - IND PROCESS CONTROL S.R.L.
12. HBM-Soluții pentru ciclul complet de viață a produsului, Dr. ing Adrian TĂNĂSESCU – Director – SPECTROMAS S.R.L.
13. Calibrări și configurări avansate pentru traductoare de proces, Ing Costin Eugen ENACHE – TXP ADVISERS S.R.L.
14. Reglatoare de încălzire inteligente OUMAM Finlanda tip EH 200, Ing. Aurel POTRA- Administrator METRO COM S.R.L.



Lucrările prezentate au acoperit un larg spectru de tematici din domeniile automatizărilor și instrumentației. Acestea prezentând noutăți de ultim moment, au suscitat un deosebit interes din partea potențialilor utilizatori de asemenea aparatură.

Manifestarea a continuat, după o scurtă pauză, necerară reamenajării adecvate a spațiului de desfășurare, cu o a doua parte destinată "Discuțiilor de afaceri (Business to business)" între firmele ofertante și utilizatorii interesați de aceste oferte, în vederea rezolvării diverselor lor probleme specifice. Pentru aceste discuții s-a alocat un interval de timp generos.

Această nouă formulă a creat condițiile realizării unui schimb intens și amplu de informații și a desfășurării discuțiilor în vederea inițierii de colaborări și relații de afaceri între ofertanți și utilizatorii finali ai acestor oferte.





## SPONSORII RAILF 2013:

ENERGY SYSTEM CONSULT S.R.L.  
 HASEL INDUSTRIAL S.R.L.  
 HYDAC S.R.L.  
 ICPE BISTRIȚA S.A.  
 JUMO ROMÂNIA S.R.L.  
 KOBOLD MESSRING GmbH Reprezentanța România  
 METRO COM S.R.L.  
 MIKON SYSTEMS S.R.L.  
 NIVELCO TEHNICA MĂSURĂRII S.R.L.  
 PROGRESS FLUID S.R.L.  
 RO - MEGA TRADE S.R.L.  
 S-IND PROCESS CONTROL S.R.L.  
 SPECTROMAS S.R.L.  
 TXP ADVISERS S.R.L.

Desfășurat în plină criză economică și socială RAILF 2013, forum tehnico- economic național în domeniile automatizărilor și instrumentației din România, a reunit un mare număr de specialiști din aceste domenii, remarcându-se prin nivelul ridicat al prezentărilor susținute, implicit al discuțiilor ce le-au urmat.



## TALON - ABONAMENT 2013 LA REVISTA AUTOMATIZĂRI ȘI INSTRUMENTAȚIE

Prețul abonamentului pe anul 2013 pentru revista **AUTOMATIZĂRI ȘI INSTRUMENTAȚIE** este de: **90 RON** plus TVA (9%) (inclusiv cheltuielile de expediție).

Plata se poate face: prin ordin de plată în contul ASOCIAȚIEI PENTRU AUTOMATIZĂRI ȘI INSTRUMENTAȚIE DIN ROMÂNIA: cod fiscal R013289718 cod IBAN R002RNCB0073049975630001 deschis la BCR - sector 2 sau la sediul redacției din, Str. Viesparilor nr. 26, ap. 10, sect. 2, București 020643

Vă rugăm să ne transmiteți la Redacție prin fax sau prin poștă datele solicitate mai jos, însoțite de o copie a ordinului de plată (cu ștampila băncii), pentru a vă înregistra ca abonat.

S.C. \_\_\_\_\_

Adresa \_\_\_\_\_

obiect de activitate \_\_\_\_\_

Nr. cont \_\_\_\_\_

deschis la: \_\_\_\_\_

Nr. înregistrare la Reg. Com. \_\_\_\_\_ C.U.I. (Cod Fiscal) \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

Nr. de abonamente \_\_\_\_\_

Nume responsabil (persoană de contact) \_\_\_\_\_

Funcția \_\_\_\_\_

### Vă rugăm să ne comunicați:

- Coordonatele dumneavoastră complete (adresă completă, tel, fax., e-mail) și să menționați dacă doriți factură.
- Sugestiile dumneavoastră privind conținutul revistei și dacă doriți să participați cu materiale în revistă.

### Relații suplimentare la:

Tel/Fax: 021 - 210 50 55

Tel/Fax: 031 - 405 67 99

(de luni până vineri între orele 10-17).

### Adresa Redacției:

Str. Viesparilor nr. 26, et. 3, ap. 10  
 sector 2, București 020643

### FACILITĂȚI A.A.I.R.

- Toți membrii A.A.I.R. persoane juridice, care au cotizația plătită la zi, primesc GRATUIT revista A.A.I.R., AUTOMATIZĂRI ȘI INSTRUMENTAȚIE.
- Firmelor prezente cu materiale publicitare în revista A.A.I.R. li se oferă o serie de facilități, atât în ceea ce privește adresabilitatea revistei, cât și numărul de reviste obținabile (la cerere, în limita disponibilului).





VIPA GmbH o companie Yaskawa



A YASKAWA COMPANY



Assembla Engineering SRL - VIPA GmbH în România - a devenit, prin preluarea acțiunilor majoritare ale VIPA GmbH de către Yaskawa Europe, un nou "Channel Partner" pentru Yaskawa în România.

Cu aceasta ocazie, vă putem oferi întreaga gamă de echipamente de automatizare produse de Yaskawa Europe:

#### 1) Convertizoare de frecvență:

- A1000: Premium Drive (0.55-630 kW);
- V1000: Compact Vector Drive (0.1-18.5 kW);
- J1000: aplicații de bază V/f (0.1-5.5 kW);
- L1000A: pentru lifturi de înaltă performanță (4.0-110 kW);
- L1000V: pentru lifturi fără encoder (4.0-15kW);
- T1000A: aplicații în industria textilă (0.4-90 kW);
- T1000V: aplicații de bază în industria textilă (0.1-18.5 kW);
- MV1000: invertoare cu alimentare la medie tensiune (până la 11 kV și 12000 kW);
- VS-616G5HP: invertoare modulare de mare putere (400-1100 kW);
- Varispeed AC: Matrix Converter (5.5-75 kW);
- PM125 & PM160: motoare pentru lifturi; (până la 1000 kg și 1.75 m/s);
- SW pentru parametrizare și configurare.
- opțiuni: kit-uri de montaj, surse, filtre, accesorii pentru frânare, carduri pentru I/O-uri și carduri pentru encodere, HMI (digital operator);
- carduri pentru comunicație: CANopen, DeviceNet, Profibus, EtherCAT, CC-Link, Mechatronik-II, PROFINET, Ethernet/IP, Modbus TCP/IP, RS232 (built-in și temporar) și RS485.

Mai multe detalii puteți găsi la <http://www.yaskawa.eu.com>

(continuarea în numărul viitor)

## We speak all the automation languages!

Platformele noastre variate de automatizări sunt create pentru a satisface necesitățile clienților și partenerilor. Datorită experienței am reușit mereu să satisfacem complet așteptările clienților cu o tehnologie avansată ce este astăzi parte din standardul industrial.

Sistemele noastre concepute în jurul seriilor SLIO, 100 V, 200 V, 300 S, 500 S, HMI și a produselor Yaskawa, Profichip, Deutschmann și Kepware - vă ofera o varietate de soluții și beneficii de top pentru sisteme centralizate și descentralizate, la fel cu o protecție pe termen lung a investițiilor dumneavoastră. Toate PLC-urile sunt programabile cu:

- Speed7 Studio sau WinPLC7 de la VIPA;
- Simatic Manager sau TIA Portal de la Siemens.

Menționăm câteva caracteristici specifice echipamentelor VIPA:

- SpeedBus: un bus paralel de mare viteză, dezvoltat în tehnologia Speed7. Dăm ca exemplu un modul de intrări analogice unic în lumea PLC-urilor, cu caracteristici asemănătoare plăcilor de achiziție: 8 canale de intrare pe 16 biți, achiziție simultană, viteză de achiziție de 40 kS/s, buffer, diferite moduri de lucru configurabile (FIFO, osciloscop);
- module cu ETS (Edge Time Stamp) pentru modulele cu SpeedBus și în cadrul seriei SLIO; cu ajutorul acestor module se poate realiza o sincronizare între intrări și ieșiri digitale cu precizia de +/1 microsecundă.

Conectivitatea echipamentelor VIPA este remarcabilă: Profibus DP, Profinet, DeviceNet, EtherNet/IP, EtherCAT, CANopen, Modbus, MBus, EnOcean, Interbus, Ethernet, serial, ASi, SSI. La acestea se adaugă și router-ele via Talk2M, ISDN, Analog, GSM/GPRS, VPN și HSDPA, prin intermediul cărora se poate asigura și teleservice-ul.

Această conectivitate ridicată, împreună cu opțiunile de comunicație ale produselor Yaskawa conduce la un număr ridicat de configurații HW, acoperind cerințele majorității clienților și utilizatorilor.

Datorită tehnologiei Speed7, toate PLC-urile din seria 300S și SLIO sunt prevăzute cu port Ethernet (PG/OP channel). De asemenea, există port MPI și port RS485/PB Slave/PB Master on board. Un al doilea port Ethernet (Ethernet, Profinet, EtherCAT etc.) on-board este disponibil la PLC-urile de top. Un amănunt foarte important este legat de portul on-board RS485: protocolul de comunicație (ASCII, STX/ETX, Modbus, 3964(R) cu RK512, free serial), precum și ceilalți parametrii de comunicație (viteză, număr de biți, paritate, biți de stop) pot fi schimbate "on the run", programatic, fără a fi necesare modificări de configurații HW și reporniri ale PLC-ului. Practic un singur PLC poate comunica pe o rețea RS485 cu echipamente eterogene din punctul de vedere al parametrilor de comunicație.

Toate aceste caracteristici sunt datorate tehnologiei Speed7 dezvoltată de către Profichip GmbH.



Touch Panel-urile de la VIPA au, de asemenea, multiple porturi de comunicație: RS232, RS485, MPI/PB DP, USB și Ethernet. Mediul de dezvoltare al aplicațiilor Movicon de la Progea este "free of charge" pentru aceste TP-uri.

Vom continua în numerele următoare ale revistei prezentarea noilor PLC-uri de la VIPA: seria SLIO, un PLC cu Profinet low cost (ECO) și primul PLC din gama S7 cu port EtherCAT.



# Soluții de automatizare

## 10 idei de alegere a axelor electrice și de construcție a sistemelor de manipulare

### Dimensionați sistemul pornind de la elementul de execuție final

Alegerea unui sistem de manipulare depinde în principal de elementele în mișcare, respectiv de masa/mesele părților deplasate, cât și de vitezele sau timpii de manipulare, pornind de la obiectul de manipulat și până la ultima axă de deplasare. Masele deplasate și respectiv accelerațiile necesare atingerii vitezelor, generează momente de inerție care se traduc în forțe și respectiv momente rezistente ce trebuie învinse.

Când luați în considerare utilizarea oricărui tip de sistem de manipulare, întotdeauna analizați-l începând cu obiectul de manipulat, apoi la elementul de apucare (griper sau vacuum) spre partea anterioară. Dimensionați prima dată elementul de apucare, trecând apoi la celelalte componente până la axele de deplasare, ex. actuatori rotativi. După ce efectuați acest lucru, dimensionați axele în ordine inversă, de exemplu, mai întâi axa verticală (Z) și apoi axele orizontale (Y și apoi X).

### Minimizați numărul de axe în soluțiile cu axe multiple

Dacă aplicația dvs. necesită o soluție cu multiple axe, cea mai bună metodă este reducerea numărului de axe dintre cadrul rigid și produsul de manipulat. Reducând acest număr la minim (5 maxim absolut), veți minimiza sageta cumulată la încovoire, îmbunătățind astfel precizia. De asemenea, dacă axele sunt electrice, problemele rezultate din compunerea efectelor jocului și deflecției pot conduce la instabilitatea sistemului.

### Montarea unor servomotoare & motoare pas cu pas pe axele mecanice

La montarea unor servomotoare sau motoare pas cu pas pe axele mecanice, asigurați-vă împotriva posibilelor efecte de nealinierie a axului motorului. Cuplajele flexibile gen „Oldham” sau cu burduf sunt ideale, ele fiind livrate de obicei, cu seturi de șuruburi de fixare sau de prindere și acționând ca și siguranță mecanică.



Dacă axa se distruge, cuplajul alunecă, minimizând astfel deteriorarea șurubului cu bile sau a curelei axei, care sunt foarte scumpe. Soluția ideală este alegerea unui producător care poate livra toate elementele: axa, carcasa cuplajului, cuplajul, flanșa și motorul, reducând astfel riscul nealinierii și beneficiind de o soluție garantată.



### Selectați cu atenție comanda motorului pas cu pas

Dacă folosiți un sistem cu motor pas cu pas și doriți să folosiți modul „microstepping”, impulsul de pas de la PLC sau cardul de motor pas cu pas trebuie să corespundă necesităților dvs. de performanță. De exemplu, la un motor pas cu pas care

poate avea 200 pași pe rotație, dacă doriți o mișcare mai lină și mai precisă, ați putea să mergeți până la 1/32 din pasul întreg, în cazul celor mai multe sisteme, acest lucru oferind 6.400 pași pe rotație.

Dacă doriți să obțineți 900 de rotații pe minut la motor, sunt necesare 5.760.000 pulsuri pe minut, ceea ce înseamnă 96.000 pulsuri pe secundă sau 96 kHz. Trebuie să vă asigurați că această frecvență se poate obține, deoarece proiectantul mecanic scapă adesea din vedere acest lucru atunci când dimensionează sistemul, pentru că el nu cunoaște specificația automatului programabil.

### Beneficii ale motoarelor pas cu pas & servo

Comparativ cu tehnologia servo, tehnologia motorului pas cu pas este adesea considerată ca fiind ruda mai săracă din familia controlului mișcării. Această concepție este greșită pentru că, deși dinamica este mai scăzută decât la soluția cu servo, un sistem cu motor pas cu pas, dimensionat corect, poate oferi beneficii majore de cost, comparativ cu sistemul servo. Supradimensionați motorul pas cu pas cu cel puțin 30%, pentru a fi siguri că nu pierde niciodată pași și astfel, veți obține un sistem eficient din punct de vedere performanță / cost. Dacă aveți dubii, cereți întotdeauna sfatul unui producător care livrează ambele tehnologii pentru că veți obține o soluție optimă obiectivă.



Servo motor





Motor pas cu pas

## Care este raportul maselor inerțiale?

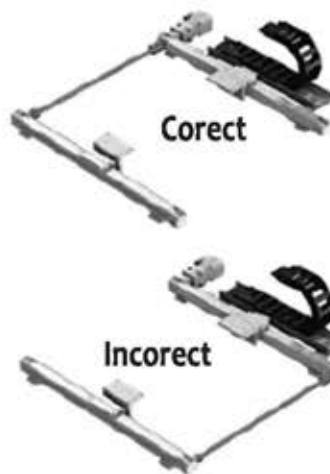
Majoritatea sistemelor pas cu pas și servo sunt dimensionate nu pe baza necesităților momentului dezvoltat ci pe baza necesităților inerției (care determină momentul de inerție). Dacă un motor este atașat unei sarcini care are un moment de inerție mult mai ridicat decât al rotorului (partea rotativă a motorului), sarcina va avea tendința de a conduce motorul și nu invers (ceva de genul unei mașini „Smart” care împinge o caravană de 2 tone). De aceea, este important să vă asigurați ca inerția sarcinii nu este prea ridicată în raport cu inerția rotorului.

În cele mai simple sarcini de poziționare, această inerție poate fi de până la 10:1 (sarcina:rotor). O mașina CNC care necesită o precizie de poziționare foarte mare, ar avea probabil un raport al maselor inerțiale de 1:1.

Dacă inerția sarcinii este prea mare, se poate introduce un reductor care va fi de un ajutor considerabil în reducerea acestui raport (un reductor 4:1 va reduce inerția sarcinii de aproape 16 ori).

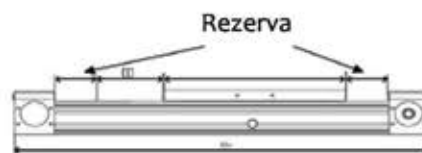
## Evitarea eforturilor și uzurii la curea și rulmenții axei

Când legați două axe într-o configurație paralelă, asigurați-vă că axul de cuplare între axe este montat pe același ax cu motorul. Acest lucru asigură o transmisie rigidă a puterii și asigură funcționarea sincronă a celor două axe. Montarea axului de cuplare în partea opusă a axului motorului de antrenare introduce un joc și un efort suplimentar în curea și rulmenți.



## Importanța alocării unei rezerve de cursă

Verificați dacă la axele Dvs. mecanice este inclusă o rezervă de cursă. Mulți producători, deși nu toți, includ o distanță suplimentară la fiecare capăt al axei, care nu face parte din cursa saniei axei. Prin acest lucru, în cazul unei poziții programate incorect de controller, în momentul în care sania axei depășește senzorul de poziție de capăt, se poate reduce viteza înainte de a lovi capătul fizic al axei.



Prin introducerea rezervei de cursă, multe axe pot părea mai lungi decât alte axe care au aceeași lungime de cursă. În cadrul cursei utile, este posibil să folosiți unele din aceste rezerve de cursă și de aceea reduceți lungimea axei, funcție de viteza și sarcina aplicației. Atenție însă! Dacă această rezervă este folosită în întregime, în cazul unui defect de program se poate ajunge la o avarie periculoasă a sistemului.

## Importanța utilizării sistemelor port-cablu

Nu subapreciați importanța sistemelor port-cablu atunci când integrați axele electrice într-o aplicație.

Sistemele port-cablu sunt adesea la fel de importante precum axa însăși. Cablurile prost proiectate și instalate pot afecta reglarea axei, pot crea o aplicație foarte zgomotoasă și

pot conduce la avaria prematură a furtunelor și cablurilor ce poate fi periculoasă pentru operatori.



Sistemele de lanțuri port-cablu ar trebui tratate ca o parte integrată a proiectului și nu ca o parte suplimentară abordată după proiectarea sistemului.

Asigurați-vă ca furnizorul de axe electrice înțelege aceste aspecte și asigură montarea axelor în concordanță cu sistemele de management al cablurilor și port-cablurilor.

## Care sunt diferențele dintre axele cu transmisie cu șurub conducător sau șurub cu bile?

Multe persoane întrebă care sunt cele mai importante diferențe dintre axele cu transmisie cu șurub conducător sau șurub cu bile. Confuzia apare din terminologie și localizarea pe piață. De exemplu, terminologia din SUA variază adesea de cea din Europa. Șuruburile cu bile, care sunt uneori greșit numite „spindle drives”, constau dintr-un șurub și o piuliță cu bile cu recirculare. Șuruburile cu bile oferă o perioadă lungă de funcționare, fără joc și cu poziționare precisă. Dezavantajul constă în costurile ridicate și în faptul că nu sunt autoblocabile, având nevoie în cazul unui montaj vertical de existența unei frâne.

Șurubul conducător, numit adesea șurub trapezoidal, constă dintr-un șurub trapezoidal și o piuliță din polimer. Ele au costuri mici și oferă și beneficiul autoblocării datorită formei filetului. Dezavantajul constă în durata mai scurtă de funcționare și existența unui mic joc în transmisie.

**SC FESTO SRL**

Str. Sf. Constantin nr. 17, Sector 1, tBucurești  
Tel: 021.3000.720, Fax: 021.3102.409  
Email: festo@festo.ro, Website: www.festo.ro



# Soluții de conducere a procesului de turnare continuă folosind tehnici neconvenționale

Ș. I. dr. ing. Ovidiu TIRIAN, Prof. dr. ing. Octavian PROȘTEAN,  
Prof. dr. ing. Ioan FILIP - Universitatea "Politehnica" din Timișoara

## Introducere

În prezent, turnarea continuă asigură cea mai mare parte a semifabricatelor din industria metalurgică. Procesul de turnare este unul de complexitate deosebită, respectiv de mare productivitate, însă datorită unor diverse probleme tehnologice, poate genera ușor rebuturi prin fisurarea crustei semifabricatului și curgerea oțelului nesolidificat încă. Prezența rebuturilor conduce la diminuarea productivității instalației și implică la pierderi economice importante [1][2]. Datorită contactului direct dintre metalul lichid și cristalizorul răcit cu apă, transmisia de căldură este una rapidă, formându-se în scurt timp o crustă de grosime mică, ceea ce poate conduce la apariția fisurilor [3][4].

În conformitate cu ciclul de oscilații al cristalizorului și sensul de turnare, fisura se propagă în jos și transversal cu o viteză mai mică decât viteza de turnare. Când fisura ajunge în partea inferioară a cristalizorului (la ieșirea semifabricatului din cristalizor), are loc perforarea semifabricatului. Oțelul topit din interiorul semifabricatului curge afară, iar procesul de turnare continuă trebuie întrerupt [5][6].

Fisura poate fi detectată cu ajutorul mai multor senzori de temperatură montați pe peretele cristalizorului, atât pe lățimea acestuia cât și pe direcția de turnare. Soluția propusă consideră o matrice de senzori formată din 12 rânduri echidistante și 4 senzori pe rând, montați pe peretele cristalizorului (Fig. 1)[7].

Semnalele furnizate de senzori sunt prelucrate de o rețea neuronală care poate recunoaște apariția fisurilor cu o precizie mare, permițând luarea măsurilor adecvate pentru împiedicarea propagării fisurilor și perforarea semifabricatului [8].

Pornind de la structura reală a unui sistem de conducere pentru o instalație modernă de turnare continuă existentă, se propune o strategie de proiectare și implementare a unui set de module decizionale suplimentare, pentru detecția, predicția și eliminarea fisurilor din semifabricatul turnat. Practic cele două module constau, în principal, dintr-o rețea neuronală (RN) complexă pentru detecția fisurilor, respectiv un sistem de decizie fuzzy (SDF) pentru predicția fisurilor, care elaborează, în funcție de semnalul primit de la RN și pe baza unor date din proces, corecții corespunzătoare pentru viteza de turnare și debitul apei de răcire primară, în vederea realizării dezideratului menționat.

## Proiectarea arhitecturii sistemului de rețele neuronale pentru detecția fisurilor la turnarea continuă

### Arhitectura sistemului

Fenomenul de apariție a fisurii este caracterizat pe de o parte de variația temperaturii înregistrată de fiecare sensor de temperatură de pe peretele cristalizorului, iar pe de altă parte de distribuția spațială a temperaturii în cristalizor. Corespunzător celor două caracteristici, s-a proiectat un sistem

decizional integrând două categorii de rețele, fiecare cu o funcționalitate dedicată, astfel:

O rețea serie dinamică - RSD - detectând o eventuală variație de temperatură într-un punct (primind ca date de intrare valori succesive ale temperaturii fiecărui sensor montat pe peretele cristalizorului);

O rețea spațială - RS - detectând o eventuală variație spațială a temperaturii între doi senzori adiacenți (primind ca date de intrare semnale de ieșire de la două rețele dinamice, corespunzătoare fiecărei perechi de senzori adiacenți de pe același rând).

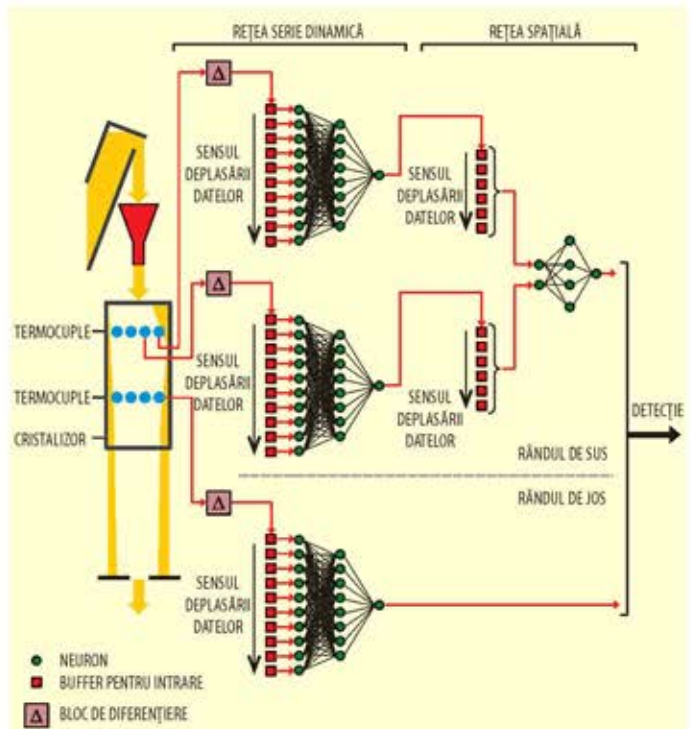


Fig. 1 Structura sistemului neuronal pentru detecția fisurii

Sistemul detectează fisura din fază incipientă transmițând în timp util informații cu privire la existența acesteia. Sistemul detectează apariția tuturor fisurilor și elimină suspiciunea unor alarme false.

Arhitectura sistemului neuronal pentru detecția fisurilor prezentat în Fig. 1 are ca și caracteristici esențiale:

- pentru recunoașterea variațiilor de temperatură înregistrate de senzori se folosește RSD, cu un număr de 10 intrări, un nivel ascuns format din 8 neuroni și un start de ieșire cu un singur neuron.
- pentru recunoașterea distribuției spațiale a temperaturii se utilizează RS, cu un număr de 2 intrări, un nivel ascuns format din 4 neuroni și un start de ieșire cu un singur neuron, care furnizează un rezultat în ceea ce privește existența (1) sau inexistența fisurii (0).

## Implementarea RN și a SDF în structura sistemului de conducere a procesului de turnare continuă

Informația furnizată de RN este folosită în mod corespunzător de către un sistem de decizie fuzzy cu două baze de reguli, care analizând o serie de mărimi preluate din proces produce modificări ale debitului apei de răcire și ale vitezei de turnare. Sistemul de decizie fuzzy (SDF) funcționează cu două baze de reguli diferite, selectate în funcție de semnalul primit de la rețeaua neuronală pentru detecția fisurilor primare. În fig. 2 este prezentată schema bloc a ansamblului RN-SDF.



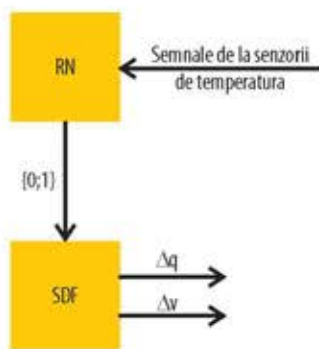


Fig. 2 Schema bloc a ansamblului RN-SDF

Pentru implementarea sistemului propus de predicție, detecție și eliminare a fisurilor în semifabricat, la ieșirea din cristalizor, au fost luate în considerare următoarele cerințe:

- sistemul poate fi implementat în orice instalație de turnare continuă, automatizată convențional, fără modificări esențiale ale sistemului inițial de conducere;
- în orice moment este posibilă trecerea la schema inițială clasică de conducere și invers;
- pe baza analizei funcționării în instalația reală a sistemului este posibilă efectuarea de corecții ale bazelor de reguli, astfel încât să se poată ține cont de unele particularități ale procesului propriu-zis și de rezultatele reale obținute.

În figura 3 este prezentată structura sistemului de conducere a procesului de turnare continuă existent la ArcelorMittal Hunedoara (A.M.-HD). Acest tip de schemă se întâlnește în prezent la majoritatea instalațiilor de turnare continuă în uz.

Pornind de la această structură, s-au grefat (linie roșie) blocurile suplimentare pentru implementarea sistemului conceput, pentru predicția, detecția și eliminarea fisurilor din semifabricat la ieșirea din cristalizor. Din fig. 3 se observă că cele două ieșiri ale SDF (corecția de viteză  $\Delta v$  și cea de debit  $\Delta q$ ) se aplică unor blocuri de calcul a valorii impuse corectate de viteză  $v_c$  și de debit  $q_c$ , care la randul lor, se aplică sistemelor de control a parametrilor respectivi, existente în instalație. Deci, aceste valori vor înlocui valorile impuse  $v^*$ , respectiv  $q^*$  furnizate de sistemul original pentru cele două bucle de reglare. Funcționarea blocurilor de calcul se bazează pe relațiile:

$$v_c = (1 - \Delta v) \cdot v^* \quad (1)$$

$$q_c = (1 + \Delta q) \cdot q^* \quad (2)$$

Prin poziționarea comutatoarelor K1 și K2 pe 1 sau 2 se poate trece cu ușurință între regimul upgradat cu soluția propusă și sistemul inițial de conducere (Fig. 3).

Se observă că modificările propuse nu afectează instalația de automatizare existentă, ele având un caracter aditiv, iar trecerea dintr-un regim în altul este facilă. Aceasta este o cerință impusă de toți beneficiarii, atât din considerente economice cât și din considerente legate de siguranța instalației. Cele precizate largesc aria de aplicabilitate a soluției propuse. Aceasta se poate grefa pe orice instalație aflată în funcțiune, cu costuri minime. Cu excepția temperaturilor din cristalizor (matricea de senzori de temperatură), restul mărimilor pe care le utilizează ca date de intrare SDF sunt preluate de la traductoarele care există deja în schemele practice utilizate (sunt traductoare numerice și analogice, de precizie ridicată). Riscul tehnologic (RT) se determină de tehnolog, în funcție de tipul oțelului care se toarnă și se introduce la schimbarea mării acestuia (de obicei, odată la câteva zile sau mai rar).

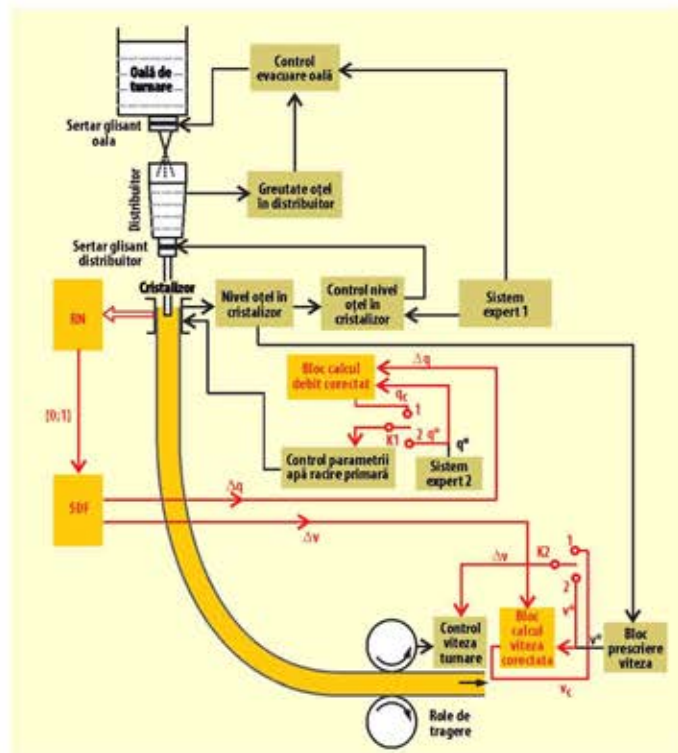


Fig. 3 Structura sistemului de conducere a procesului de turnare continuă

## Experimentări industriale. Validarea soluțiilor propuse

În vederea validării industriale a soluțiilor propuse pentru eliminarea fisurilor prezentate anterior s-a procedat la implementarea acestora într-o instalație de turnare continuă reală, în funcțiune, existentă la A.M.-HD (fig. 4). Fiind o instalație în funcțiune, implementarea s-a realizat fără perturbarea procesului de producție.



Fig. 4 Instalația de turnare continuă de la A.M.-HD

## Rezultate experimentale

SDF de predicție și eliminare a fisurilor a fost implementat în regim industrial cu ajutorul unui PLC Simatic S300. Configurarea și programarea PLC-ului s-a făcut utilizând software-ul Step 7. Încărcarea în PLC a configurației hardware și respectiv software s-a realizat cu ajutorul unei console de programare pe MPI/DP (Fig. 5), programele aferente fiind editate în limbaj STL (listă de instrucțiuni).





Fig. 5 Încărcarea în PLC a configurației hardware și software utilizând o consolă de programare pe MPI

PLC-ul a fost introdus în schema de conducere a procesului de turnare continuă. Fig. 6 prezintă inserarea PLC-ului Simatic S300 în schema reală de conducere a turnării continue.

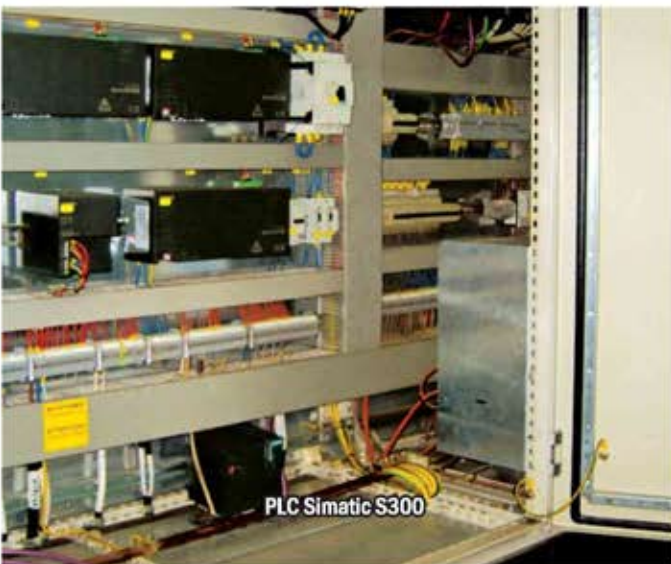


Fig. 6 Inserarea PLC-ului în schema reală de conducere a turnării continue



Fig. 7 Evoluția debitului de răcire primară în momentul apariției unei fisuri

În timpul turnării, au fost urmăriți toți parametrii tehnologici. Astfel, pentru un caz concret (Fig. 7, 8) la un moment dat de timp, debitul apei de răcire a fost foarte mic, viteza de turnare mică, temperatura din distribuitor mare, semnalul de ieșire al RN fiind setat pe 1 logic. În acest moment sistemul a detectat riscul apariției unei fisuri și a luat măsurile necesare, calculând o

corecție de debit, respectiv viteză: creștere debit (Fig. 7), scădere viteză (Fig. 8). Verificând în baza de reguli, se poate constata că SDF-ul a furnizat corespunzător măsurile corective necesare.



Fig. 8 Evoluția vitezei de turnare în momentul apariției unei fisuri

## Concluzii

Față de metodele clasice de abordare a problemei fisurării crustei în procesul de turnare continuă a oțelului, noua soluție propusă bazată pe rețele neuronale și sisteme fuzzy, aduce o siguranță și precizie suplimentară în funcționarea acestui proces complex, prin predicția, detecția și eliminarea tuturor fisurilor primare.

Implementarea propriu-zisă se poate efectua, cu modificări minime, pe orice instalație în funcțiune, la un preț de cost care permite amortizarea cheltuielilor într-un timp relativ scurt (prin eliminarea rebuturilor de turnare).

## Bibliografie

1. K.E.Blazek and I.G.Saucedo - „Recovery of sticker type breakouts”, Proceedings of Steelmaking Conference, pp 99-107, 1989.
2. P.N.Hewih, A.Robson, A.S.Normanton, N.S.Hunter and A.Scholes - „Continuous casting development at British steel”, R vue de M tallurgie, CIT (6), pp 765-776, 1998.
3. C.A.M.Pinheiro, I.V.S.Samarasekera, J.K.Brimacombe, B.Howes and O.Gussias - „Mould heat transfer and continuously cast billet quality with mould flux lubrication” Part2: Quality issues, Ironmaking Steelmaking, 27, (2), pp 144-159, 2000.
4. S.Bouhouche - „Contribution to quality and process optimisation in continuous casting using mathematical modelling”, Dissertation, 18 Dec., 2002.
5. T.Kim and S.R.T.Kumara - „Boundary defect recognition using neural networks”, International Journal of Production Research, 35, (9), pp 2397-2412, 1997.
6. M.L.Goc and C.C.Thirion - „The SACHEM experience on artificial neural networks application”, European Commission for Technical Steel Research, ECSC Workshop, Proceedings of Application of Artificial Neural Network Systems in the Steel Industry, Brussels 22-23 January, pp107-131, 1998.
7. Tirian G.O.- “Neural system for detecting cracks in the wire at the continuous casting - 12th International Research/Expert Conference „ Trends in the development of machinery and associated technology”, 26-29Aug., Turcia, 2008.
8. Tirian G.O., S. Anghel, M. P noiu - “Control of the continuous casting process using neural networks”, Proceedings of the 13th International Conference on Computers, Rodos Island, Greece, July 23-25, pp.199-204, ISSN:1790-5109, ISBN:978-960-474-099-4, 2009.



## Global Engineering Services (GES) România

### Istoric

GES România a fost înființată în 2004, ca parte a Honeywell Romania S.R.L., iar astăzi număra 66 de ingineri. Inițial s-a început cu dezvoltarea graficii pentru interfața om mașina însă acum GES este implicat în fiecare aspect în ceea ce privește livrarea unui proiect, oferind servicii de Control, Safety și Hardware și în plus am început să ne implicăm și în dezvoltarea arhitecturii de sistem pentru diferite proiecte. Dăruirea și calitatea muncii realizate de inginerii noștri sunt factori cheie ce conduc la succesul GES România.

### Echipa

Suntem foarte mândri de echipa noastră de ingineri. Am alcătuit o echipă de tineri profesioniști cu experiență în diferite domenii tehnice printre care automatizări, electronică, inginerie chimică pentru a oferi soluții tehnice complete care să satisfacă nevoile complexe ale clienților noștri.



Process controllers C300

GES încearcă să evite barierele de comunicare, astfel, inginerii noștri sunt încurajați și sprijiniți în a-și dezvolta abilități de comunicare în alte limbi pentru a aborda chiar și cei mai dificili clienți.

Acumularea de cunoștințe este un proces continuu care îi ajută pe inginerii noștri să își îmbunătățească aptitudinile personale și sociale cât și cele tehnice. Filozofia GES are la bază principiul că fiecare inginer trebuie să aiba cunoștințe de bază despre cele 4 discipline, HMI (Human Machine Interface), Control, Safety și Hardware și să fie expert în cel puțin una dintre ele.



Ergonomic Operator Console

### Experiență

Astăzi, GES furnizează diferitelor industrii o gamă mult mai largă de servicii:

- Sistemul de control distribuit – implementarea sistemului proprietar EPKS R210/300/400 de automatizare;
- Controler Programabil – MasterLogic, HC900;
- Dezvoltarea graficii pentru Interfața Om Mașină, Controlul Procesului, Sistemul de oprire sigură de urgență, baze de date;
- Servicii de migrare pentru toate platformele Honeywell;
- Migrarea sistemelor terțe (BAILEY, ADVANT, ABB, FOXBORO, SIEMENS) la platforme Honeywell;
- Teste de acceptare în fabrica, Teste de acceptare pe șantier, activități de punere în funcțiune și pregătire a operatorilor.

Extinderea domeniului de soluții și servicii s-a concretizat în livrarea cu succes a proiectelor pentru clienți externi precum Shell, Exxon, Repsol, Borealis, Saipem, Linde, Fluor, Pöermer, Foster Wheeler, Statoil, TRA, Aramco și Samsung, dar și pentru clienți interni precum OMV Petrom, Zentiva, CET Sud/Vest, Lukoil.

### Viitor

Pentru viitor avem planuri ambițioase ce privesc dezvoltarea și diversificarea activităților, extinderea în continuare către dezvoltarea arhitecturii de sistem cât și servicii de hardware. Suntem hotărâți să fim o forță inginerească capabilă să abordeze proiecte mari și complexe pentru Honeywell Process Solutions la nivel global.



# Interpretare matematică date ale unui proces de combustie pentru un cazan de producere abur

Ing. Adrian TĂNASE, Patrom S.A.

## 1. Introducere

Obiectivul lucrării constă în interpretarea matematică, sub formă de reprezentare grafică, a datelor de proces aferente unui sistem de combustie alcătuit dintr-un număr de 4 arzătoare (tabelul 1).

Se face referire la următoarele aspecte:

- cerințele tehnice referitoare la combustia stoichiometrică,
- volumul măsurat de oxigen în gazele arse
- coeficientul de aer ardere în exces,  $\lambda$ .

Atât analiza cât și calculele pot fi folosite pentru îmbunătățirea eficienței unui cazan de producere abur.

## 2. Conținutul lucrării

Randamentul unui cazan de producere abur poate fi exprimat prin raportul dintre debitul de aer și debitul de gaz combustibil. Randamentul optim însă este în funcție de sarcina cazanului. Debitul real de aer este diferit de cel teoretic prin coeficient de exces de aer numit  $\lambda$ , care la rândul său depinde de sarcina cazanului.

Pentru a menține un randament optim de lucru al cazanului de producere abur, la o valoare constantă, trebuie menținut constant raportul debitul de abur produs / debit gaz combustibil.

Dacă sarcina cazanului nu se modifică, atunci raportul aer/gaz combustibil sau aer/abur produs nu se modifică nici el, deci și excesul de aer va rămâne neschimbat pentru a obține randament maxim.

În cazul în care cazanul lucrează în regimuri de încărcare diferite, atunci coeficientul de exces de aer suportă modificări, astfel încât să se obțină cerința de randament optim.

În practică, o combustie bună este realizată atunci când există o cantitate minimă de gaze nearchive la coș sau măsurătoarea de oxigen în gazele arse indică o valoare nesemnificativă.

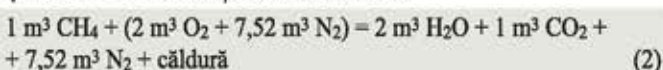
În funcție de conținutul de oxigen în gazele de arse, se poate controla combustia în focarul cazanului de producere abur.

## 3. Ecuații

Din punct de vedere chimic, reacția de combustie a metanului este :



Ținând cont de compoziția aerului (21% oxigen, 78% azot, 1% altele) și făcând raportare la volume ecuația de ardere devine:



Cerința de aer stoichiometric, pentru cazanul de abur studiat este :

$$\text{Cerința aer} = (\text{coeficient de energie a gazului (HU)}) [\text{Kcal/Nm}^3] \times 2,6 \times 4,187 / 10.000 \approx 9,906 \text{ Nm}^3 (\text{aer}) / \text{Nm}^3 (\text{gaz}) \quad (3)$$

Necesarul total de aer este :

$$\text{Necesar aer} = (\text{Cerința aer stoichiometric}) \times (\lambda) \times (\text{corecția O}_2) \quad (4)$$

unde:  $\lambda$  este coeficientul de aer în exces (reprezentare grafică Fig. 2) corecția de  $\text{O}_2$ , acolo unde există măsurătoare de  $\text{O}_2$ .

Coeficientul de aer în exces este :

$$\lambda = (21[\text{vol} \% \text{ O}_2]) / (21[\text{vol} \% \text{ O}_2] - (\text{O}_2 \text{ măsurat} [\text{vol} \% \text{ O}_2])) \quad (5)$$

De asemenea, volumul de  $\text{O}_2$  calculat este :

$$\text{O}_2 \text{ calculat} = (21[\text{vol} \% \text{ O}_2]) - (21[\text{vol} \% \text{ O}_2]) / \lambda$$

(reprezentare grafică Fig. 1).

## 4. Tabele

Valoarea calculată a  $\text{O}_2$

Debit gaz (Nm <sup>3</sup> /h)	Valoarea calculată O <sub>2</sub>
0	6
1000	3,5
2000	3,2
3000	2,9
4000	2,58
5000	2,33
6000	2,17
7000	2
8000	1,91
9000	1,91
10000	1,91
1000	1,91
12000	1,91

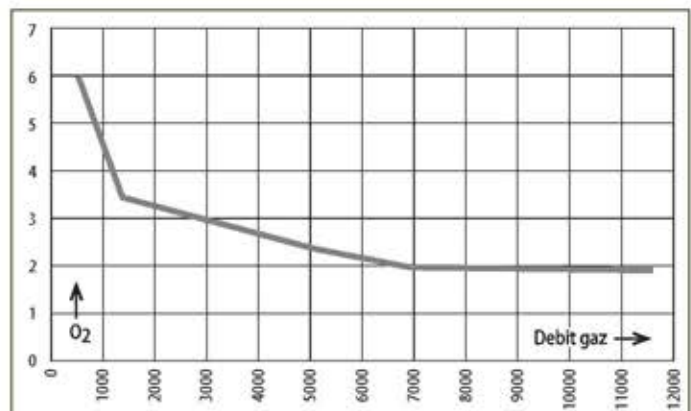


Fig. 1. Reprezentare grafică valoare calculată  $\text{O}_2$  în funcție de debitul de gaz combustibil

Valoarea calculată lambda

Debit aer (Nm <sup>3</sup> /h)	Valoare $\lambda$ calculată
0	1,3
8425	1,2
18852	1,18
25278	1,16
33704	1,14
42130	1,125
50556	1,115
58981	1,105
67407	1,1
75833	1,1
84259	1,1
92685	1,1
101111	1,1



Tabelul 1

Sarcina( debit gaz natural )	%	18,5	26	33,3	40,7	48,1	55,6	63	70,4	77,8	85,2	92,6	100
Debit gaz natural	Nm <sup>3</sup> / h	2000	2800	3600	4400	5200	6000	6800	7600	8400	9200	10000	10800
Cerință aer stoichiometric	Nm <sup>3</sup> / h	16852	23593	30333	37074	43815	50556	57296	64037	70778	77518	84259	91000
Cerință aer stoichiometric x 10	Nm <sup>3</sup> / h	1685,2	2359,3	3033,3	3707,4	4381,5	5055,6	5729,6	6403,7	7077,8	7751,8	8425,9	9100,0
Lambda - general		1,200	1,180	1,160	1,140	1,125	1,115	1,105	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
Lambda x 0,5		2,400	2,360	2,320	2,280	2,250	2,230	2,210	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200
<b>1 arzător în funcțiune</b>													
1 arzător în funcț. debit gaz natural	Nm <sup>3</sup> / h	500	700	900	1100	1300	1500	1700	1900	2100	2300	2500	2700
1 arzător în funcț. lambda		1,56	1,53	1,51	1,48	1,46	1,45	1,44	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
1 arzător în funcț. calcul necesar aer	Nm <sup>3</sup> / h	6572	9048	11436	13736	16020	18320	20577	22893	25303	27713	30123	32532
1 arzător în funcț. calcul necesar aer x 10	Nm <sup>3</sup> / h	657,2	904,8	1143,6	1373,6	1602,0	1832,0	2057,7	2289,3	2530,3	2771,3	3012,3	3253,2
1 arzător în funcț. O2 calculat	Vol %	7,54	7,31	7,07	6,83	6,64	6,51	6,38	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31
<b>2 arzătoare în funcțiune</b>													
2 arzătoare în funcț. debit gaz natural	Nm <sup>3</sup> / h	1000	1400	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600	5000	5400
2 arzătoare în funcț. lambda		1,44	1,416	1,392	1,368	1,35	1,338	1,326	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
2 arzătoare în funcț. calcul necesar aer	Nm <sup>3</sup> / h	12133	16704	21112	25359	29575	33822	37987	42264	46713	51162	55611	60060
2 arzătoare în funcț. calcul necesar aer x 10	Nm <sup>3</sup> / h	1213,3	1670,4	2111,2	2535,9	2957,5	3382,2	3798,7	4226,4	4671,3	5116,2	5561,1	6006,0
2 arzătoare în funcț. O2 calculat	Vol %	6,42	6,17	5,91	5,65	5,44	5,30	5,16	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09
<b>3 arzătoare în funcțiune</b>													
3 arzătoare în funcț. debit gaz natural	Nm <sup>3</sup> / h	1500	2100	2700	3300	3900	4500	5100	5700	6300	6900	7500	8100
3 arzătoare în funcț. lambda		1,32	1,298	1,276	1,254	1,2375	1,2265	1,2155	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
3 arzătoare în funcț. calcul necesar aer	Nm <sup>3</sup> / h	16683	22967	29029	34868	40666	46505	52233	58114	64231	70348	76465	82582
3 arzătoare în funcț. calcul necesar aer x 10	Nm <sup>3</sup> / h	1668,3	2296,7	2902,9	3486,8	4066,6	4650,5	5223,3	5811,4	6423,1	7034,8	7646,5	8258,2
3 arzătoare în funcț. O2 calculat	Vol %	5,09	4,82	4,54	4,25	4,03	3,88	3,72	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64
<b>4 arzătoare în funcțiune</b>													
4 arzătoare în funcț. debit gaz natural	Nm <sup>3</sup> / h	2000	2800	3600	4400	5200	6000	6800	7600	8400	9200	10000	10800
4 arzătoare în funcț. lambda		1,2	1,18	1,16	1,14	1,125	1,115	1,105	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
4 arzătoare în funcț. calcul necesar aer	Nm <sup>3</sup> / h	20222	27839	35187	42264	49292	56369	63312	70441	77855	85270	92685	100100
4 arzătoare în funcț. calcul necesar aer x 10	Nm <sup>3</sup> / h	2022	2784	3519	4226	4929	5637	6331	7044	7786	8527	9269	10010
4 arzătoare în funcț. O2 calculat	Vol %	3,50	3,20	2,90	2,58	2,33	2,17	2,00	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
4 arzătoare în funcț. O2 calculat x 10	Vol %	0,350	0,320	0,290	0,258	0,233	0,217	0,200	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191

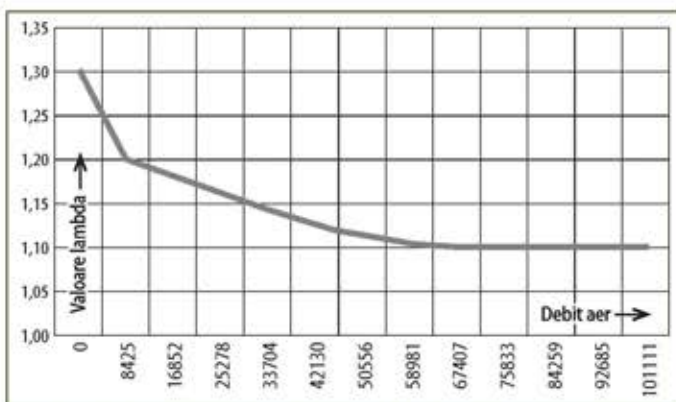


Fig. 2. Reprezentare grafică a curbei λ în funcție de debitul de aer combustibil

## 5. Concluzii

După cum se observă din analiza grafică, o combustie optimă se realizează cu o cantitate minimă de aer de ardere în exces și într-o zonă de ardere în care efectul poluării este minim, iar nivelul combustibilului ners și respectiv cel al pierderilor de căldură la coș este minim.

Pentru a obține combustia optimizată trebuie controlat aerul în exces. După ce s-a realizat în practică acest lucru și conform cu rezultatele obținute în urma măsurătorilor de O<sub>2</sub> în gazele arse, s-a putut determina corect procentul de aer în exces necesar unei combustii optime.

Acest lucru s-a putut implementa și datorită măsurătorilor nivelului de oxigen în gazele arse, cu ajutorul analizorului online de O<sub>2</sub> (performant), precum și datorită determinării cât mai exacte a coeficientului de aer ardere în exces, λ.

## Bibliografie

- [1] , Nicolae A. Pănoiu, Cazane de abur, București: Editura Didactică și Pedagogică, 1982.
- [2] , L. Mihăilescu, T. Prisecaru, I.Oprea , Cazane și turbine . Editura Matrix Rom, București, 1999.
- [3] „, Corneliu Ungureanu, Combustibili, instalații de ardere, cazane, Timișoara: Editura „Politehnică”, 2006
- [4] , Mihai Jădăneanț, Bazele termoeenergeticii. Note de curs pentru auditorii energetici, Timișoara: Editura orizonturi Universitare, 2006
- [5] , M. Aldea, Cazane de abur și recipiente sub presiune, București: Editura Tehnică, 1972
- [6] , C. Moțoiu, Centrale termo și hidroelectrice, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1974
- [7] , Constantin C. Neaga, Tratat de generatoare de abur, vol I, Editura AGIR, București, 2001
- [8] , Gavril Creța, Turbine cu abur și cu gaze, Editura Tehnică, 1996
- [9] , Ungureanu, C., Pănoiu, Zubcu, V., Ionel, I., Combustibili, instalații de ardere, cazane, Editura Politehnică N., Timișoara, 1998
- [10] , N. Antonescu, Cazane și aparate termice, Editura Didactică și Pedagogică, 1975



# Tehnici de estimare experimentală a caracteristicilor de amortizare pentru structuri mecanice

Drd. Ing. Lică FLORE, STRAERO S.A.

## 1. Introducere

Capacitatea de amortizare a diferitelor materiale sau structuri mecanice a constituit de-a lungul timpului o preocupare importantă pentru fizicieni și inginerii proiectanți, dar evaluările teoretice ale acestei proprietăți fizice au rămas destul de aproximative și astăzi. Simularea comportamentului real al unei structuri mecanice, din punct de vedere al amortizării, prin metoda elementului finit (FEM) implică introducerea în programul de calcul a unor parametri a căror alegere este arbitrară.

Progresul tehnic actual în domeniul sintezei și achiziției de semnale face ca metoda experimentală de evaluare a factorului de amortizare a unui sistem mecanic să constituie un ajutor important în stabilirea parametrilor de intrare pentru evaluarea cât mai fidelă a capacității de amortizare a unui astfel de sistem.

În cele ce urmează, va fi prezentată metoda experimentală de evaluare a factorului de amortizare pentru o bară din oțel cu profil U folosită la realizarea unui batiu de stand de testare care face obiectul proiectului european ELTESTSYS <http://www.eltestsys-project.eu/> în cadrul programului european Clean Sky, coordonat de SC STRAERO SA și având ca partener INCD-Turbomotoare COMOTI.

## 2. Considerații teoretice

Plecând de la ipoteza lui Reileigh prin care matricea de amortizare este dată de relația:

$$[C] = \alpha[M] + \beta[K] \quad (1)$$

unde:  $[C]$  = matricea amortizării,  $[M]$  = matricea maselor,  $[K]$  = matricea rigidității,

$\alpha, \beta$  = coeficienți care reflectă contribuția cauzelor interne și externe la fenomenul de amortizare, se ajunge la următoarele relații:

$$\alpha + \beta f_{i+1}^2 = 2f_i \zeta_i \quad \alpha + \beta f_i^2 = 2f_{i+1} \zeta_{i+1} \quad (2)$$

unde  $f_i, f_{i+1}$  sunt frecvențe de rezonanță consecutive și  $\zeta_i, \zeta_{i+1}$  = factori de amortizare corespunzători celor două frecvențe. Astfel se pot calcula coeficienții  $\alpha, \beta$  cu relațiile de mai jos, obținute din rezolvarea sistemului de ecuații (2):

$$\alpha = \frac{2f_i f_{i+1}}{f_{i+1}^2 - f_i^2} (f_{i+1} \zeta_i - f_i \zeta_{i+1}) \quad \text{și} \quad \beta = \frac{2}{f_{i+1}^2 - f_i^2} (f_{i+1} \zeta_{i+1} - f_i \zeta_i) \quad (3)$$

Acești coeficienți nu pot fi determinați altfel, decât pe cale experimentală.

## 3. Desfășurarea testelor

Pentru anticiparea caracteristicilor de amortizare ale batiului, destinat standului de testare menționat, s-a ales un profil din același material din

care urma să fie confecționat batiul și s-au efectuat un set de teste. Schița liniei de măsură și caracteristicile principale ale echipamentelor de testare sunt prezentate în, fig2;

Procedura urmată pentru evaluarea coeficienților  $\alpha$ , și  $\beta$  a fost următoarea:

- s-au determinat frecvențele proprii (fig.1) ale specimenului supus testării, prin evaluarea funcției de răspuns în frecvență (FRF), folosind tehnica excitării prin impuls cu ciocanul de impact și măsurarea răspunsului cu un accelerometru.

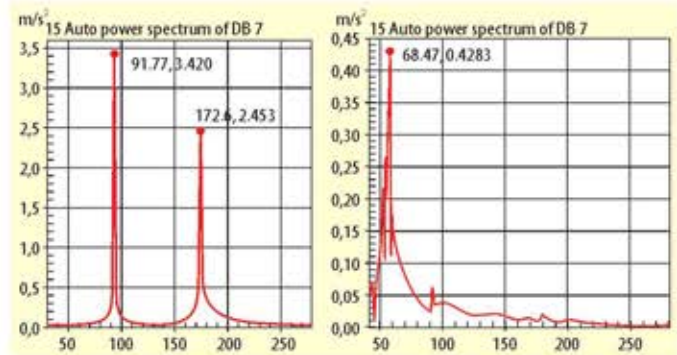
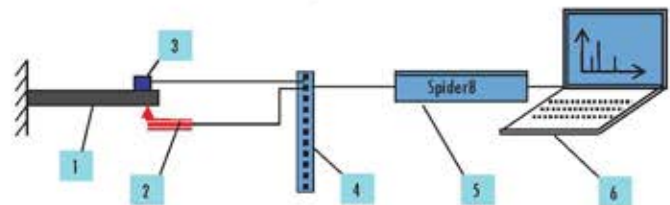


Fig.1. Frecvențele proprii identificate



- Specimenul de testat;
- Ciocan de impact B&K tip 8206-001, cu varf de cauciuc;
- Accelerometru B&K tip 4507, 0,4 Hz + 6 kHz, ± 70 m/s<sup>2</sup>, 4,6 grame ;
- Conditioner semnal ENDEVCO tip 4475;
- Sistem de măsură și achiziție HBM Spider8-01SR01;
- PC și soft HBM Catman Professional version 5.0

Fig. 2. Schema și caracteristicile liniilor de măsură și achiziție de date

- din semnalul de accelerație achiziționat s-au evaluat, pe întinderea a zece pseudoperioade și pentru fiecare frecvență proprie, elongațiile maxime pentru fiecare ciclu de oscilație, fig 3;
- s-au calculat rapoartele a doua elongații succesive;
- s-a calculat decrementul logaritmic corespunzător fiecăruia din aceste rapoarte;
- s-a calculat factorul de amortizare corespunzător, după care s-a făcut media aritmetică pentru cele zece valori;
- s-au repetat pașii descriși mai sus pentru fiecare din frecvențele proprii identificate la pct. a)
- s-au calculat coeficienții  $\alpha$  și  $\beta$ , folosind relațiile (3) și factorul de amortizare mediu;

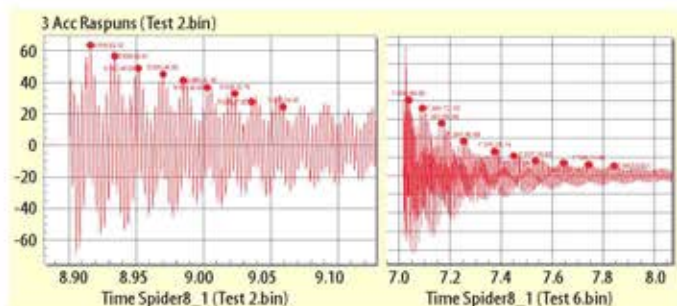


Fig. 3. Răspunsul funcție de timp



Domeniul de frecvențe supus explorării și determinării frecvențelor proprii a fost: 0,4+200Hz.

Achiziția semnalelor de la accelerometru s-a realizat cu următorii parametri: rata de eșantionare 800 Hz, tipul filtrului aplicat : Batterworth lowpass.

Tabelul. 1. Evaluarea factorului de amortizare

**Determinarea Factorului de Amortizare la o bara de oțel (profil U)**  
**Supporting Frame ELTESTSYS**

f = 58.47Hz

Nr. pseudo-perioade	Elongatie initiala	Raport elongatii	Decrement $\delta$	Factor amortizare $\xi$
n	x(t)	$\frac{x(t)}{x(t+n \cdot 2\pi/\beta)}$	$\ln(x(t)/x(t+n \cdot 2\pi/\beta))$	$\frac{\delta}{\sqrt{4\pi^2 + \delta^2}}$
0	24,00			
1	19,99	1,201	0,183	0,029
2	14,38	1,390	0,329	0,052
3	12,15	1,184	0,169	0,027
4	10,12	1,201	0,183	0,029
5	8,62	1,174	0,160	0,026
6	6,35	1,357	0,306	0,049
7	5,67	1,120	0,113	0,018
8	5,16	1,099	0,094	0,015
9	4,93	1,047	0,046	0,007
10	3,48	1,417	0,348	0,055

$\xi = 0,0307$   
 $\alpha = 0,0315017$   
 $\beta = 0,0003743$

f = 91.77Hz

Nr. pseudo-perioade	Elongatie initiala	Raport elongatii	Decrement $\delta$	Factor amortizare $\xi$
n	x(t)	$\frac{x(t)}{x(t+n \cdot 2\pi/\beta)}$	$\ln(x(t)/x(t+n \cdot 2\pi/\beta))$	$\frac{\delta}{\sqrt{4\pi^2 + \delta^2}}$
0	70,08			
1	60,97	1,149	0,139	0,022
2	49,39	1,234	0,211	0,034
3	32,78	1,507	0,410	0,065
4	20,14	1,628	0,487	0,077
5	18,12	1,111	0,106	0,017
6	15,20	1,192	0,176	0,028
7	11,92	1,275	0,243	0,039
8	9,62	1,239	0,214	0,034
9	8,30	1,159	0,148	0,023
10	8,16	1,017	0,017	0,003

$\xi = 0,0342$   
 $\alpha = 0,1124813$   
 $\beta = 0,0003819$

f = 172.70Hz

Nr. pseudo-perioade	Elongatie initiala	Raport elongatii	Decrement $\delta$	Factor amortizare $\xi$
n	x(t)	$\frac{x(t)}{x(t+n \cdot 2\pi/\beta)}$	$\ln(x(t)/x(t+n \cdot 2\pi/\beta))$	$\frac{\delta}{\sqrt{4\pi^2 + \delta^2}}$
0	139,20			
1	101,17	1,376	0,319	0,051
2	80,80	1,252	0,225	0,036
3	68,76	1,175	0,161	0,026
4	61,47	1,119	0,112	0,018
5	55,80	1,102	0,097	0,015
6	43,04	1,296	0,260	0,041
7	20,70	2,079	0,732	0,116
8	13,74	1,507	0,410	0,065
9	10,85	1,268	0,236	0,038

$\xi = 0,0436$   
 $\alpha = 0,4053594$   
 $\beta = 0,0003936$

În Tabelul.1. sunt prezentate rezultatele măsurătorilor și a calculului factorului de amortizare pentru fiecare din cele trei frecvențe proprii obținute în urma testării.

Rezultatele măsurătorilor efectuate, au fost utilizate în procesul de analiză armonică și tranzitorie pentru alegerea soluției optime de proiectare a batiului menționat (Fig. 4.).

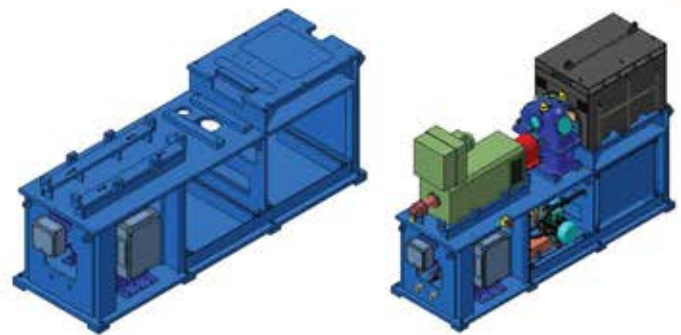


Fig.4. Batiu si batiu echipat (Electrical Test Bench) Drive; proiect ELTESTSYS (<http://www.eltestsys-project.eu/>)



Fig.5

Caracteristicile echipamentelor folosite în încercare sunt prezentate în Tabelul 2 și Fig.5

Tabelul. 2. Echipamentele de testare

Nr. Crt.	Denumire echipament	Caracteristici	Producator
1	Sistem de masură Spider 8-01	Baud rate 9600Mv/s, Digital resolution +/-25000 digit,	HBM
2	Amplificator SR01	Accuracy class 0,1; measurement ranges +/- 10 V	HBM
3	Accelerometru 4507	0,4+6 kHz	B&K
4	Amplificator Condiționar 4475	Frequency response 0.2 Hz to 50 kHz ( $\pm 1$ dB);	ENDEVCO
5	PC	Intel P4 Dual Core, 4GB RAM, HDD 200GB, NVIDIA 8600M	Toshiba
6	Soft Catman Profesional V5.0		HBM
7	Ciocan de impact tip 8206-001	11,49 mV/N; 445 N	B&K

## 4. Concluzii

Capacitatea de amortizare este un parametru important ce caracterizează proprietățile mecanice ale unei structuri metalice. Această amortizare poate fi evaluată și anticipată mult mai bine, dacă se determină experimental coeficienții matricei de amortizare, cu ajutorul unui dispozitiv de testare și măsură, relativ simplu.

## Referințe:

A POINT OF VIEW UPON RAYLEIGH DAMPING HYPOTHESIS, Ion FUIOREA, Lică FLORE, Dumitrita GABOR, "AEROSPATIAL 2012";  
Proiect JTI-CS-2010-1-ECO-02-004, ELECTRICAL TEST BENCH DRIVE SYSTEMS: MECHANICAL INTERFACES, Grant agreement no: 270584



# Proiectarea optimă a unui generator de inducție cu două înfășurări statorice pentru centrale eoliene de mică putere

Dr. ing. Lucian TUTELEA, dr. ing. Sorin Ioan DEACONU, dr. ing. Gabriel Nicolae POPA

Universitatea "Politehnica" Timișoara

## Introducere

În literatura de specialitate există un mare interes pentru studiul unor sisteme de producere a energiei electrice din surse regenerabile cu putere și turație redusă pentru aplicații casnice, în regim cuplat la rețea sau în regim autonom. Utilizarea generatoarelor asincrone cu rotorul în colivie este o soluție avantajoasă datorită performanțelor dinamice bune, lipsa periilor, lipsa unei surse suplimentare de alimentare în curent continuu, costuri de întreținere reduse etc. [1], [2]. Cuplarea directă între turbină și generator reduce zgomotul, crește randamentul și densitatea de putere.

O problemă care apare este variația în limite destul de largi a vitezei turbinei dată de circulația maselor de aer și de variația sezonieră sau multianuală a debitelor de apă pe râurile mici. Utilizarea turbinelor reglabile crește mult costul sistemului. În această situație generatorul asincron clasic nu se comportă destul de bine, fiind necesar un convertor static de frecvență de putere cel puțin egală cu generatorul care să permită circulația bidirecțională a puterii [3]-[6]. Prezența acestui convertor determină variații de tensiune și injectează armonice superioare în curentul de sarcină. Tensiunea indusă este puternic dependentă de turația turbinei, valoarea capacității condensatoarelor de excitație și valoarea curentului de sarcină [1], [5].

Mașina asincronă cu două înfășurări trifazate statorice (DSWA), una de excitație și alta principală pentru alimentarea sarcinii, având același număr de perechi de poli, bobinate în unul sau două straturi și rotorul cu colivie normală poate să facă față cerințelor la viteze reduse și curenți de sarcină ce variază într-un domeniu larg [3]. Un avantaj esențial dat de reducerea necesarului de putere reactivă din înfășurarea principală, se poate obține prin defazarea spațială a celor două înfășurări cu un unghi  $\alpha$  [2]-[6].

Sursele bibliografice [1]-[6] prezintă numeroase scheme de conectare a excitației atât pentru generatoarele asincrone clasice cât și pentru cele cu două înfășurări statorice. Ca surse de energie reactivă se utilizează condensatoare,

compensatoare sincrone sau convertoare statice. În Fig. 1 se prezintă soluția aleasă.

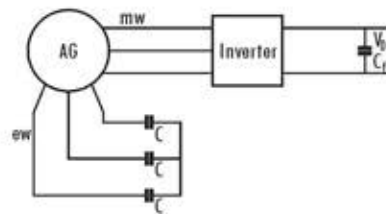


Fig. 1 Schema de principiu a generatorului asincron cu două înfășurări statorice

Prezența înfășurării de excitație inserată cu bateria de condensatoare furnizează generatorului energia reactivă necesară, aceasta nu va mai fi adusă din circuitul de curent continuu al micro rețelei și în acest fel puterea aparentă a convertorului conectat la bornele înfășurării principale va fi mai mică cu aproximativ 40%. În regim autonom datorită legăturii directe între înfășurarea de excitație și bateria de condensatoare (fără convertor) procesul de autoexcitație se declanșează chiar în absența unei surse externe.

## Elemente geometrice și constructive. Ecuatii. Scheme echivalente.

Generatorul de inducție cu două înfășurări are o greutate și un volum mai mare decât generatorul de inducție clasic în cazul general, dar în cazul turației și sarcinii variabile întâlnite la antrenarea cu turbină eoliană, randamentul și costul total mașină și convertor static este mai bun pentru DSWA. Domeniul în care viteza de rotație poate să varieze depinde și de valoarea capacității bateriei de condensatoare. Cele două înfășurări statorice sunt introduse în aceleași crestături putând avea același număr de perechi de poli sau un număr diferit.

În modelul dinamic al DSWA parametrii înfășurării de excitație și ai înfășurării rotorice sunt raportați la înfășurarea principală. Ecuatiile tensiunilor într-un sistem de referință staționar sunt prezentate în continuare:

$$\underline{U}_m = R_m \cdot \underline{I}_m + \omega_1 \cdot \underline{\Psi}_m \quad (1)$$

$$\underline{U}_e = R_e \cdot \underline{I}_e + \omega_1 \cdot \underline{\Psi}_e \quad (2)$$

$$\underline{U}_r = R_r \cdot \underline{I}_r + (\omega_1 - \omega_r) \cdot \underline{\Psi}_r, \quad (3)$$

$$\underline{\Psi}_m = L_m \cdot \underline{I}_m + L_{me} \cdot \underline{I}_e + L_{mr} \cdot \underline{I}_r, \quad (4)$$

$$\underline{\Psi}_e = L_e \cdot \underline{I}_e + L_{me} \cdot \underline{I}_m + L_{mr} \cdot \underline{I}_r, \quad (5)$$

$$\underline{\Psi}_r = L_r \cdot \underline{I}_r + L_{mr} \cdot (\underline{I}_m + \underline{I}_e), \quad (6)$$

unde indicii m, e și r se referă la variabilele asociate înfășurărilor principală, de excitație și rotorică,  $\omega_e$  este pulsația în înfășurarea principală,  $\omega_r$  viteza rotorică,  $L_{mr}$  și  $L_{me}$  sunt inductivitățile mutuale între înfășurarea principală și cea de excitație respectiv rotorică, iar inductivitățile celor trei înfășurări și curentul de magnetizare vor avea expresiile:

$$L_m = L_{om} + L_{me} + L_{mr}, \quad (7)$$

$$L_e = L_{oe} + L_{me} + L_{mr}, \quad (8)$$

$$L_r = L_{or} + L_{mr}, \quad (9)$$

$$\underline{I}_0 = \underline{I}_r + \underline{I}_m + \underline{I}_e, \quad (10)$$

cu  $\sigma$  notându-se inductivitatea de dispersie. Din modelul matematic se poate deduce schema electrică echivalentă (Fig. 2).

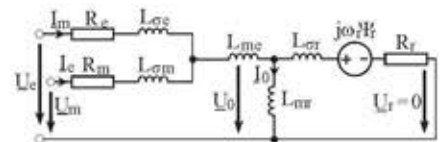


Fig. 2 Schema electrică echivalentă a DSWA

Cazul ideal de simplificare a modelului matematic se obține la o plasare a celor două înfășurări statorice cu un defazaj de 90 grade electrice între ele. Controlul sistemului se simplifică în această situație.

**Datele de proiectare. Descrierea metodologiei de proiectare.**

Pentru ușurința realizării practice a modelului experimental s-au ales tolele statorică și rotorică dintre cele care sunt în fabricație curentă în fabricile de profil (tabelul 1).

Tabelul 1

Frecvența (f)	15 Hz	Diametrul exterior statoric (D <sub>se</sub> )	268.2 mm
Numărul de poli - 2p	8	Diametrul interior statoric (D <sub>si</sub> )	180 mm
Întrețierul (hag)	0.4 mm	Adâncimea crestăturii statorice (hss)	30.5 mm
Lungimea ideală (li)	230 mm	Adâncimea crestăturii rotorice (hrs)	31.5 mm
Numărul de crestături stator (Nss)	72	Diametrul interior al tolei rotorice	80 mm
Nr. de crestături rotor (Nsr)	58	Tensiunea nominală DC (UDC)	310 V
Puterea nominală (Pn)	3 KW	Tensiunea nominală AC (Un)	220 V
Turația	250 rpm	Conexiunea fazelor statorice	Y
Nr. de straturi ale înfășurării de excitație	1	Numărul de straturi ale înfășurării principale	2



## Calculul preliminar de optimizare

Pentru optimizare s-a utilizat metoda Hooke Jeeves acordându-se o atenție deosebită dimensiunilor geometrice, pierderilor, evoluției funcțiilor obiectiv și a masei, fiind surprinsă evoluția acestora de la valorile inițiale până la soluția optimă finală.

În fig. 3 se prezintă dimensiunile și forma creștăturii statorice, în fig. 4, 5, 6 și 7 se dă evoluția pierderilor în înfășurări, în fier și a celor mecanice, a randamentului și factorului de putere, a inducției magnetice și a inductanței de magnetizare respectiv. S-au considerat următoarele prețuri pentru materiale: cuprul 10 USD/kg, aluminiul 2.1 USD/kg și fierul 1.4 USD/kg. Durata medie de funcționare pe an s-a considerat 3000 de ore iar durata medie de viață a mașinii s-a considerat 10 ani.

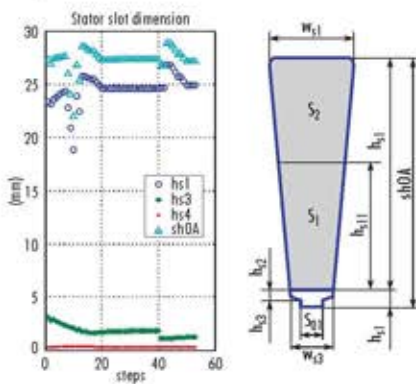


Fig. 3 Forma creștăturii statorice și dimensiunile acesteia

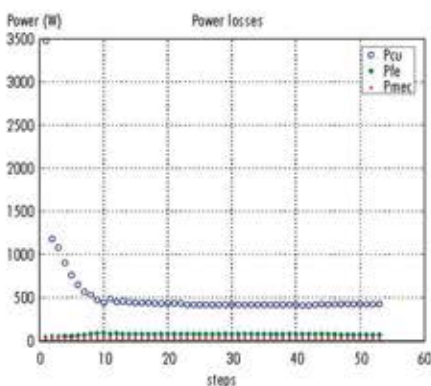


Fig. 4 Pierderile în mașină

Tabelul 2

Număr de poli	$2p$	8	12	16	18	20	24
Frecvența de bază	$f_b$ [Hz]	15	24	32,5	36,5	40,5	49
Costul de fabricație	$i$ cost [USD]	512,8	425,1	399,1	398,8	384,7	403,3
Funcția obiectiv	$t$ cost [USD]	1478,8	1385,3	1355,8	1367,7	1399,7	1431,2
Randamentul	etan	84,83	84,9	84,95	84,79	84,18	84,01
Factorul de putere	$\cos\phi_{in}$	0,81	0,75	0,73	0,72	0,70	0,69
Greutatea materiale active	weightM [kg]	88,8	68	58,4	55,4	51,8	48,8
Temp de calcul optimizare	sim time [s]	10	23,8	12,8	8,9	6,8	10,2
Velocitate intrefier	hag [mm]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Curentul nominal	$I_n$ [A]	5,61	6,05	6,19	6,31	6,54	6,56
Diametrul exterior statoric	$D_{e1}$ [mm]	386	409	484	519	533	594
Diametrul interior statoric	$D_{i1}$ [mm]	286,3	319,6	393,9	433,4	450,1	519,7
Lungime pachet tole	$l_c$ [mm]	139,3	107,1	72,0	65,1	60,2	55,3
Inducția în intrefier	$B_{gap}$ [T]	0,85	0,85	0,83	0,81	0,81	0,73
Pătura de curent	elap [kA/m]	16,22	15,31	15,94	15,00	14,45	13,07

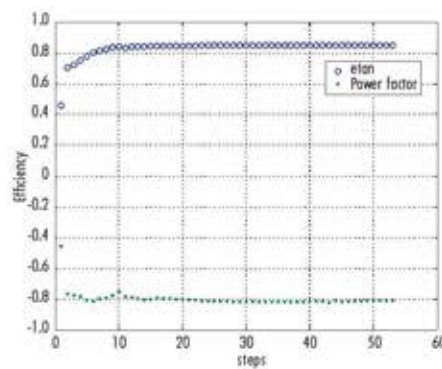


Fig. 5 Randamentul și factorul de putere

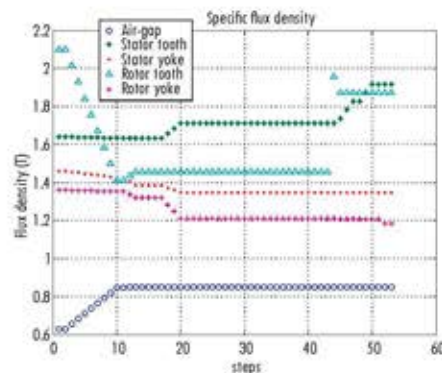


Fig. 6 Inducția magnetică în diverse porțiuni

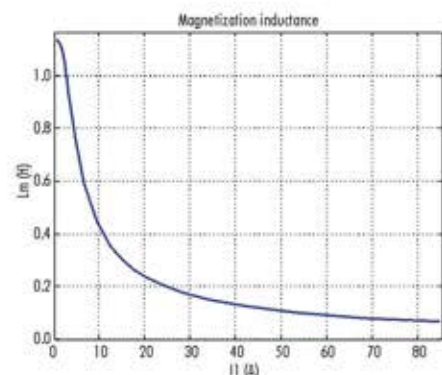


Fig. 7 Inductanța de magnetizare

Cu ajutorul programului de optimizare s-a urmărit variația costului inițial și a costului total (pentru 10 ani de funcționare) al mașinii pentru număr de poli diferit: 8, 12, 16, 18, 20 și 24. Aceste costuri împreună cu alte caracteristici sunt prezentate în tabelul 2. Analizând rezultatele obținute se constată că cea mai ieftină mașină este cea cu 20 de poli, cea care are costul total cel mai redus este cea cu 16

poli (care are și randamentul cel mai mare), cea mai ușoară este mașina cu 24 de poli, factorul de putere cel mai bun îl are mașina cu 8 poli, etc. În funcție de datele prezentate trebuie să se hotărască varianta care se va utiliza pentru modelul experimental.

## Concluzii

Studiul DSWA cu metoda elementului finit 2D-FEM și calculul de optimizare demonstrează că această mașină poate fi utilizată cu succes în aplicații de producere a energiei la turații variabile reduse, putând înlocui cu succes mașinile sincrone cu magneți permanenți. Prezența înfășurării de excitație permite utilizarea unui convertor în înfășurarea principală având o putere mult redusă față de un generator asincron clasic la aceeași putere. Se impune studierea în continuare a influenței poziționării diferite în creștături a celor două înfășurări statorice și de asemenea influența alegerii unui număr de perechi de poli diferit pentru acestea. Se poate aborda de asemenea soluția cuplării directe la rețea a înfășurării principale în regim de viteză subsincron sau suprasincron, înfășurarea de excitație fiind conectată la bateria de condensatoare printr-un inverter de putere redusă.

## Bibliografie

- Dong Wang, Weiming Ma, Fei Xiao, Botao Zhang, Dezhi Liu, and An Hu, "A novel stand-alone dual stator-winding induction generator with static excitation regulation", IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 20, No. 4, December 2005, pp. 826-835.
- Alfredo R. Munoz and Thomas Lipo, "Dual stator winding induction machine drive", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 36, No. 5, September/October 2000, pp. 1369-1379.
- Indraman Tamrakar, and O.P. Malik, "Power factor corection of induction motors using PWM inverter fed auxiliary stator winding", IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 14, No. 3, September 1999, pp. 426-432.
- Tadashi Fukami, Masatoshi Momiyama, Kazuo Shima, Ryoichi Hanaoka, and Shinzo Takata, "Steady-State Analysis of a Dual-Winding Reluctance Generator With a Multiple-Barrier Rotor", IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 23, No. 2, June 2008, pp. 492-498.
- Olorunfemi Ojo, and Innocent Ewean Davidson, "PWM-VSI Inverter-Assisted Stand-Alone Dual Stator Winding Induction Generator", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 36, No. 6, November/December 2000, pp. 1604-1610.
- Yong Li, Yuwen Hu, Wenxin Huang, Lingshun Liu, and Yong Zhang, "The Capacity Optimization for the Static Excitation Controller of the Dual-Stator-Winding Induction Generator Operating in a Wide Speed Range", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 56, No. 2, February 2009, pp. 530-541.



# Soluție cu eficiență energetică îmbunătățită pentru autovehiculele convenționale, printr-o arhitectură și componente noi, cu un raport cost/beneficiu atractiv

Dr. Sever SCRIDON - BEESPEED Automatizări S.R.L.



Copyright © 2013 EE-VERT (Energy Efficient Vehicles for Road Transport) proiect finanțat de Uniunea Europeană prin Programul Cadru de Cercetare - FP7, număr grant: 218598

De curând, firma noastră a încheiat cu succes participarea la un proiect de cercetare în cadrul programului cadru de cercetare FP7; al cărui scop a fost găsirea de soluții accesibile pentru îmbunătățirea eficienței energetice și reducerea cantității de CO<sub>2</sub> emise de autovehicule. În continuare, vă prezentăm sintetic principalele rezultate obținute prin proiect, cu scopul declarat al diseminării informației către producătorii de componente și autovehicule din România (și nu numai) și posibilității de identificare de noi nișe de exploatare a rezultatelor proiectului.

Studii aprofundate, efectuate în ultimii ani de Agenția Europeană de Mediu, arată că transportul rutier constituie al doilea mare producător de "gaze cu efect de seră" din cadrul Uniunii Europene. Drept urmare, industria auto trebuie să facă demersuri având ca obiectiv clar reducerea emisiei de CO<sub>2</sub> atât la noile autovehicule dar chiar și la cele existente.

Soluții existente pe piață: Autovehiculele hibride (HEV) sunt benefice pentru reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub> dar au o penetrare pe piață relativ mică. Vehiculele complet electrice (EV) sunt și mai departe ca accesibilitate pentru a se constitui ca un pol pe piață. Astfel autovehiculele convenționale vor juca un rol important pentru următoarele decade de ani deși o cantitate considerabilă de energie este încă risipită. Astfel, din punct de vedere energetic există o distanță mare pe piață între vehiculele convenționale și cele ale HEV/EV, gol pe care proiectul EE-VERT a reușit să îl acopere.

Soluția proiectului EE-VERT: Ținta asumată de proiectul EE-VERT a fost de reducere cu 10-12% a consumului de combustibil și a emisiilor de CO<sub>2</sub> - la un raport cost/beneficiu atractiv (sub 1400,00 EUR) conform cu figura 1. Conceptul se bazează pe electrificarea sistemelor auxiliare, utilizarea acestora în funcție de nevoi și alimentarea din surse de energie neutre-CO<sub>2</sub>, recuperarea de energie pe perioade mai extinse, reutilizarea energiei din căldura disipată sau chiar utilizarea celulelor fotovoltaice.



Pentru atingerea obiectivului de eficientizare și integrarea noilor componente, s-a ales utilizarea unei rețele duale, alături de rețeaua standard de 14 Vc.c. fiind integrată una nouă, la un nivel de tensiune mai ridicat (sub 60 Vc.c.), așa cum se prezintă în figura 2.

For passenger cars	Degree of electrification			
	Conventional vehicle*	EE-VERT	HEV / PHEV	EV
Architectures	Reference			
Characteristics				
Power net voltage level	14 V	14 / 40 V	14 / 144 - 288 V	14 / 260 - 380 V
Electric machine power	2.5 kW	3.1 / 8 kW (see power motor)	15 - 70 kW	20 - 80 kW
Storage system	Lead-acid	Li-ion	NiMh	NiMh / Li-ion
Recuperation power	low	medium	high	high
Electric driving	no	no	yes	yes
Degree of el. auxiliaries	low	medium - high	high	full
Additional system costs	0 € (reference)	1,400 € (target)	3,500 - 8,000 €	>10,000 €
Fuel economy NEDC	0.0 %	10 - 12 %	20 - 30 %	30 - 50 %
Fuel economy real-life	0.0 %	7 - 10 %	10 - 25 %	25 - 40 %

Fig. 1. Prezentarea grafică a pieței de autovehicule, cu integrarea soluției EE-VERT conform [1]

Principalele componente ale conceptului EE-VERT sunt: un generator optimizat, bazat pe cel existent, care să dezvolte o putere de până la 11kW pe un domeniu de viteze ridicat; o baterie Li-Ion; un convertor c.c./c.c. cu intrări multiple. Dezvoltarea unei strategii de management energetic este componenta software cea mai importantă a proiectului.

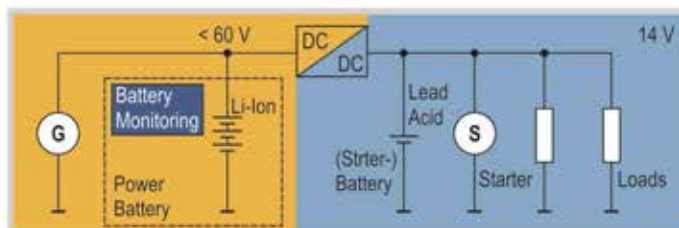


Fig. 2. Arhitectura cu tensiune duală

Rezultatele proiectului au fost verificate prin instalarea componentelor pe un autovehicul convențional și au confirmat:

- obținerea de energie recuperată în mod extins și la o cantitate mult ridicată;
- îmbunătățirea capacității de generare;
- beneficiile electrificării componente auxiliare și optimizarea funcționării acestora;
- efectele pozitive ale strategiei de management energetic inteligent.

Mai mult, conceptul dezvoltat asigură beneficii suplimentare funcționale și de confort, ce duc la creșterea gradului de acceptanță a schimbării propuse și a costurilor pe care aceasta le implică.

[1] Improved Energy Efficiency For Conventional Vehicles Through An Enhanced Dual Voltage Architecture And New Components, With An Attractive Cost-Benefit Ratio, autori: Bob Simpkin (MIRA), Rosella Marco, Dr. Ing. Carlo D'Ambrosio (CRF), Dr. Ing. Marcus Abele, Ing. Georg Heuer (Bosch), Dr. Ing. Antoni Ferré (LEAR), Prof. Dr. Ing. Ion Boldea (UPT), Dr. Ing. Sever Scridon (Beespeed Automatizări) - articol prezentat la conferința: EE-VER 2011, Monaco.



# Funcții avansate în Reglarea cu acțiune proporțională - integrală - diferențială (PID)

## Prezentare generală

Reglarea cu acțiune proporțională - integrală - diferențială (PID) deține peste 90% din aplicațiile actuale de control și automatizare, în primul rând pentru că este o soluție eficientă și ușor de implementat. Fiind inițial conceput pentru sistemele liniare, invariante în timp, algoritmul PID a evoluat, permițând inginerilor să controleze chiar și sisteme cu o dinamică complexă. În realitate, toate sistemele dispun de componente neliniare, care prezintă reale provocări în utilizarea controlului clasic bazat pe feedback, de tip PID.

Vă rugăm să rețineți: *Figurile prezentate sunt reprezentări simplificale de scheme bloc, utilizate exclusiv în scop conceptual.*

## Controlul clasic

Controlul bazat pe feedback a fost utilizat încă din antichitate, în controlul sistemelor mecanice. Inițial, aceste sisteme foloseau mijloace mecanice, de exemplu, o supapă cu plutitor pentru controlul valorilor de temperatură, viteză și de nivel al fluidelor. Sistemele moderne, computerizate de control, utilizează feedback-ul efectuând o măsurare a senzorilor, comparând-o cu valoarea de referință dorită și reglând o ieșire de control pe baza acestei diferențe. De exemplu, controlul temperaturii poate fi realizat prin măsurarea temperaturii curente, compararea acesteia cu valoarea de temperatură dorită, iar mai apoi, utilizarea unui radiator sau ventilator pentru a aduce temperatura cât mai aproape de valoarea de referință dorită. Provocarea apare apoi, din nevoia de a determina în ce măsură trebuie reglate ieșirile de control pentru a obține cel mai bun răspuns. Radiatorul ar trebui să fie pornit pe toată durata procesului, sau doar parțial? Regulatorul PID de bază compară o singură intrare cu o valoare de referință, și calculează o valoare de ieșire unică pentru a controla sistemul, iar algoritmul presupune că răspunsul va fi liniar, și nu se modifică în timp. Există totuși, anumite tehnici de aplicare al aceluiași algoritmi PID la sisteme care nu îndeplinesc neapărat aceste criterii.

## Planificarea amplificării - „Gain Scheduling”

O modalitate prin care inginerii au utilizat tehnologia PID în cadrul sistemelor neliniare, este prin intermediul tehnicii de „gain scheduling”. Cel mai frecvent motiv pentru care oamenii întâmpină probleme de randament cu controlul PID, este faptul că sunt aleși parametri greșiți de amplificare (gain) pentru P, I și D. În cazul sistemelor neliniare, parametri optimi s-ar putea schimba, în funcție de „starea” în care se află sistemul. De exemplu, multe sisteme prezintă caracteristici diferite în timpul etapelor de încălzire, decât după ce au funcționat pentru mai mult timp. Un alt exemplu constă în utilizarea de parametri de amplificare diferiți odată ce o anumită valoare de referință a fost atinsă, deoarece sistemul reacționează diferit când se află într-o stare de regim staționar. Planificarea „Gain Scheduling” este procesul de modificare al parametrilor de amplificare pentru P, I și D în funcție de starea sistemului. Aceste stări pot fi definite printr-o anumită durată de timp, sau chiar cu ajutorul intrărilor sistemului. Această metodă funcționează cel mai bine pentru sistemele care prezintă schimbări predictibile în dinamică, astfel încât parametri de gain predefiniți, pot fi calculați și implementați. Tehnica „Gain Scheduling” oferă posibilitatea de a controla un proces cu neliniarități, împărțindu-l în secțiuni care se apropie de caracteristicile liniare. Fiecare secțiune poate fi astfel reglată la un set diferit de parametri care controlează sistemul într-o manieră optimă. Cu ajutorul setului de instrumente PID din LabVIEW, această tehnică este extrem de ușor de implementat.

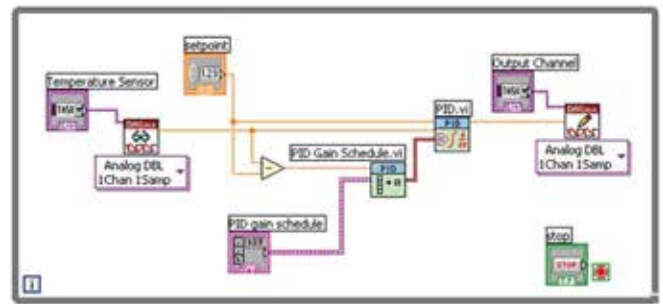


Fig. 1: Control PID cu ajutorul „Gain Scheduling” în LabVIEW

Fig. 1 prezintă modul de utilizare al PID Gain Schedule.vi pentru a seta parametri de amplificare ai algoritmilor de control PID pentru PID.vi, pe baza diferenței curente dintre valoarea de referință și valoarea măsurată. În acest exemplu, se măsoară un senzor de temperatură, iar apoi, se compară cu o valoare de referință definită de utilizator. Diferența dintre cele două valori, de asemenea cunoscută ca și factor de eroare, este calculată și apoi, trimisă la planificatorul amplificării. Acesta din urmă fiind în fapt, o serie de parametri de amplificare ai regulatorului PID, ce sunt indexați pe baza unei intrări. Pe măsură ce temperatura se apropie de valoarea de referință, se poate folosi un set diferit de parametri de gain pentru a obține un răspuns de control mai bun. Există mai multe posibilități de implementare a tehnicii de „Gain Scheduling”, iar acest mod îndeosebi, este ideal pentru reducerea erorilor în regim staționar, prin creșterea amplificării parametrului integral, sau a factorului I, odată ce intrarea dvs. s-a stabilizat aproape de valoarea de referință.

## Evitarea apariției fenomenului de „wind-up” integral

Parametrul integral al unui regulator PID însumează continuu factorul de eroare al sistemului dumneavoastră, ceea ce este extrem de eficient pentru reducerea erorii în regim staționar. Un efect secundar nedorit al integrării constante al acestei erori, este posibilitatea apariției fenomenului de „wind-up”. Acesta se întâmplă atunci când din cauza erorii acumulate, semnalul măsurat depășește valoarea de referință dorită, pe baza factorului I al regulatorului. Acest lucru generează, de asemenea, întârzieri prelungite și alte efecte destabilizatoare. În funcție de aplicație, depășirea poate costa scump și poate fi chiar periculoasă, din cauza pierderilor de material sau a deteriorării hardware-ului. Cu toate acestea, atunci când se încearcă să se atingă o anumită valoare de referință, factorul integral face ca depășirea valorilor să fie aproape inevitabilă. Una dintre tehnicile care permite reducerea efectelor acestui fenomen de „wind-up” integral constă în resetarea erorii acumulate odată ce sistemul a început să se stabilizeze aproape de valoarea de referință. Prin resetarea funcției PID, puteți încă să profitați de avantajele reducerii erorii în starea de regim staționar cu ajutorul factorului Integral, însă, fără a cauza o depășire prea mare. Iată un exemplu al modului în care această tehnică ar putea fi implementată în LabVIEW.

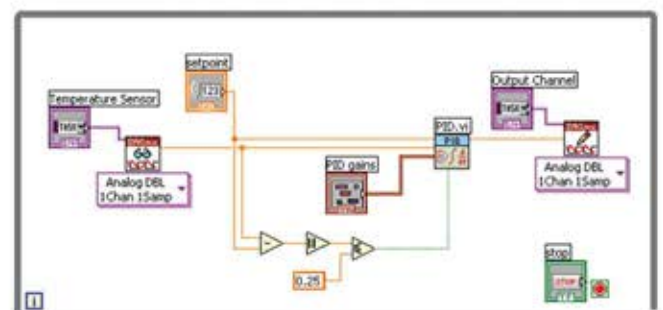


Fig. 2: Evitarea apariției fenomenului de „wind-up” integral prin resetarea PID.vi



În mod similar exemplului anterior, Fig. 2 prezintă modul în care un senzor de temperatură este măsurat, iar apoi, comparat cu o valoare de referință definită de utilizator. Factorul de eroare este calculat, și din momentul în care se încadrează într-o anumită valoare, (în acest caz, 0,25), funcția PID este resetată, iar mai apoi, numai eroarea de stare în regim staționar va fi integrată din acel punct.

## Sisteme non-SISO

În timp ce algoritmul PID este conceput pentru sistemele cu o singură intrare și o singură ieșire (SISO), există multe posibilități de a folosi acest regulator în sistemele multivariabile (MIMO) datorită personalizării software.

- Structuri de caz pentru diferite ieșiri - pozitive și negative
- Bucle paralele PID
- Algoritmi PID multipli

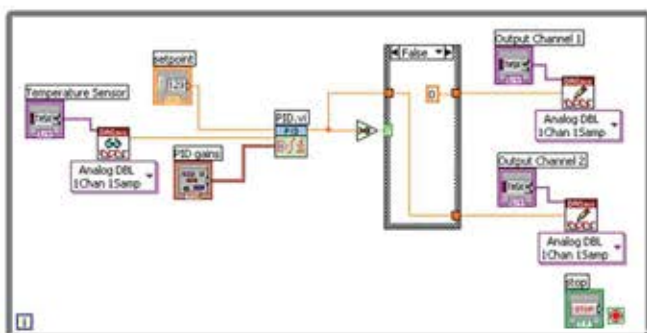


Fig. 3: Exemplu de sistem cu o singură intrare și ieșiri multiple (SIMO)

În Fig. 3 se poate observa o singură intrare de la senzorul de temperatură, însă mai apoi, două ieșiri de controler, sau dispozitive de acționare, sunt utilizate pentru a schimba temperatura. Algoritmul PID poate genera atât valori pozitive, cât și negative, astfel că acest exemplu prezintă o structură de caz pentru a decide când va fi utilizat fiecare dispozitiv de acționare. Canalul de ieșire 1 se presupune că este conectat la un radiator, iar canalul de ieșire 2 se conectează la un ventilator pentru răcirea sistemului. Dacă valoarea de ieșire PID este pozitivă, atunci ne dorim să creștem temperatura trecând valoarea de ieșire în dreptul radiatorului, oprind ventilatorul, și trecând un zero în dreptul canalului 2. Cu toate acestea, dacă valoarea de ieșire PID este negativă, structura de caz falsă trece valoarea de ieșire în dreptul ventilatorului și un zero în dreptul canalului 1. Acesta este un mod des întâlnit de implementare PID în sisteme cu ieșiri multiple.

## PID în cascadă

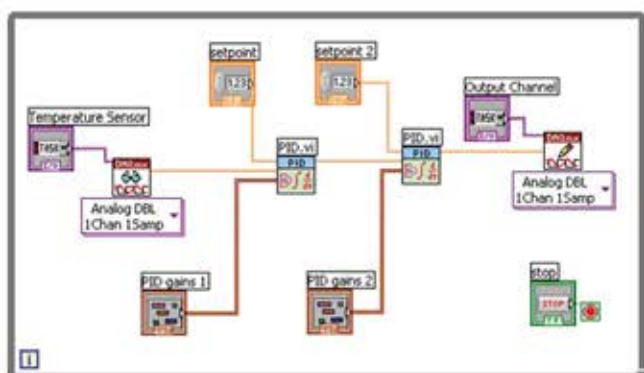


Fig. 4: Exemplu de PID în cascadă

În acest exemplu, transmitem ieșirea de la prima funcție PID la intrarea celei de-a doua funcții PID, încetinind astfel timpul de răspuns și facilitând ieșirea la dispozitivul de acționare. Un mod mai obișnuit de implementare PID în cascadă este prin utilizarea a două intrări de la sistem, oferind de exemplu,

informații despre poziție și viteză. Acest sistem MISO cu intrări multiple și o singură ieșire este extrem de frecvent în aplicațiile de control al mișcării sau poziției.

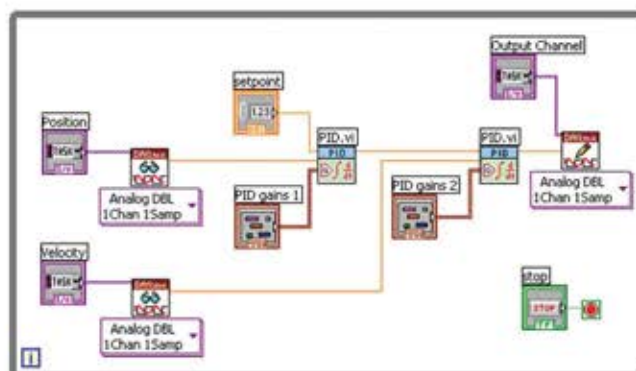


Fig. 5: Exemplu de PID în cascadă pentru aplicații de control al poziției și al vitezei

Un codificator de poziție este comparat cu valoarea de referință dorită, iar apoi, ieșirea calculată devine punctul de referință pentru controlul vitezei. Acest lucru este benefic atunci când sistemul prezintă întârzieri inerente, proporționale cu viteza. Frecarea, de exemplu, va face ca sistemul să rămână în urmă, în funcție de ritmul în care se schimbă poziția.

## PID cu reglare cu acțiune directă (Feed-Forward)

Decuplarea în caz de perturbații este o variație pe sistemul de control PID, care ajută sistemele cu răspuns lent la perturbații. Dacă perturbația poate fi măsurată, atunci ieșirea compensatorului poate fi reglată imediat pentru a răspunde. De pildă, dacă un ventilator introduce aer rece într-o cameră termică, ieșirea radiatorului poate fi crescută imediat, mai degrabă decât să aștepte prima dată, ca temperatura din imediata apropiere a senzorului să scadă.

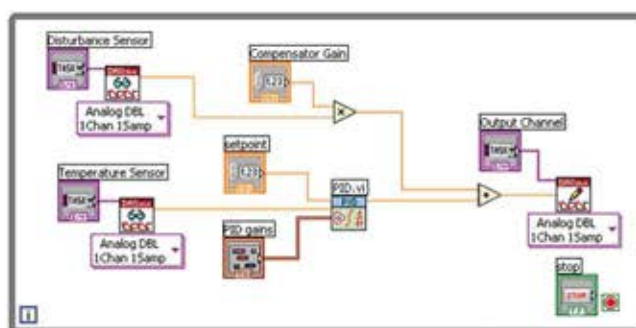


Fig. 6: PID cu reglare cu acțiune directă

În figura de mai sus, un senzor de perturbații este măsurat, multiplicat de anumite valori de amplificare definite de utilizator, iar apoi, adăugat la valoarea de ieșire PID. Dacă perturbațiile cresc, canalul de ieșire al compensatorului va crește imediat pentru a menține controlul sistemului. Această abordare nu este întotdeauna necesară, deoarece creșterea parametrului de gain proporțional pe un compensator PID tradițional va îmbunătăți în același timp, respingerea perturbațiilor și nu necesită ca acestea să fie măsurate.

SC National Instruments Romania SRL

B-dul Corneliu Coposu, nr. 167A,

et.l., Cluj Napoca, CP 400228

Tel.: 0800 894 308

E-mail: ni.romania@ni.com

http://romania.ni.com



# Hasel



ECHIPAMENTE ELECTRICE DE AUTOMATIZARE  
ȘI CONTROL ÎN MEDII CU PERICOL DE EXPLOZIE



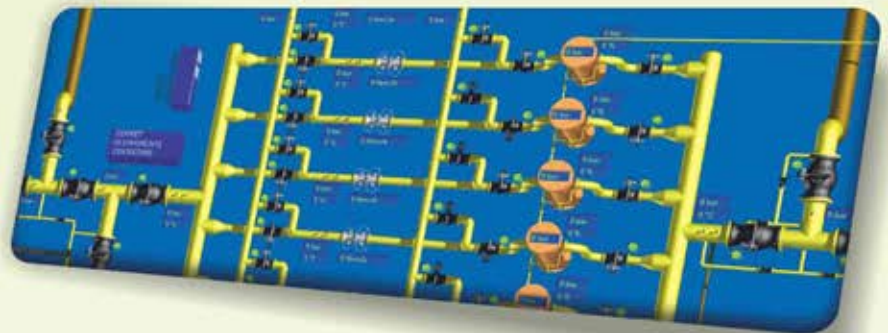
URS is a member of Registrar of Standards (Holdings) Ltd.



URS is a member of Registrar of Standards (Holdings) Ltd.



URS is a member of Registrar of Standards (Holdings) Ltd.



## S.C. HASEL INDUSTRIAL S.R.L

S.C. Hasel Industrial S.R.L. activează în domeniul automatizărilor pentru medii cu pericol de explozie, din anul 1997, realizând lucrări de integrare sisteme, proiectare, asistență tehnică, montaj, reparații și mentenanță, pentru instalații și echipamente electrice destinate industriei de petrol și gaze naturale. În perioada 1999-2012 a dezvoltat, mai multe produse destinate exclusiv conducerii automate a proceselor din industria de gaze naturale cum ar fi

- Sistem centralizat de automatizare și achiziție de date pentru stații de comprimare gaze naturale
- Sistem centralizat de monitorizare și control al unui nod tehnologic de transport gaze naturale
- Sistem de aprindere static pentru gazomotocompressoare
- Instalație programabilă de secvență de urgență și control robinete pentru un nod tehnologic de gaze naturale

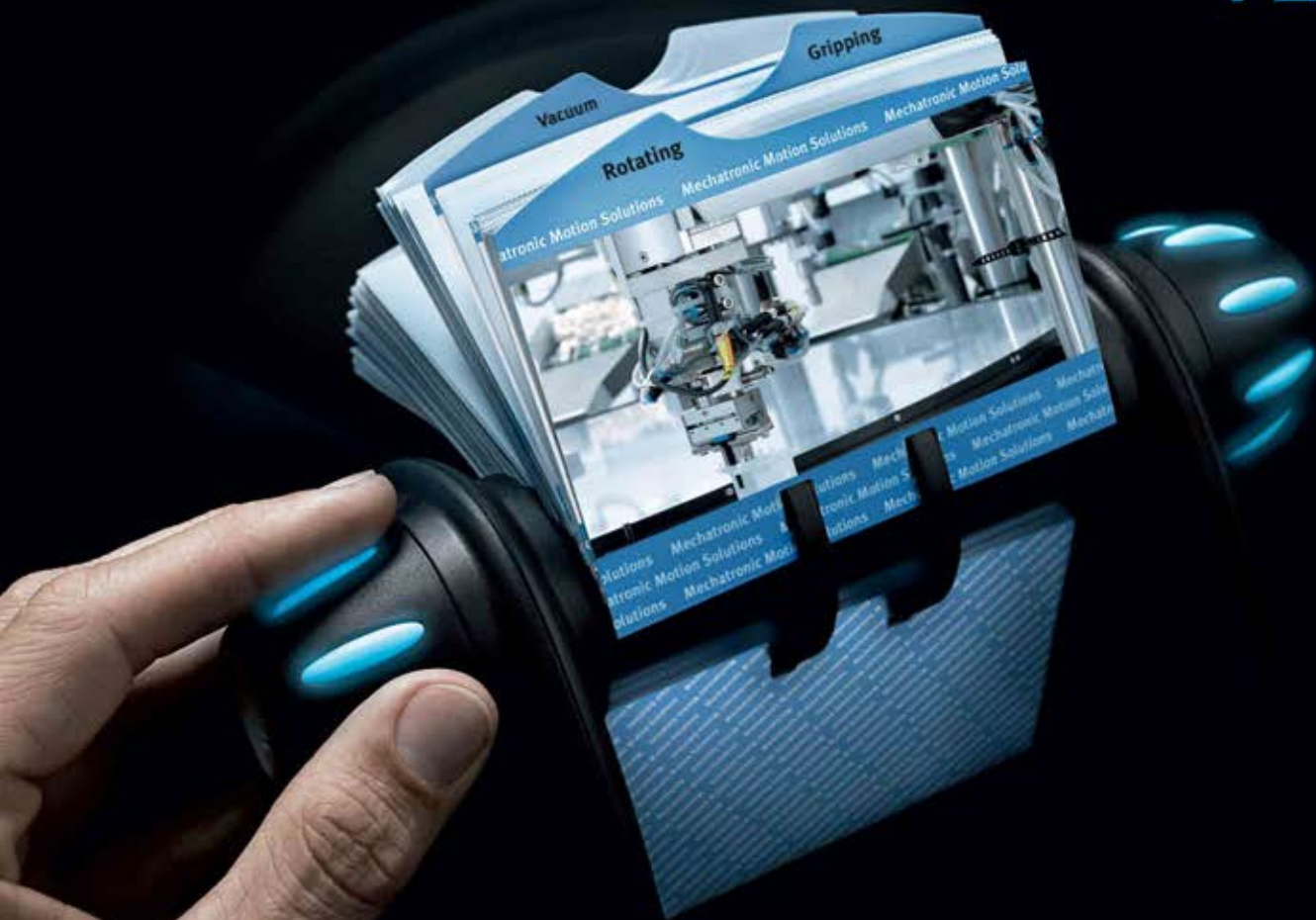
Produsele conțin atât echipamente HARD cât și o parte de SOFTWARE, integrate în sisteme de control și achiziție de date flexibile, care asigură posibilitatea conducerii automate a tuturor proceselor desfășurate la nivelul unui nod tehnologic de transport gaze naturale, sau a unei stații de comprimare gaze.



Sediu social:  
540202 Tirgu Mureș,  
Str. Salcânilor, nr. 23A, sc. E, ap 3,  
Tel: (+40) 265-264225, Fax: (+40) 265-220882  
Mob: (+40) 744-503792, E-mail: office@hasel.ro  
www.hasel.ro



**FESTO**



## **Gripper standard miniaturale**

Standard și adaptabile. Rigide și fără pierderi.

Compacte și puternice. Nou: gripper standard

miniaturale DHxS: puternice, precise și rezistente.

SC FESTO SRL  
Str. Sf. Constantin nr.17  
Sector 1, București  
Tel: 021.3000.720  
Fax: 021.310.24.09  
Email: festo@festo.ro  
Website: www.festo.ro