

*Optimizarea conducerii proceselor tehnologice  
prin utilizarea de subsisteme inteligente*

-Rezumat-

Teza de față vine în sprijinul proiectanților sistemelor de conducere a proceselor tehnologice industriale prin abordarea a trei direcții de cercetare: **clasificarea sistemelor de comunicație industriale pe baza celor mai noi standarde cu determinarea parametrilor care influențează semnificativ performanțele rețelelor de teren, analiza și predicția prin metode statistice a acestor performanțe și conceperea unui subsistem inteligent** a cărui utilizare asigură optimizarea conducerii unor procese tehnologice industriale.

Pornind de la anumite considerente actuale referitoare la conducerea proceselor tehnologice industriale, în Capitolul II se urmărește conturarea unei viziuni de ansamblu asupra structurilor fundamentale de vehiculare a datelor în sistemele de comunicație industriale.

În continuare se efectuează o analiză statistică prin aplicarea metodei „D-Optimal” în cadrul unei proiectări experimentale de tip DOE (Design of Experiment). Capitolul III tratează pe larg modalitatea obținerii în urma efectuării a unui număr restrâns de experimente a unui model statistic de predicție a eficienței de transmisie și a întârzierii introduse în rețeaua de comunicație. Au fost definiți doi parametri care descriu acești indicatori și s-a evaluat efectul a cinci factori de influență asupra acestora. În urma acestor analize rezultă informații utile care stau la baza obținerii unor soluții optime pentru îmbunătățirea performanțelor globale ale rețelelor de teren.

Conceptul actual al transductorului inteligent (smart transducer) a condus la perceperea acestuia ca mai mult decât elementul simplu, care transformă o formă de energie în alta, conferindu-i proprietatea de a asigura comunicarea bidirecțională cu o unitate de control ierarhic superioară.

Standardul IEEE 1451 introduce elemente cum ar fi: transductorul inteligent, împreună cu noțiuni ca TIM (Transducer Interface Module), TII (Transducer Independent Interface), TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) și NCAP (Network Capable Application Processor), ele constituind o abordare inovatoare a întregii problematice referitoare la conducerea proceselor tehnologice.

Migrarea către noul standard este preocuparea curentă în domeniu, iar în Capitolul IV **s-a expus o modalitate originală**, prin conceperea unui „subsistem inteligent” care oferă o cale de tranziție către noul standard cu costuri minime datorită posibilității utilizării în paralel atât a vechilor dispozitive cât și a celor noi.

Sistemul clasic HART de comunicare cu dispozitivele de control al proceselor tehnologice, larg răspândit la ora actuală în diverse arii de activitate suportă îmbunătățiri structurale și funcționale care au format obiectul cercetării în ultimele două capitole de dezvoltare ale tezei.

Modalitatea propusă urmărește compatibilizarea dispozitivelor de teren HART existente cu cerințele noului standard IEEE 1451, fără o modificare constructivă a acestora. Astfel **s-a conceput o „punte de legătură”**, materializată prin intermediul unui subsistem inteligent, bazat pe principiile introduse de către standardul IEEE 1451. Nucleul subsistemului îl constituie un bloc NCAP în combinație cu un modul TIM înglobat în structura generală, împreună cu circuitele necesare comunicării cu dispozitivele de teren HART. În plus, prin intermediul NCAP, noul sistem va avea capacitatea de a comunica pe rețeaua Ethernet cu alte dispozitive de control compatibile IEEE 1451.

Capitolul V **expune modul de implementare efectivă și testarea funcțională a structurilor bloc ale SSIHE**, cu ajutorul unui circuit FPGA de tip Virtex 4, produs de către Xilinx, inclus pe o placă de dezvoltare ML-401 precum și testarea funcțională a blocurilor componente.

Subsistemul inteligent a fost implementat bazându-ne pe conceptul de „Solution on a chip” – SoC (soluție pe un singur cip) care utilizează pe deplin avantajele oferite de circuitele FPGA moderne.

Procesul de proiectare al subsistemului inteligent de interfațare HART – Ethernet (SSIHE), prezentat pe parcursul Capitolului V, a impus atât conceperea într-un limbaj de nivel înalt de sinteză hardware (în cazul nostru VHDL) a blocurilor funcționale cât și elaborarea unor rutine software de comandă a acestor blocuri. Bazându-se pe o structură NCAP compatibilă cu standardul IEEE 1451, sistemul propus conține un nucleu alcătuit dintr-un procesor soft de tip Microblaze care permite rularea rutinelor de comandă scrise în limbaj C/C++. Au fost luate în considerare atât aspecte clasice cu privire la implementarea unor blocuri funcționale larg utilizate în domeniul de specialitate cât și numeroase idei novatoare în conceperea și testarea unor module cu funcții specifice aplicației propuse în lucrare.

Prin adoptarea sistemului propus se oferă posibilitatea simplificării interfațării HART - Ethernet prin eliminarea anumitor dispozitive auxiliare, cu precădere a lanțului de modemuri RS232-Ethernet-RS485-HART precum și reducerea semnificativă a costurilor de implementare. Fiecare SSIHE permite conectarea atât a unui număr variabil de dispozitive de teren HART cât și a unor transductoare non HART prin intermediul interfeței dedicate GPMI (General Purpose Multichannel Interface).

Rezultatele expuse în cadrul tezei sunt consolidate și prin anumite eforturi depuse de către autor în prealabil, vizând domeniile de cercetare menționate. În acest sens a fost elaborat un număr de **opt articole** publicate în **reviste și volumele unor conferințe naționale și internaționale**, citate în conținutul tezei și marcate prin caractere accentuate (bold).

Domeniul vast al automatizărilor industriale împreună cu diversele problematice pe care le generează, conduce în mod implicit la existența numeroaselor soluții suplimentare de optimizare a conducerii proceselor tehnologice industriale. De aici derivă și câteva preocupări viitoare ale autorului, axate pe aceleași direcții de cercetare.

O primă dezvoltare rezultă din structura primară a SSIHE, care pe viitor se poate restructura, eliminând în totalitate circuitele necesare realizării modulației FSK, păstrând în schimb formatul comenzilor HART. Se va obține astfel o interfață complet digitală, capabilă să execute și să retransmită comenzi HART, bazată pe o comunicare strict digitală. Autorul propune astfel un nou standard având denumirea novatoare „**Smart HART**”.

O direcție de cercetare suplimentară va consta și în reproiectarea circuitelor de interfațare a dispozitivelor de teren HART clasice pentru a corespunde noului standard „Smart HART”.

O ultimă abordare a problematicei expuse va consta în studiul posibilităților de introducere a unor proprietăți de reconfigurare automată a unor structuri interne ale SSIHE pentru atingerea flexibilității maxime conform cerințelor impuse de modificările operațiilor de conducere a proceselor tehnologice industriale.