SISTEME INTELIGENTE ADAPTRONICE PENTRU MONITORIZAREA ȘI CONFIGURAREA LA DISTANȚĂ A PROCESĂRILOR ȘI PROCESELOR DE CONTROL INTEGRAT

CSI EurIng dr. ing. **Gheorghe Ion GHEORGHE,** Drd. ing. **Iulian ILIE,**
Drd. ing. **Constantin ANGHEL,** Drd. ing. **Valentin GORNOAVĂ,** Drd. ing. **Adrian VOICU**

INCD – Mecatronică și Tehnica Măsurării, București

REZUMAT. Lucrarea ştiinţifică enunţă sistemele inteligente adaptronice pentru monitorizarea, mentenenţa şi configurarea la distanţă a procesărilor şi proceselor de control integrate în industria automobilului.

Cuvinte cheie: sistem adaptronic inteligent, telemonitorizare, telementenanță, telecontrol, control inteligent integrat.

ABSTRACT. The scientific paper states the intelligent adaptronic systems for monitoring, maintenance and remote configuration of control processes and proceedings embedded in automotive industry.

Keywords: adaptronic intelligent system, remote monitoring, remote maintenance, remote control, integrated intelligent control.

1. DATE PRIVIND MENTENANȚA INDUSTRIALĂ

Evoluţia întreprinderilor a condus şi la evoluţia tehnicilor de mentenanţă. La baza organizării modului de desfăşurare a activităţilor de mentenanţă stau aspecte legate de amplasarea întreprinderii, profilul de activitate, caracteristicile mijloacelor de producţie existente etc.. Abordarea sistemică presupune considerarea următoarelor forme de organizare a mentenanţei, care în. funcţie de resursele alocate si de obiectivele urmărite, sunt destinate a asigura disponibilitatea optimă a sistemelor tehnice (fig. 1 şi fig. 2):

Înainte de a evidenţia avantajele unei activităţi de mentenanţă bine efectuate, vom arăta care sunt principalele categorii de pierderi înregistrate în cazul neglijării acesteia. Denumirea consacrată este de „cele şase mari pierderi“, datorate în special :

- timpului de oprire accidentală, în care masina este oprită datorită unei defecţiuni. În acest caz, se pierde producţia masinii pe perioada identificării disfuncţionalităţii si înlăturării acesteia;
- timpului necesar pentru schimbarea, reglarea si adaptarea utilajului, în scopul realizării unui nou tip de produs;
- micro-opririlor utilajului, pentru: curăţire la sfârsitul unei „curse", remedierea unui produs care are o mică defecţiune sau evacuarea altuia necorespunzător, alimentare, lipsa momentană a operatorului etc.;

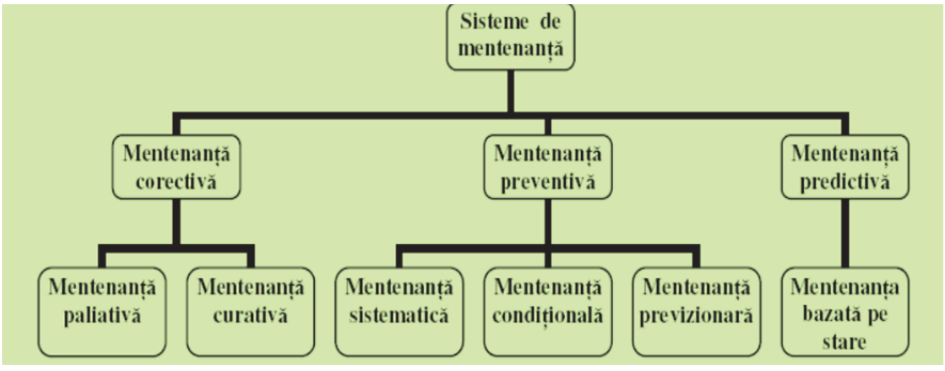


Fig. 1

➢ încetinirii funcţionării , utilajul desfăşurându-şi activitatea sub parametrii nominali, fie ca urmare a dificultăţii operaţiei realizate, fie datorită incapacităţii operatorului de producţie de a stăpâni si utiliza tehnica din dotare;

➢ defectelor de calitate, consecinţă a funcţionării necorespunzătoare a mijlocului de producţie;

➢ defectelor de demaraj, apărute în cazul introducerii în funcţionare a unui nou utilaj sau a unei linii tehnologice.

Obiectivele de bază ale sistemului de mentenanţă bazată pe stare sunt ilustrate în figurile următoare (fig. 2 şi fig. 3).

Fluxul informaţional într-o întreprindere, care foloseşte mentenanţa predictivă este redată în figura 4.

O posibilitate de reprezentare a interoperabilităţii dintre sistemele informatice este prezentată în figura. Această modalitate este larg acceptată fiind susţinută de majoritatea producătorilor si clienţilor reuniţi în mai multe asociaţii neguvernamentale, printre care Mimosa, OPC Foundation, OSA-CBM si ISA, având ca membrii firme de prestigiu : Emerson Process Management – USA, IFS AB – Suedia, Rockwell Automation – USA, Siemens AG - Germania, Honeywell – USA, s.a., dar si DoD (Department of Defense USA prin Dual - Use Science and Technology program), care încearcă să stabilească standardele pentru interoperabilitatea sistemelor întreprinderii la nivel operaţional si de mentenanţă.

Arhitectura deschisă dezvoltată de organizaţia Mimosa poate fi urmărită în fig. 5.

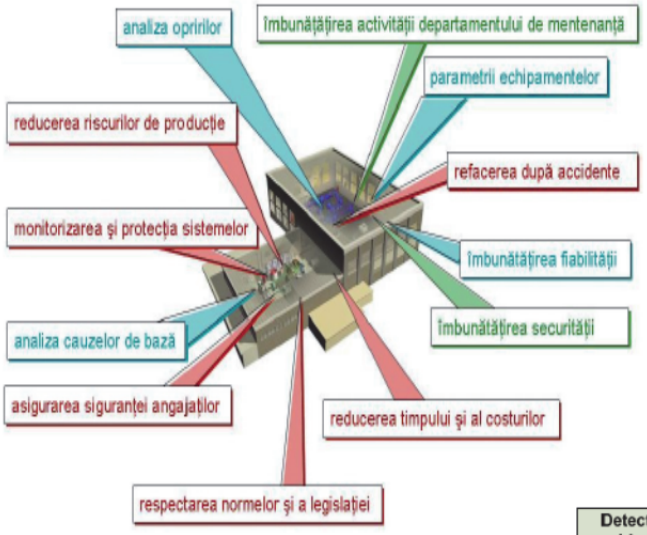


Fig. 2. Obiectivele de bază ale sistemului de mentenanţăbazată pe stare.

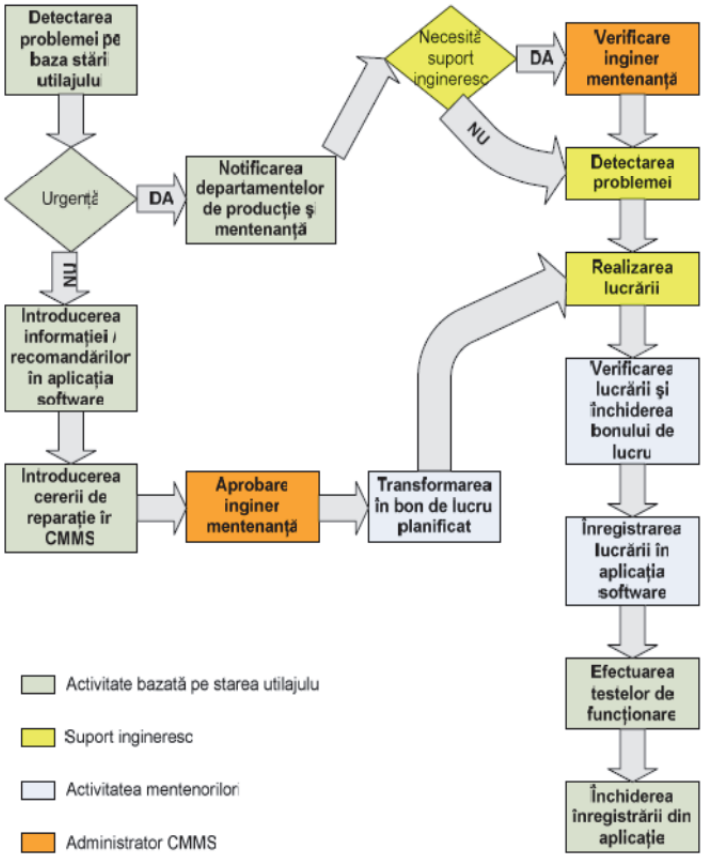


Fig. 3. Modelul de funcţionare ale sistemului de mentenanţă.

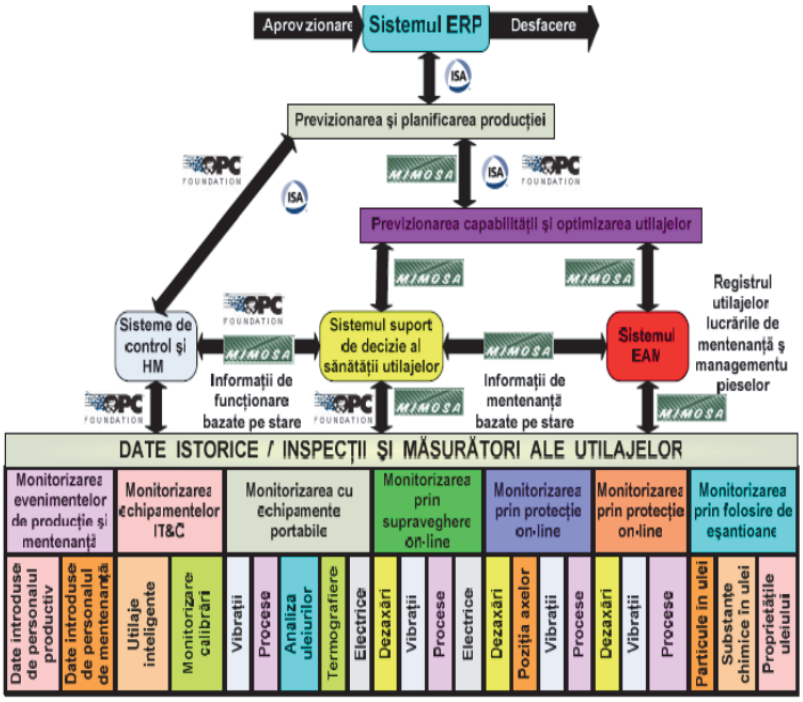


Fig. 4. Interoperabilitatea dintre sistemele informatice ale întreprinderii.

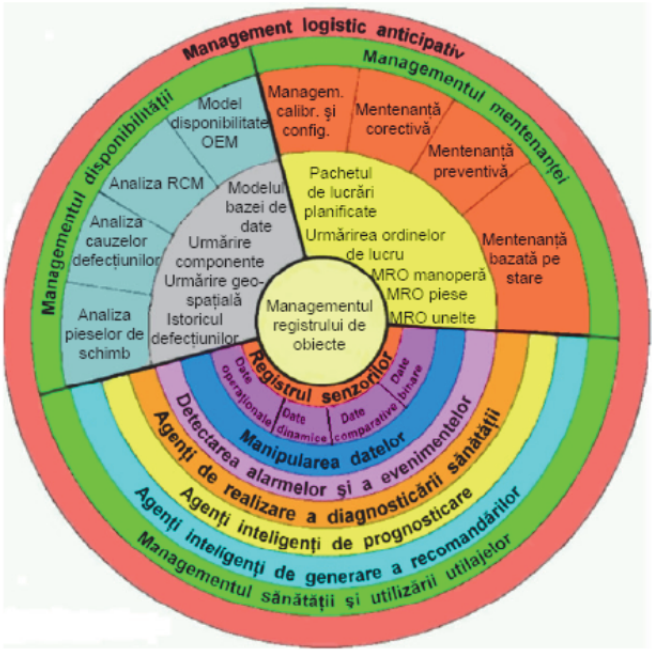


Fig. 5. Arhitectura pentru interoperabilitate dezvoltată de Mimosa.

2. DATE PRIVIND STUDIUL DE CAZ AL UNEI APLICAȚII SPECIFICE

Studiul se referă la modernizarea unui sistem mecatronic de măsurare Modul întoarcere, în vederea adăugării funcţiilor de monitorizare şi telementenanţa de la distanţă.

Sistemul complex de măsură realizează funcţia de control dimensional şi marcare al modulului de mers înapoi de la DACIA DUSTER şi este executat de INCDMTM pentru beneficiarul DACIA SA.

Proiectul îşi propune examinarea tehnologiilor existente şi implementate deja in cadrul sistemului si se urmăreşte identificarea stadiului cercetărilor în domeniu, pe plan internaţional şi în ţară, precum şi a tendinţelor care se manifestă în ceea ce priveşte proiectarea, evaluarea şi implementarea unei anexe in vederea monitorizării şi telementenantei la distanţă.

3. DATE PRIVIND ARHITECTURA ADAPTRONICĂ A ECHIPAMENTULUI INTELIGENT DE MĂSURARE ȘI CONTROL INTEGRAT

Schema bloc generală a echipamentului este prezentată în figura 6, unde se prezintă principalele module funcţionale şi legătura dintre ele pentru o caracterizare generală a modului de realizare a principalelor funcţii.

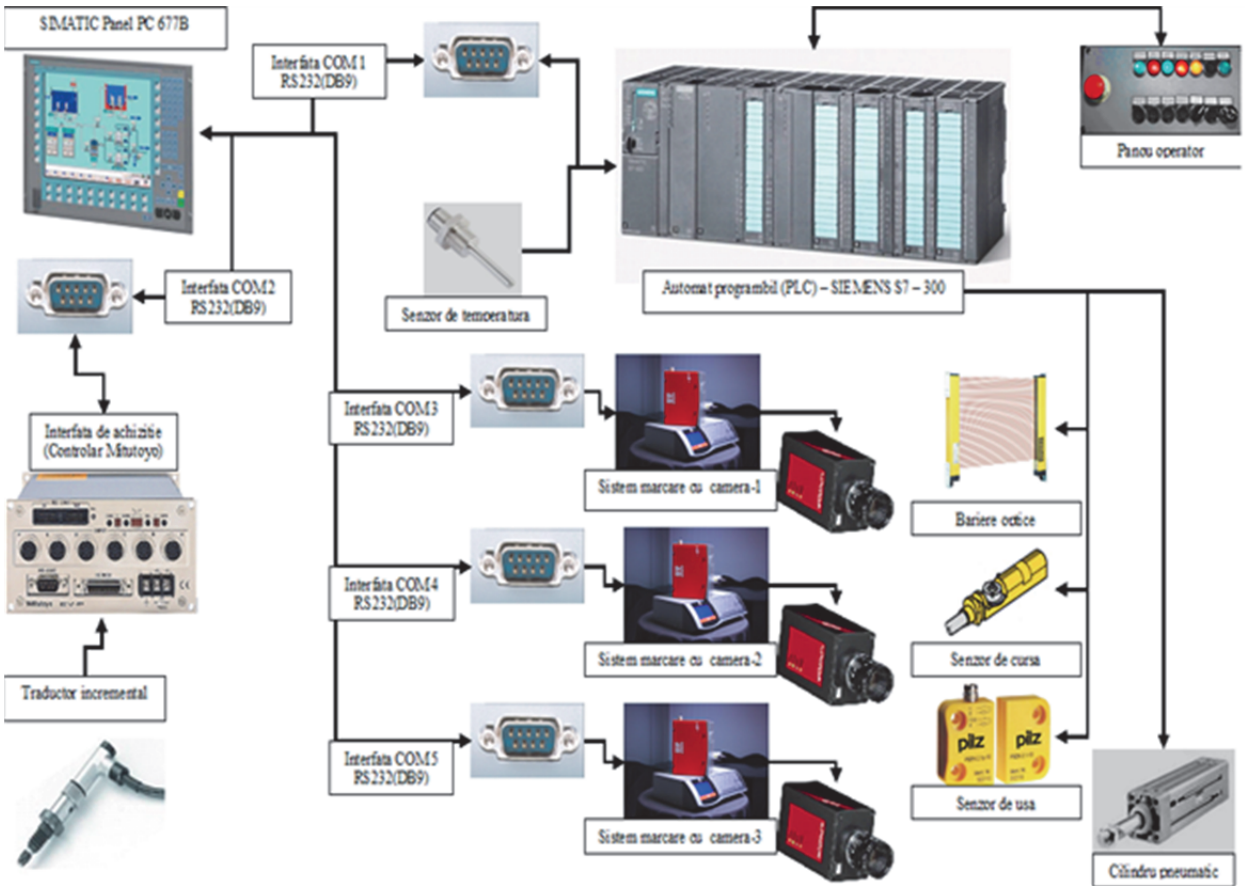


Fig. 6

4. DESCRIEREA ECHIPAMENTULUI INTELIGENT (MECATRONIC, INTEGRONIC) ADAPTRONIC COMPLEX DE MĂSURARE ȘI CONTROL INTEGRAT

Instalația (foto in fig. 7) permite măsurarea a două seturi de cote pentru modulul de întoarcere și marcarea acestuia în cazul în care valorile obținute se încadrează în limitele admise.

Fig. 7

Pentru aceasta, instalația este formată din trei posturi, cu următoarea destinație:

– la primul post se măsoară cotele: C si dce;

– la al doilea post se măsoară cotele: dcs si K;

– la al treilea post, dacă cotele sunt în valorile admise, se marchează, prin cod matriceal, seria pe fiecare din cele trei componente ale modulului (corp, capac și manșon) și în clar, doar pe capac, cotele măsurate.

Elemente componente:

– post 1 de măsurare;

– post 2 de măsurare;

– post 3 de marcare;

– cofret Automat programabil (AP);

– cofret Interfața senzori;

– PC cu aplicația de vizualizare;

– Interfețe marcatoare

– panou operator cu butoanele de comandă și lămpile de semnalizare

– coloană luminoasă ;

– bariere optice de protecție;

– traductor de temperatură piesă post 1 ;

– traductor de temperatură piesă post 2;

– traductor de temperatură ambientală.

Descriere post 1 de măsurare. În figura 8, se prezintă postul 1 de măsurare (măsurare 1).

Descriere post 2 de măsurare. În figura 9, se prezintă postul 2 de măsurare (măsurare 2).

Descriere post 3 de măsurare. În figura 10, se prezintă postul 3 de marcare.

Descriere punere în funcțiune a echipamentului. Punerea în funcțiune se face prin acționarea comutatorului general situat pe peretele lateral al dulapului electric, semnalizată prin iluminarea lămpii de control situată pe peretele opus comutatorului general (figura 11).

Pentru blocurile de interfață cu traductoarele incrementale MITOUTOYO pentru inițializarea corectă implicită se apasă butonul Mode și Load simultan un timp de cel puțin 2 sec. Pentru detalii vezi manualul de utilizare anexat (EV COUNTER).

Pentru blocurile de comandă marcatoare se verifică starea conectorilor situați pe panoul din spate al fiecărui modul (în figura 12).

Se verifică:

- racordarea la rețeaua de 220 Vc.a. (să fie legată la o priză cu împământare);
- marcatoarele sa fie alimentate (alimentatoarele acestora sa fie introduse in prizele aferente fig. 13;
- interconectările conform documentație;
- racordarea la rețeaua de aer comprimat, inspectând manometrul, situat în partea stângă jos (trebuie să indice 5 bar (fig. 13).

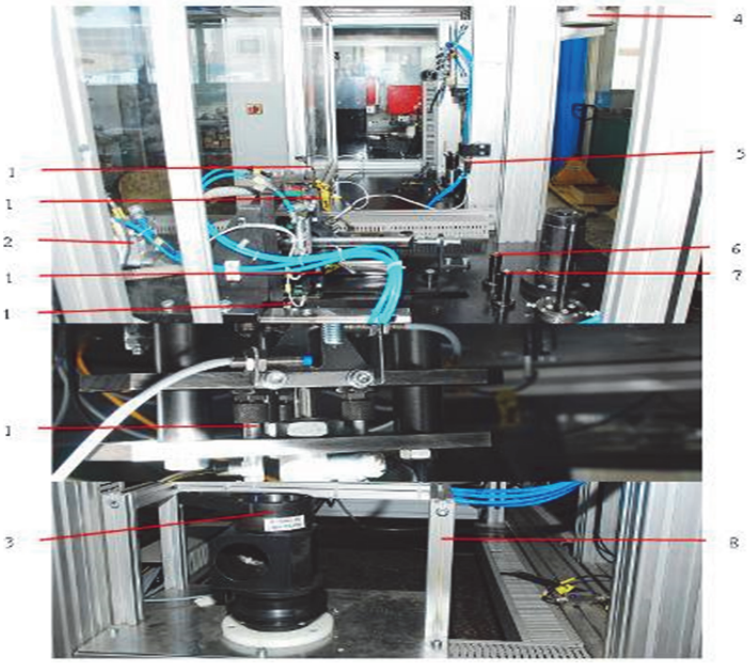


Fig. 8:
1 – traductor măsurare; *2* – cilindru deplasare sanie traductori măsurare; *3* – etalon post 1; *4* – cilindru impachetare piesă în post 1; *5* – traductor temperatura mediu ambiental; *6* – senzor prezență piesă; *7* – traductor temperatură piesă; 8-rastel etalon post 1.

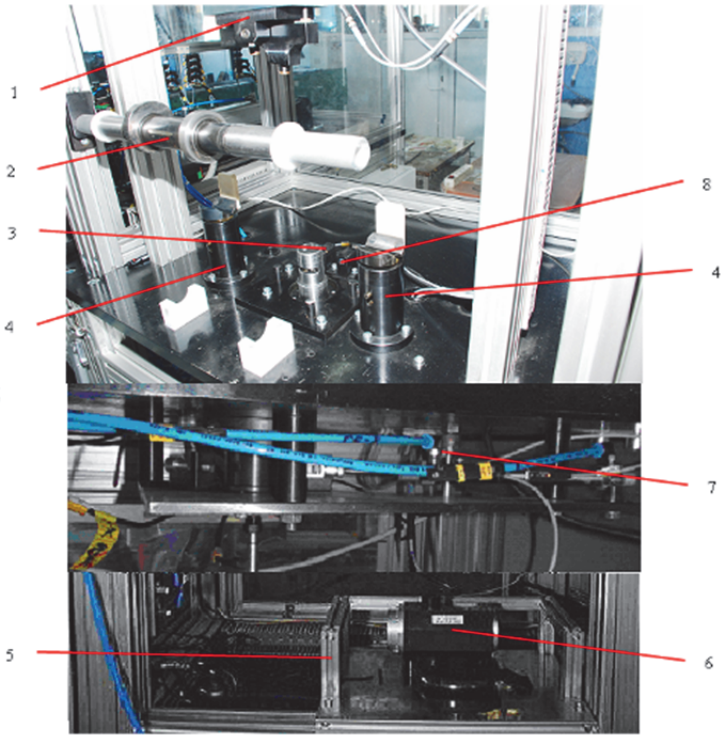


Fig. 9:
1 – cilindru impachetare piesa in post 2; *2* – dorn susținere piesă; *3* – senzor prezență piesă; *4* – suporți susținere piesa; *5* – rastel etalon post 2; *6* – etalon post 2; *7* – traductor masura; *8* – traductor temperatură piesă.

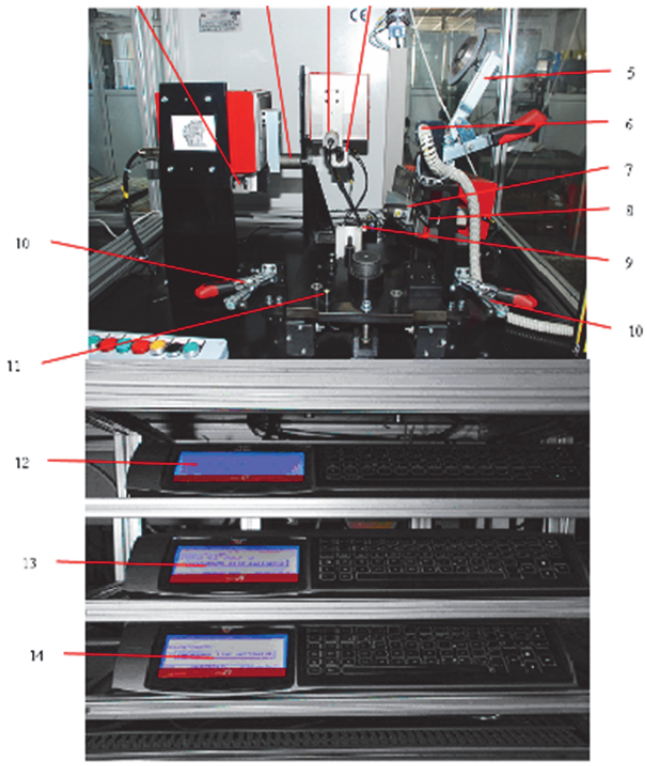


Fig. 10:
1 – cameră manșon; 2 - marcator manșon; *3* – marcator corp; 4 - cameră corp; *5* – soterolă fixare piesă; 6 - senzor prindere soterolă fixare piesă; *7* – marcator capac; *8* – cameră capac; *9* – senzor masă avansată; *10* – soterole fixare masă; *11* – senzor prezență piesă; *12* – interfață capac; *13* – interfață corp; *14* – interfață manșon.

Fig. 11. Amplasare buton pornire Panel PC.

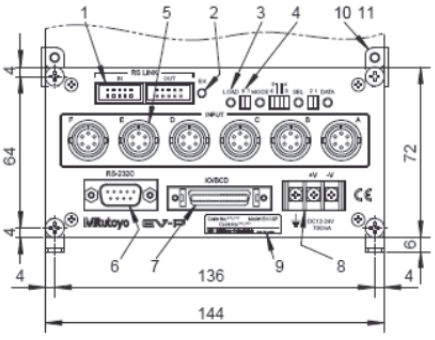


Fig. 12

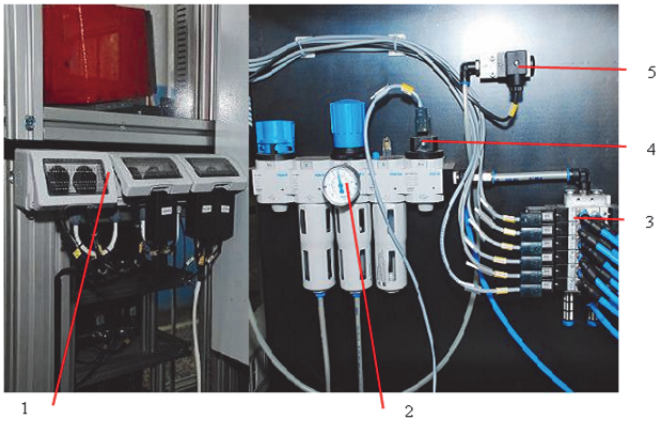


Fig. 13:
1 – Prize alimentare interfețe marcatoare, *2* – Manometru, *3* – Electrovalve acționare mecanisme, *4* – Electrovalva generală, *5* – Releu presiune.

În figura 14 se prezintă cofretul automat programabil (AP) şi cofretul interfaţă senzori, împreună cu întrerupătorul general şi lampa de alimentare sistem complex de la reţea.

Fig. 14:
1 – cofret automat programabil (AP); *2* – întrerupător general;
3 – lampă alimentare instalaţie de la reţea;
4 – cofret interfaţă senzori.

Se acţionează butonul „ÎNTRERUPĂTOR GENERAL" trecându-l în poziţia ON. Ca efect se aprinde becul prezenţă 220V (situat pe peretele opus întrerupătorului general) şi se aşteaptă terminarea iniţializărilor atât la PC cât şi la PLC după cum urmează:

– la PC apare ecranul de mai jos prin care se solicită apăsarea butonului REARMARE (de pa panoul operator) pentru iniţierea comunicaţiei PC – PLC (fig. 15);

– la PLC, după etapa în care pâlpâie becul galben din coloana luminoasa se apasă butonul REARMARE (becul BLOCARE SECURITATE se stinge) si la PC apare mesajul OK in dreptul indicaţiei PLC (fig. 16).

În acest moment legătura PC – PLC este realizată şi este încheiata secvenţa de iniţializare instalaţie.

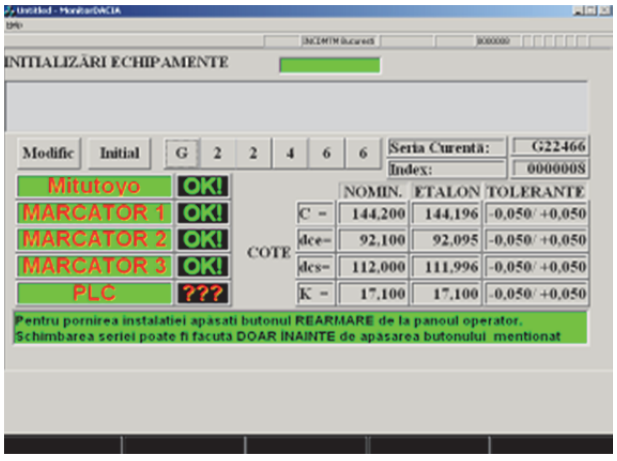


Fig. 15

Fig. 16

Descrierea butoanelor, lămpilor semnalizatoare şi cheilor situate pe panoul operator OP (fig. 17):

(1) Buton cu lampa ETALONARE. Prin apăsarea lui se iniţializa un ciclu de etalonare prin (în regim automat). Stare lampa: pâlpâie daca este necesară etalonarea; este aprinsa după apăsarea butonului de ETALONARE (dacă etalonarea este permisa); stinsă la terminarea ciclului de etalonare;

(2) Lampa PIESĂ NECORESP. Se aprinde când piesa măsurata nu este in cotele admise (atât după măsurarea la postul 1 cat si la postul 2) sau daca marcarea nu s-a efectuat corect. Se stinge în momentul în care piesa este luată din post sau la selectarea regimului Manual sau la orice avarie;

(3) Lampa PIESĂ BUNA. Se aprinde când piesa măsurata este in cotele admise (atât după măsurarea la postul 1 cat si la postul 2) sau daca marcarea s-a efectuat cu succes. Se stinge în momentul in care piesa este luata din post sau la selectarea regimului Manual sau la orice avarie;

(4) Lampa BLOCARE SECURIT. Se aprinde atunci când condiţiile de securitate nu sunt îndeplinite. Se stinge atunci când au fost refăcute condiţiile de operare şi s-a apăsat pe butonul REARMARE de pe panoul operator (vezi cap. ALARME);

(5) Buton cu lampă ÎNTOARCERE ORIGINE. Apăsarea pe buton are ca efect despachetarea mecanismelor de fixare. Stare lampa: pâlpâie daca este necesara întoarcerea in Origine si pe toata durata deplasării mecanismelor; este aprinsă dacă mecanismele sunt în Origine (despachetate).

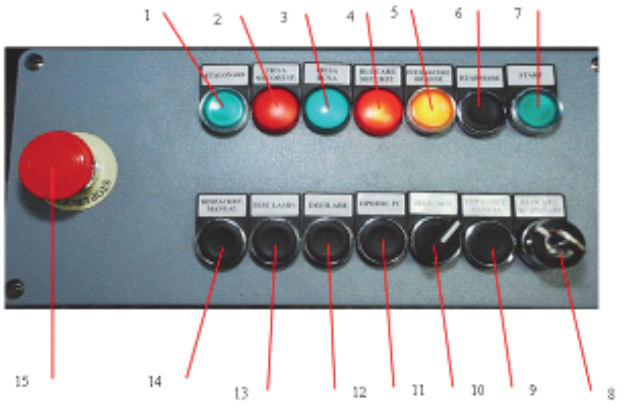


Fig. 17

(6) Buton REARMARE. Acest buton trebuie apăsat după înlăturarea condiţiilor care determină erorile de securitate pentru a debloca instalaţia;

(7) Buton cu lampa START. Prin apăsarea lui se iniţiază procesul de măsurare sau marcare în regim Automat. Lampa asociată: stinsa când nu sunt condiţii de măsurare sau marcare in Automat; pâlpâie când aceste condiţii sunt îndeplinite si prin acţionarea butonului se permite iniţierea procesului de măsurare sau de marcare; aprinsa pe durata procesului de măsurare sau de marcare. *Observaţie.* Pentru înţelegerea condiţiilor si a modului de lucru vezi capitolul REGIM AUTOMAT;

(8) Cheie BLOCARE. Prin trecerea pe Blocat, întreaga instalaţie se opreşte. *Observaţie.* La revenirea acestuia in poziţia ACTIONARI trebuie apăsat butonul REARMARE pentru a debloca instalatia;

(9) Buton IMPACHETARE MANUAL. Acţionează în sensul bridării mecanismului selectat prin butonul DEFILARE (în regimul manual). *Observaţie.* Mişcarea are loc atâta timp cât butonul este menţinut apăsat;

(10) Cheie pentru selectare regim lucru MAN/ AUT;

(11) Buton OPRIRE PC. Apăsarea pe buton, timp de minim 3 secunde, are ca efect initierea secventei de inchidere aplicatie PC (vezi cap. OPRIREA INSTALATIEI);

(12) Buton DEFILARE. Activ in regimul MANUAL, pentru selectarea mecanismului care va fi deplasat prin butoanele IMPACHETARE MANUAL sau DESPACHETARE MANUAL. *Observaţii*: 1. In functie de postul in care se afla piesa, prin apasarea succesiva a acestui buton, se cicleaza doar prin lista mecanismelor care se pot deplasa la postul respectiv (postul 1 sau postul 2); 2. La finele listei, se reiau mecanismele de la inceput. Pentru intelegerea conditiilor si a modului de lucru vezi capitolul REGIM MANUAL.

(13) Buton TEST LAMPI. Prin apasarea acestuia se testeaza atat aprinderea tuturor lampilor de pe panoul operator cat si functionarea sirenei;

(14) Buton DESPACHETARE MANUAL. Acţionează în sensul debridării mecanismului selectat prin butonul DEFILARE (în regimul manual). *Observaţie.* Mişcarea are loc atâta timp cât butonul este menţinut apăsat;

(15) Buton STOP URGENTA. Se apasa in situatii de urgenta cand este necesara oprirea rapida a functionarii instalaţiei. *Observaţie.* **:** Dupa actionare, butonul ramane apasat. La revenirea acestuia in pozitia relaxata (prin ridicarea acestuia) trebuie apasat butonul REARMARE pentru a debloca instalatia.

OPRIREA INSTALATIEI. Înainte de oprirea echipamentului se recomandă aducerea tuturor mecanismelor în poziţia iniţială de lucru, semnalizată prin aprinderea lămpii butonului „ÎNTOARCERE ORIGINE” (la toate posturile).

(1) Se inchide aplicatia PC prin apasarea si se mentinerea apasata a butonului OPRIRE PC pana la aparitia ecranului din fig. 18 (minim 3 secunde).

Observaţie. : Pe durata apăsării butonului (pana la apariţia ecranului din fig.16), pe ecranul PC-ului, banda galbena, va apare mesajul menţionat

(2) Se întrerupe alimentarea instalaţiei prin trecerea ÎNTRERUPĂTORULUI GENERAL de pe poziţia ON pe poziţia OFF când la PC apare ecranul Desktop.

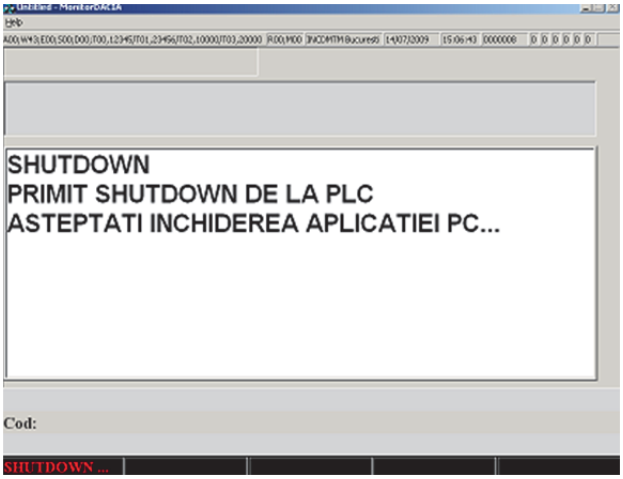


Fig. 18.

Analiza arhitecturii de senzori, traductoare şi controllere din sistemele mecatronice de măsurare şi control. În figura 19 se prezintă o schemă generală a arhitecturii de senzori, traductoare şi controllere utilizată în sistemele mecatronice complexe.

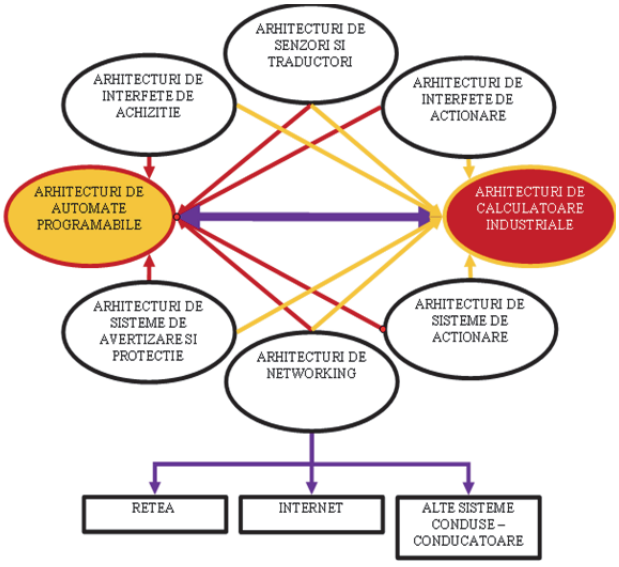


Fig. 19. Schema generala a arhitecturilor utilizate în producţie.

În figura 20 se prezintă un traductor capacitiv liniar de poziționare – ca element care detectează poziția / deplasarea utilizând principiul capacitiv.

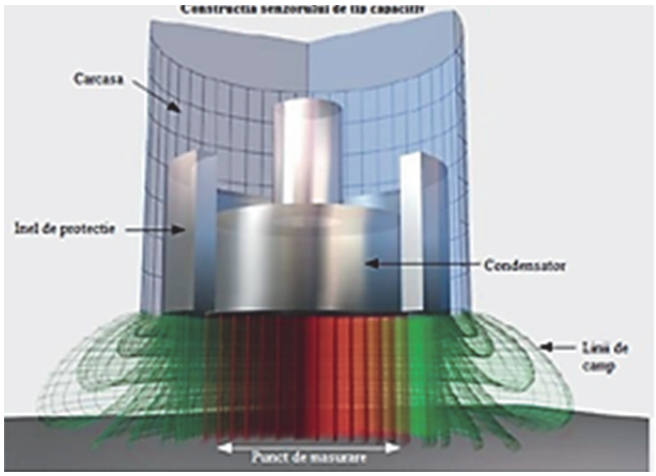


Fig. 20. Construcția traductorului capacitiv.

În figura 21 se prezintă un traductor de temperatură fixat între postul 1 și postul 2.

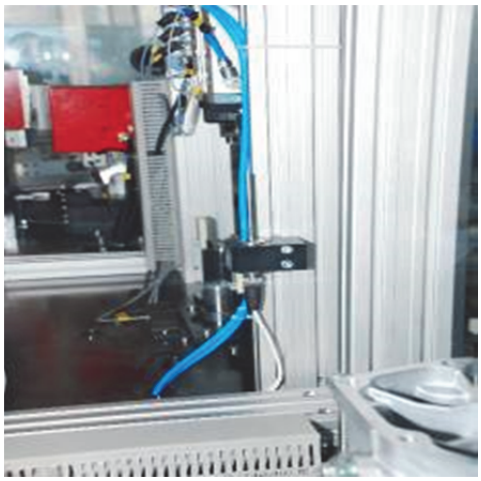


Fig. 21. Amplasarea senzorului de temperatură la postul 2.

În figura 22 se prezintă un traductor de poziționare Hall – ca element de poziționare fără contact, care convertește energia dintr-un câmp magnetic într-un semnal electric, unde efectul Hall constă în apariția unei tensiuni transversale în prezența unui câmp magnetic.

În figura 23 se prezintă un traductor inductiv de distanță – ca element fără contact care determină coordonatele unui obiect față de referință.

În figura 24 se prezintă un senzor incremental liniar cu scanare optică – ca element care măsoară poziția axelor liniare.

În figura 25 se prezintă un traductor de deplasare tip potențiometru care produce o rezistență proporțională cu deplasarea.

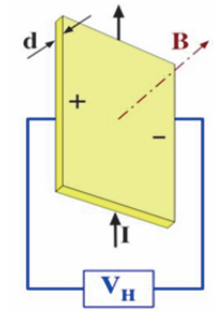


Fig. 22. Traductorul.

Fig. 23. Senzor IPRM 12.

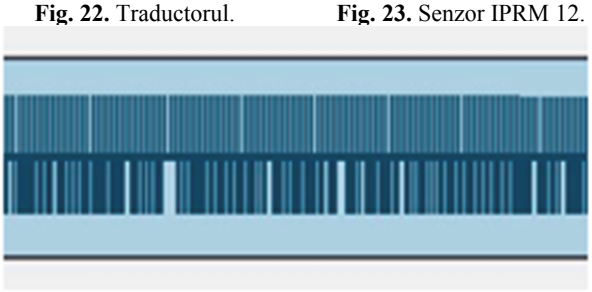


Fig. 24. Reprezentarea schematică a senzorului incremental liniar.

Fig. 25. Traductor de deplasare tip potențiometru liniar.

În figura 26 se prezintă un traductor magnetic, care utilizează interacţiunea momentană dintre două câmpuri magnetice, pentru a produce un impus de tensiune care se deplasaează de-a lungul unei unde.

În figura 27 se prezintă un traductor cu fibra optică.

Fig. 26. Traductor magnetic.

Fig. 27. Traductor cu fibra optica.

În figura 28 se prezintă un traductor magnetostrictiv.

În figura 29 se prezintă un senzor optic cu triangulaţie – ca element ce detectează deplasarea de la distanţe diferite cu un punct laser care face posibilă măsurarea celor mai mici piese.

Fig. 28. Traductor magnetostrictiv.

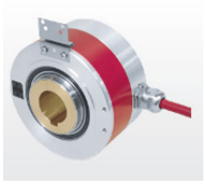
Fig. 29. Senzor optic cu triangulație.

În figura 30 se prezintă un traductor potențiometru multitură cu cablu flexibil – ca element de măsurare a deplasării cu o acurateţe şi un răspuns dinamic mare.

Fig. 30. Traductor potențiometru multitură.

În figura 31 se prezintă un traductor fotoelectric absolut de rotaţie şi un traductor fotoelectric incremental – ca elemente de măsurare a unghiului prin măsurarea numărului de rotaţii.

Traductor rotativ absolut



Traductor rotativ incremental

Fig. 31

În figura 32 se prezintă un traductor tip rezolver – ca element ce transformă deplasarea unghiulară în semnal electric.

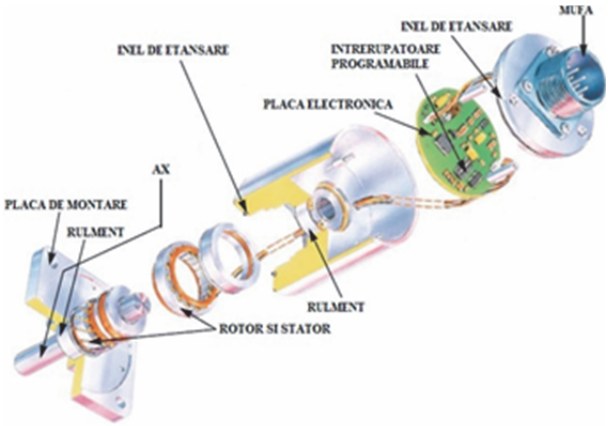


Fig. 32. Traductor rezolver.

În figura 33 se prezintă un automat programabil (P.L.C.), ce este un computer digital utilizat pentru automatizarea proceselor şi controlul maşinilor, cu programare în grafica logică.

Fig. 33. P.L.C..

În figura 34 se prezintă un automat programabil (P.A.C.) cu sistem optic de operare şi care combină capabilităţile unui calculator cu sistemul de operare şi cu un automat programabil cu logică secvenţială.

Fig. 34

Automatul programabil, în principal, are rolul de a asigura desfăşurarea unor serii de evenimente precum şi comunicaţia cu alte sisteme, precum calculatoarele industriale, în plus asigurând şi o legătură cu utilizatorul detaliind acţiunile sistemului.

În continuare se prezintă arhitecturile pentru două sisteme complexe de control dimensional implementate la S.C. Renault-Dacia S.A., ce au rolul de a verifica piesele înainte de a intra pe linia de montaj (fig. 35 şi fig. 36).

În cadrul acestor scheme, s-a utilizat un calculator industrial, un automat programabil, un adaptor de semnal, o interfață de achiziție a semnalelor electrice, un sistem de marcare dotat cu cameră şi traductori pneumoelectronici şi inductivi.

În figura sistemul de acționare automat transmite către automatul programabil în format digital momentul când să realizeze măsurarea şi starea în care se află în momentul respectiv (erori, starea de măsurare, starea de funcționare).

În momentul în care automatul programabil primeşte comanda de a măsura, acesta o transmite către calculatorul industrial care prin intermediul interfeței de achiziție realizează măsurătorile, le procesează, le afişează şi le transmite către sistemul automat de acționare prin intermediul unui adaptor de comunicație.

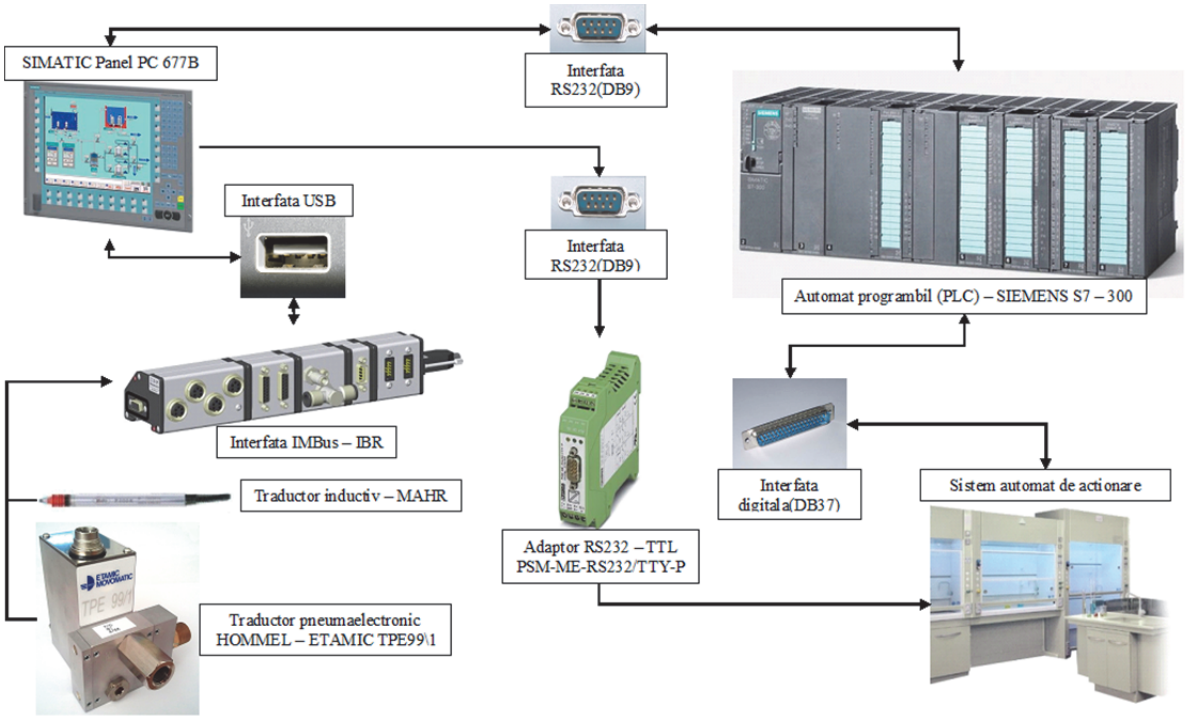


Fig. 35

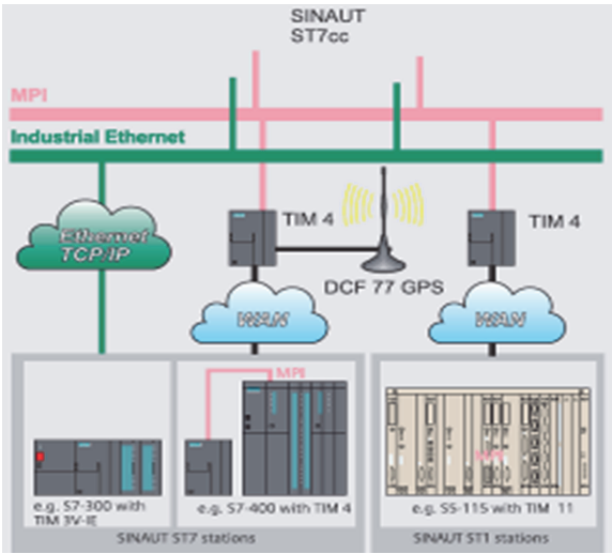


Fig. 36

Calculatorul PC care are funcţia de a măsura cu ajutorul traductorilor 18 cote şi de a verifica încadrarea valorilor măsurate în domenii prestabilite, vizualizarea datelor măsurate se face prin afişarea valorii fiecărei cote măsurate si prin colorarea cu verde sau roşu a acestor valori.

Utilizarea automatului programabil a fost impus de către comunicaţia sistemului automat de acţionare prin intermediul căruia se realiza comunicaţia intre calculatorul industrial şi acesta.

Prin utilizarea adaptorului se transmite către sistemul automat de control rezultatele privind piesa controlata.

În figură, sistemul de măsurare preia datele de la traductori prin intermediul interfeţei de achiziţie, în cazul de faţă un controlar Mitutoyo, si sunt prelucrate si stocate de către calculatorul industrial.

In funcţie de rezultatele măsurătorilor piesa se marchează cu ajutorul unui sistem de marcare dotat cu camera pentru verificarea efectuării operaţiei.

Acest sistem de control dimensional este dotat cu un automat programabil ce controlează senzorii de temperatura, barierele optice, senzori de cursa pentru sistemului de acţionare, sistemul de actionare, senzori de prezenta usa si realizează interacţiunea dintre utilizatorul si sistemul de control dimensional prin intermediul panoului operator.

Barierele optice si senzori de usa sunt utilizaţi pentru a asigura protecţia utilizatorului conform cu normele impuse de către beneficiar.

5. DATE PRIVIND COLECTAREA DATELOR

În acest caz se consideră că echipamentul de conducere este plasat la distanţă faţă de procesul condus. Elementele de execuţie primesc semnale de comandă prin intermediul reţelei de comunicaţie în timp ce datele achiziţionate din proces de către traductoare sunt direcţionate către controler tot prin intermediul reţelei. Datorită acestei topologii apar întârzieri suplimentare datorate transferului de date. Aceste întârzieri de reţea pot fi clasificate din punct de vedere al direcţiei transferurilor de date ca: întârzieri senzor - controler şi întârzieri controler – proces, aceste întârzieri fiind prezente atât pe calea directă cât şi pe calea de reacţie.

Timpii de întârziere pot fi grupaţi, pentru uşurinţa analizei sub forma unei singure constante de timp, denumită „întârziere de control”. Ambele întârzieri introduse de reţea pot fi mai mici sau mai mari decât perioada de eşantionare T.

În primul caz procesul poate fi condus în condiţii optime (presupunând că nu se pierd pachete).

În cel de-al doilea caz apar probleme majore de discontinuitate a procesului de conducere ceea ce poate să ducă la evoluţii nesatisfăcătoare şi la pierderea stabilităţii procesului. În urma experimentelor efectuate se propun următoarele etape: evaluarea caracteristicilor dinamice ale procesului condus, inclusiv elementele de execuţie şi traductoarele (partea fixă a elementelor de reglare) alegerea perioadei de eşantionare cu respectarea condiţiilor de stabilitate şi performanţă – testarea reţelei ce va fi utilizată în procesul de conducere şi/sau monitorizare; se au în vedere timpii de întârziere medii şi probabilitatea de eroare (pierderea pachetelor). În cazul în care aceşti timpi de întârziere sunt mult mai mici decât perioada de eşantionare necesară, procesul poate fi condus prin înglobarea în partea fixă a unui bloc de întârziere. Dacă timpii de întârziere devin comparabili cu perioada de eşantionare atunci se recomandă utilizarea unei structuri ce foloseşte un predictor Smith.

Întârzierile şi conţin cel puţin următoarele părţi:

Timpul de aşteptare - este o întârziere, în care o sursă (controlerul) trebuie să aştepte disponibilitatea reţelei înainte de a trimite pachetele de date.

Timp de eşantionare - este o întârziere datorată introducerii pachetului de date în reţea.

Timpul de propagare - este o întârziere datorată transmiterii pachetului de date prin rețeaua fizică. Timpul de propagarea depinde de viteza de transport a semnalului şi distanţa dintre sursă şi destinaţie.

Aceste trei tipuri sunt întârzieri fundamentale care au loc într-o reţea locală. În cazul în care pachetele de date sunt transmise pe rețea, pot exista întârzieri suplimentare, cum ar fi timpul de aşteptare de la un switch sau un router, şi timpul de propagarea între nodurile reţelei. Întârzieri, de asemenea, depind de alţi factori, cum ar fi lungimea maximă a benzii şi dimensiunile pachetelor de date.

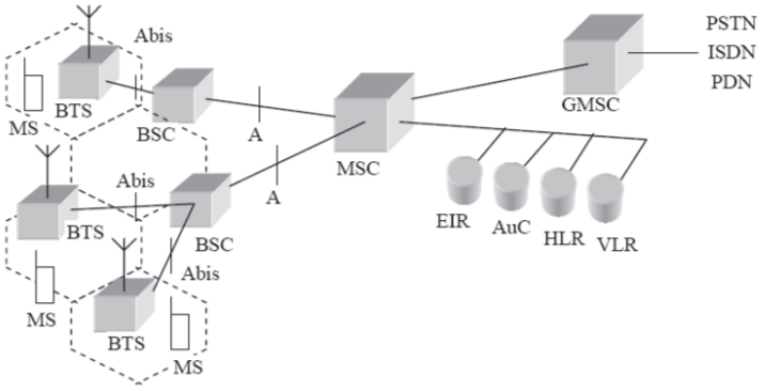
Ca urmare a experimentelor efectuate s-a putut grupa în trei situaţii distincte conducerea la distanță a proceselor:

Caz 1: Control predictiv pentru sisteme cu întârziere;

Caz 2: Control predictiv adaptiv utilizând o întârziere calculată a-posteriori: bazându-ne pe valorile experimentale ale întârzierilor s-a calculat o valoare medie care este utilizată în algoritmul de conducere;

Caz 3: Control predictiv adaptiv utilizând o întârziere variabilă estimată a-priori: bazându-ne pe valorile experimentale ale întârzierilor s-a estimat timpul de întârziere la următoarea perioadă de eşantionare.

Despre serviciile de date în sistemele de comunicaţii GSM. Arhitectura sistemului GSM (Global System for Mobile) este prezentată în figura 37.



Legenda:

BTS	Base transceiver station	VLR	Visited location register
BSC	Base station controller	EIR	Equipment identity register
BSS	Base station subsystem (BTS + BSC)	AuC	Authentication center
MSC	Mobile services switching center	PSTN	Public switched telephone network
GMSC	Gateway MSC	ISDN	Integrated services digital network
MS	Mobile station	PDN	Public data network
HLR	Home location register		

Fig. 37

Părţile componente sunt:

• BSS (BTS +BSC) -– asigură şi administrează căile de transmisiune între staţiile mobile şi MSC, inclusiv interfaţa radio între MS şi restul GSM;

• NSS (Network and Switching Sub-system): echipamente de comutaţie – MSC, GMSC – Gateway MSC; baze de date, de utilizator si pentru mobilitate - VLR, HLR, SS7; administrează comuni-

cațiile și conectează stațiile mobile la rețelele fixe sau către alți utilizatori mobili; OMS (Operation and maintenance subsystem) – pentru funcții de administrare necesare funcționării și întreținerii sistemului.

Subsistemele componente sunt:

● *Stația mobila (MS).* Realizează funcțiuni de prelucrare a semnalelor pentru transmisie/recepție în interfața radio si de interfațare spre utilizatorul uman (microfon, difuzor, display si tastatura) sau spre un terminal (calculator, fax), prin/fara adaptor.

Cartela SIM (Subscriber identity module), asigurând identitatea abonatului mobil, poate fi mutata de la o stație mobila la alta si este securizata împotriva utilizării improprii.

● *Subsistemul statiei de baza (BSS).* Stația transceiver de bază (BTS) este în contact cu stația mobilă și conține echipamente pentru:

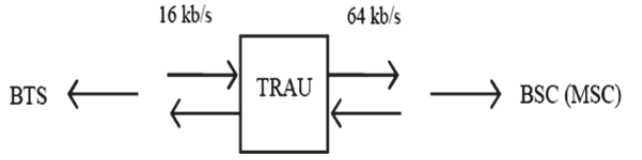
– emisie si recepție (inclusiv antene);

– prelucrari de semnal specifice interfetei radio.

Tot din BTS se considera ca face parte unitatea pentru adaptarea de viteza si transcodare (TRAU – Transcoder/Rate Adapter Unit, figura 38). Funcțiunile TRAU sunt:

– codarea si decodarea vocii, specifice GSM (figura);

– adaptarea de viteza pentru date.



(surplusul de la 13 kb/s - în interfața radio - la 16 kb/s este utilizat pentru sincronizarea de cadre)

Fig. 38

Controlerul stației de baza (BSC), în contact cu comutatoarele NSS, este sub controlul subsistemului de întreținere si funcționare OMS si prezintă interfețele A, spre MSC, si Abis, spre BTS.

El poate fi plasat la BTS, MSC sau separat de acestea si îndeplinește funcțiuni de alocare/eliberare a canalelor radio si de administrare a traficului.

● Subsistemul de comutație si rețea (NSS).

6. ECHIPAMENTE SUPLIMENTARE NECESARE TELEMONITORIZĂRII

● ***Componente active pentru conectarea rețelei PROFIBUS la rețeaua Wireless din mediul industrial.*** Modulul IWLAN/PB PN IO (fig. 39) suporta antene de tip IWLAN si WLAN. Deoarece acest modul suporta protocolul PROFIBUS, majoritatea funcțiilor de diagnoza sunt încă disponibile.

Fig. 39. Modulul IWLAN/PB PN IO.

Acest mod de implementare pentru modulele SIMATIC, contibuie la economia si mobilitatea solutiilor SIMATIC. In acest mod pot fi create retele cu o fiabilitate ridicata, un timp de raspuns mic si cu posibilitati de devoltare ulterioara. Disozitivele ce se conecteaza la aceste module pot fi programate de la distanta folosind STEP 7.

Modulul IWLAN/PB PN IO poate fi instalat pe o sina standard, iar antena poate fi montata folosind un conector. Modulul dispune de o protectie de tip IP20, de o mufa D-sub cu 9 pini pentru conectarea la PROFIBUS, de o intefrata R-SMA pentru conectarea antenelor, de posibilitatea conectari unei alimentari exterioare si de leduri indicatoare de stare. Modulul poate functiona si fara ventilator.

● ***Componente active pentru conectarea retelei PROFIBUS (DP slave) la interfața de tip AS-I.*** **A**cest modul este un modul slave pentru reteaua PROFIBUS si un modul master pentru reteaua AS-i. Acest modul faciliteaza acesul la datele din retaua As-i din spre retaua PROFIBUS.

Fig. 40. 13 Module DP/AS-i.

Modulul master din retaua PROFIBUS DP poate schimba date de intrare si de iesire cu retaua AS-i atat in mod ciclic cat si aciclic.

Există doua tipuri de module DP/AS-i, (fig. 40), unul pentru conectarea la o singura reta AS-i cu un volum mic de date si unul cu posibilitatea conectarii la doua relete AS-i, ambele cu un volum mare de date. Aceste module pot fi montate pe o sina standard, ofera un grad de protectie de tip IP20 si pot functiona fara ventilator sau baterie.

Modulele DP/AS-i dispun de un display cu rolul unui panou de control , de 6 butoane pentru pornirea și

setarea interfetei AS-i si de diferite leduri indicataore de satre atat pentru PROFIBUS DP cat si pentru interfața AS-i. Pe langa aceste funcții modulele au si un port de ethernet ce facilitează diagnosticarea și testarea via unui browser web. Modulele pot fi alimentate prin rețeaua AS-i sau separat cu o tensiune de 24 V.

În figura 41 este prezentat un exemplu de utilizare a unui modul DP/AS-i.

Modulul DP/AS-i pemrite unui master PROFIBUS DP sa accesese toate intrarile si iesirile unei interfete de tip AS-i, pana la un maxim de 62 de echipamente de tip slave , fiecare cu cate 4 intrari digitale si 4 iesiri digitale sau analogce.

In mod normal modulul DP/AS-i ocupa 32 de biti de intrare si 32 de biti de iesire, pe un echipament DP master, prin care datele de intrare si de iesire ale echipamentelor digitale AS-i slave sunt memorate. Mărimea zonei de memorie ce se ocupa cu intrările si ieșirile poate fi comprimata astfel incat sa fie folosite doar acele intrari si iesire care sunt folosite.

Integrarea cu semnale analogice poate fi făcuta fara setări adiționale.

Comunicarea tuturor se face in mod ciclic, dar pe langa acest mod de ucru masterul PROFIBUS DP poate cere Master-ului AS-i si efectuarea unor comenzi aciclice, cum ar fi scrierea de parametri, schimbarea adreselor, citirea diferitelor valori de diagnoza.

În figura 42 este prezentat modulul DP/AS-i 20E.

Modulul DP/AS-i 20 E este un modul PROFIBUS DP de tip slave si AS-i master, ce permite operarea interfetei AS-i prin intermediul PROFIBUS DP.

Un simplu PROFIBUS master poate schimba date cu o interfata AS-i in mod ciclic cu ajutorul acestui dispozitiv.

Fig. 42. Modulul DP/AS-i 20E.

Modulul DP/AS-i 20 E dispune de o protectie de tip IP20, leduri indicatoare de stare, atat pentru retaua AS-i cat si pentru PROFIBUS DP si de doua butoane de permit setarea modului de lucru. Adresa AS-i poate fi setata folosind aceste doua butoane. Alimentarea modulului se face folosind reteaua AS-i.

În figura 43 este prezentat un exemplu de utilizare a unui modul DP/AS-i 20E.

Modulul DP/AS-i 20 E permite masterului DP sa accesese toate dispozitivele de tip slave din retaua AS-i.

In mod normal modulul DP/AS-i 20E ocupa 32 de biti de intrare si 32 de biti de iesire, pe un echipament DP master, prin care datele de intrare si de iesire ale echipamentelor digitale AS-i slave sunt memorate. Marimea zonei de memorie ce se ocupa cu intrariel si iesireile poate fi comprimata astfel incat sa fie folosite doar acele intrari si iesire care sunt folosite.

Modulul poate fi configurat la distanta folosind STEP 7.

În figura 44 este prezentat un modul DP/AS-i F-Link.

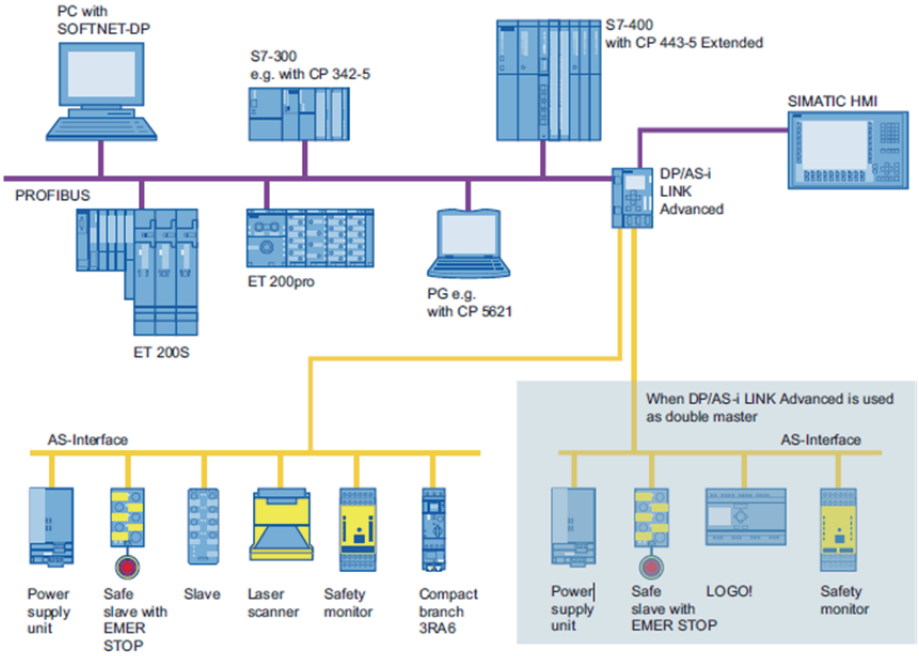


Fig. 41. Exemplu de utilizare a unui modul DP/AS-i.

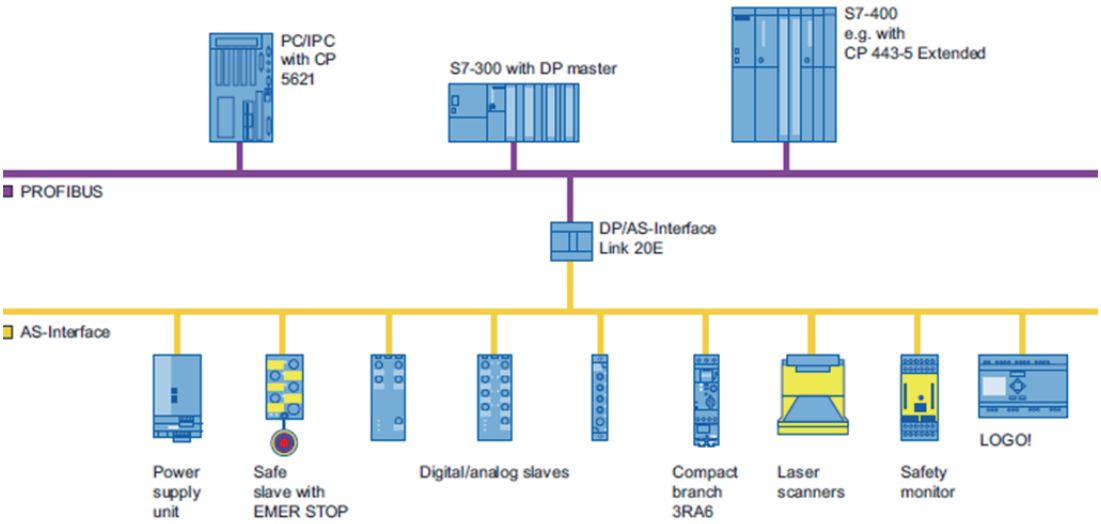


Fig. 43. Exemplu de utilizare a unui modul DP/AS-i 20E.

Fig. 44. Modulul DP/AS-i F-Link.

Modulul DP/AS-i F-Link este un modul PROFIBUS DP de tip slave si AS-i master, ce permite operarea interfetei AS-i din spre PROFIBUS DP. Este singurul modul ce permite intrarilor sa fie transmise de la dispozitive ASIsafe catre un CPU prn intermediul protocolului PROFIsafe peste PROFIBUS DP. Cu acest modul pot fi transmise valori binare sau anlogice, in functie de tipul dipozitivelor slave, numarul maxim a fost marit astfel: pana la 496 intrari si iesiri si pana la 62 de module de tip slave.

Modulul DP/AS-i 20 E dispune de o protectie de tip IP20, leduri indicatoare de stare, atat pentru retaua AS-i cat si pentru PROFIBUS DP si de 3 butoane de permit setarea modului de lucru sau revenirea la setarile din fabrica.

PROFIBUS DP master poate schimba date cu reteaua AS-i in mod ciclic sau aciclic, (scrierea/ citirea configuratiei AS-i in timpul functionarii).

In timpul functionarii 4 leduri si afisajul digital indica starea echipamentului si ajuta la diagnosticarea defectelor.

DP/AS-i F-Link poate fi configurat folosind STEP 7, fiind posibila de asemenea upload-are configuratiei AS-i catre STEP 7.

7. COMPONENTELE ACTIVE PENTRU CONECTAREA LA INTERNET

În figura 45 este prezentat, drept componentă activă pentru conectarea la Internet, modulul SIMATIC NET S7-300/400 - Industrial Ethernet 6GK7343-1EX30-0XE0.

Fig. 45. SIMATIC NET S7-300/400 - Industrial Ethernet 6GK7343-1EX30-0XE0.

În figura 46 este prezentat un exemplu de legare la Internet WAN pentru monitorizarea de la distanta a echipamentului complex mecatronic.

8. COMPONENTELE ACTIVE PENTRU CONECTAREA LA REȚEAUA GPS-GPRS

În figura 47 este prezentat un modul router GPS-GPRS MD741-1 / 6NH9 860-1AA00.

În figura 48 este prezentată antena, ANT794-4MR GSM/GPRS.

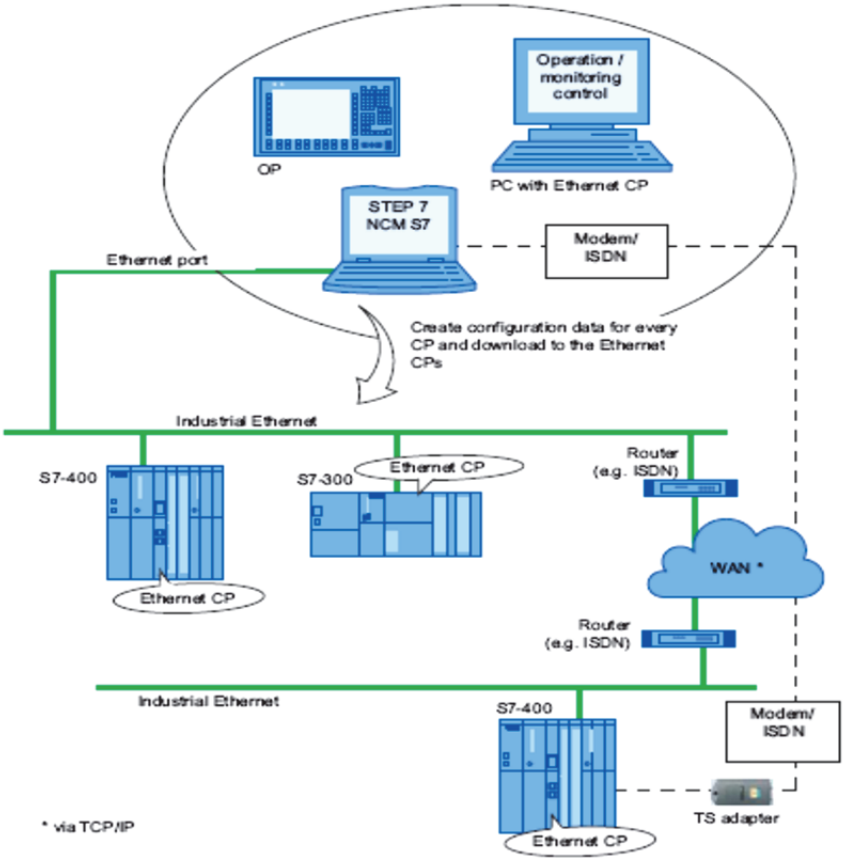


Fig. 46. Exemplu de legare la Internet WAN.

Fig. 47. Modulul router GPS-GPRS MD741-1 6NH9 860-1AA00.

Modulul SINAUT MD740-1 este un router GPS-GPRS care poate transmite date de monitorizare a echipamentului in întreaga lume prin rețeaua de telefonie mobile GPS-GPRS.

Datele pot fi de avertizare sau la cerere, orice parametru de system, in timp real via SMS sau flux de date GPRS, bidirectional prin intermediul unui telefon mobil.

Pentru comunicatie se poate folosii un telefon mobil sau un modul receptor ca in figura 50.

Fig. 48. ANT794-4MR GSM/GPRS antenna.

Fig. 49. Receptorul GPS.

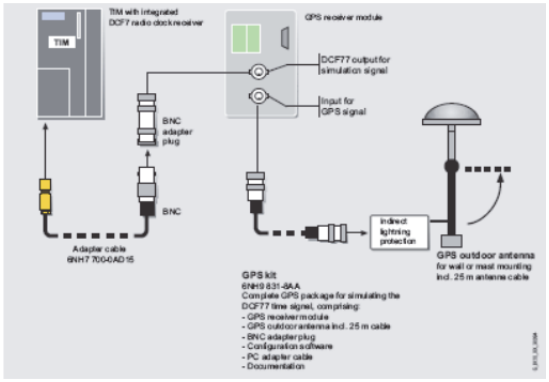


Fig. 50. Exemplu de conexiuni.

9. SCHEMA BLOC PENTRU MODELUL EXPERIMENTAL AL SISTEMULUI INTELIGENT COMPLEX (MECATRONIC, INTEGRONIC) ADAPTRONIC

Schema bloc a sistemului arata ca in figura 51.

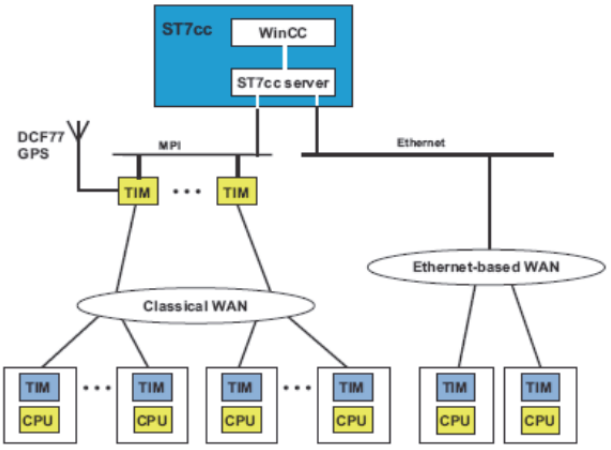


Fig. 51. Schema bloc de monitorizare si configurare la distanta GPS-GPRS si INTERNET.

10. TESTELE ŞI VERIFICĂRILE PRELIMINARII

În continuare se reprezintă documentaţia detaliată de execuţie a modelului experimental prin completarea schemei existente a dulapului cu echipamentele de automatizare cu modulele specificate si care va permite monitorizarea si configurarea de la distanta prin reţeaua INTERNET asigurand astfel functia de telementenanta (adică modificarea sau reconfigurarea totală a software-ului întregului sistem) a echipamentului existent MASINA DE CONTROL DIMENSIONAL SI MARCARE MODUL DE INTOARCERE Nr. MABEC : D 882 134 000 furnizat de INCDMTM catre beneficiarul RENAULT-DACIA-SA.

Prin comunicatia GPS se va realiza funcţia de monitorizare şi configurare de la distanţă a principalilor perametrii de sistem prin intermediul unui telefon mobil sau a unui echipament specializat – la birou.

In cadrul INCDMTM s-au realizat teste preliminarii in vederea verificarii principiului teoretic si tehnic. Pentru acest obiectiv s-au conceput mici module software care permit configurarea si testarea spatiului vectorilor de intrare de la un sistem de automatizare minimal implementat cu automat SIEMENS din familia S7-300 prin intermediul unui PC legat la reţeaua INTRANET.

Principalele capturi ale ecranelor sugestive sunt prezentate mai jos (fig. 52, fig. 53, fig. 54):

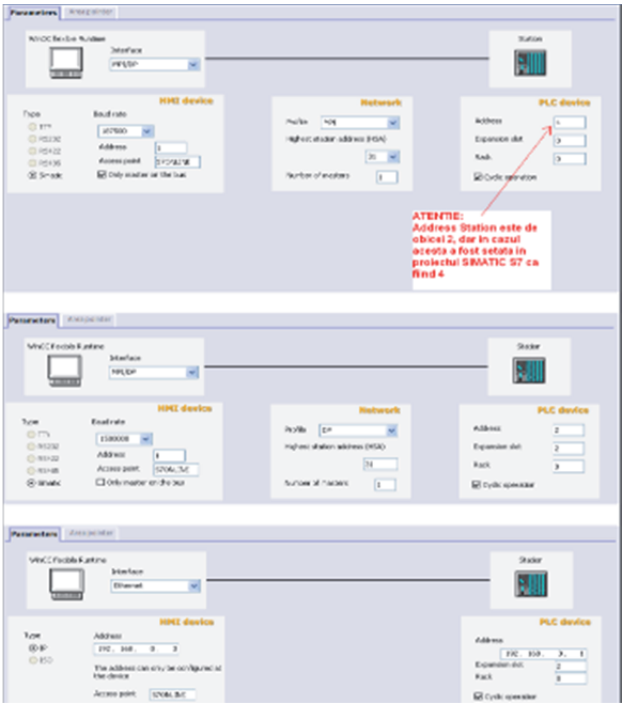


Fig. 52. Ecran de configurare PLC S7-300.

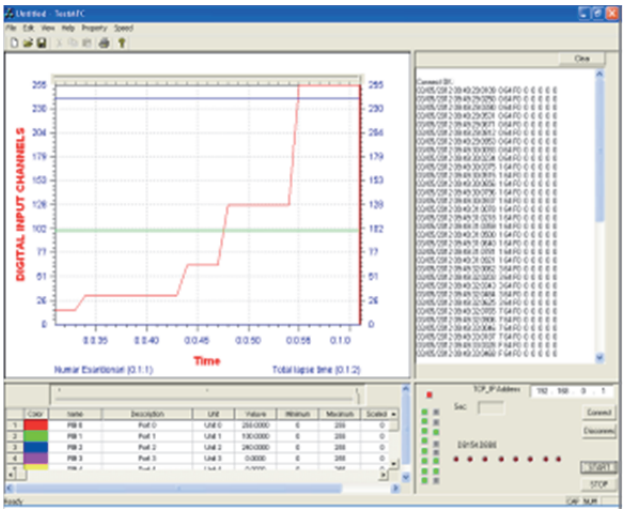


Fig. 53. Ecran de test monitorizare vectori intrare LOCAL.

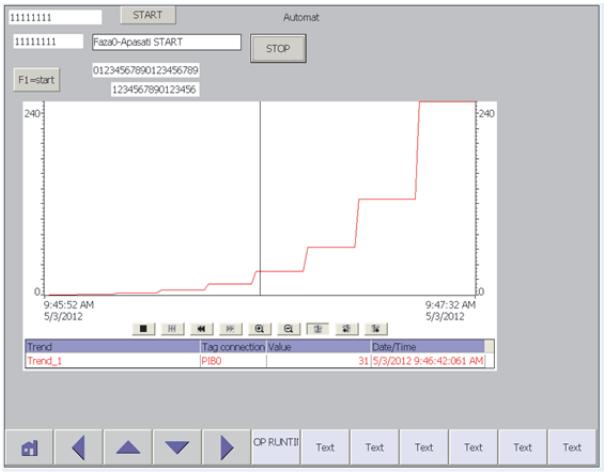


Fig. 54. Ecran de test monitorizare vectori intrare INTRANET.

Rezultatele testelor sunt conforme şi reprezintă baza de dezvoltare a modelului experimental cu aplicatii ulterioare multiple in vederea telemonitorizării şi telementenantei aplicabila la o gama mare de sisteme mecatronice complexe de masurare şi control livrate la diversi furnizori din domeniul industriei de autovehicole şi alttele (RENAULT-DACIA, TOPOLOVENI, TRANSGAZ).

11. CONCLUZIE

Sistemele adaptronice inteligente în construcție, funcționare și integrare în soluții originale prezentate și realizate de INCDMTM, asigură noile funcții inteligente ale echipamentelor și sistemelor inteligente adaptate proceselor de control inteligent integrat în industria automobilului.

BIBLIOGRAFIE SELECTATĂ

[1] Busse, M.; Wostmann, F.-J.: *Intelligent Cast Parts - Application of Adaptronic Components with Cast Parts*. Proc. Adaptronic Congress, Gottingen (May 2006).

[2] Hund, H., *Mikrosystemtechnik in der mittelstandischen Industrie*, SENSOR Report, 1994 (2), S. 31-33.

[3] Leitprojekt Adaptronik. F6rder-Nr.: 03N8500, http:// www.lp-adaptronik.de/ European Commission: Manufacturing Visions Report No. 3: Integrating Diverse Perspectives into Pan-European Foresight. Delphi Interpretation Report, Contract No. NMP2-CT-2003-507139-MANVIS. (11/2005) Eindeutige Zielvorgaben. Interview with Dr. Alois Seewald, head of preliminary development at TRW, Automobil Industrie 6/2006, Vogel Auto Medien, Wiirzburg (2006), pp. 66-67.

[4] Brăutigam, V.: *Integration of Piezoceramic Modules. In: Die Castings - A New Producion Technology*, Proc. Adaptronic Congress, Gottingen (May 2006).

[5] Gheorghe I. Gheorghe, *Micronanoingineria integronică inteligentă*, ISBN: 978-973-720-538-4, Ed. AGIR, 2014.

[6] Gheorghe Ion Gheorghe, Anghel Constantin, Sergiu Dumitru, *MicroNanoIngineria MEMS & NEMS Inteligente*, ISBN: 978-606-8261-18-8, Editura CEFIN, 2013.

[7] Gheorghe I. Gheorghe, *MicroNanoIngineria adaptronică*, ISBN 978-606-8261-21-8, Ed. CEFIN, 2014.