

Cuprins

INTRODUCERE	3
CAP. 1. SISTEME DE ACHIZIȚII DE DATE	6
1.1 Generalități	6
1.2 Structura unui sistem de achiziții de date	7
1.3. Sistem de achiziții de date de uz general	8
1.4. Sistem de achiziții de date pentru aplicații industriale	9
1.5. Rolul sistemelor de instrumentație și control în structuri SCADA	12
CAP. 2. AUTOMATE PROGRAMABILE	15
2.1. Istoric	15
2.2. Descriere tehnică	15
2.3. Principiul constructiv	17
2.4. Principiul de funcționare	18
2.5. Programarea	21
2.5.1. Cum se procesează programul	24
CAP. 3. MODELE DE SISTEME DE COMUNICAȚII ȘI STANDARDE PENTRU REȚELELE DE INSTRUMENTAȚIE ȘI CONTROL	25
3.1. Comunicația de date	25
3.2. Rețele pentru comunicații de date	26
3.3. Componente de rețea	27
3.4. Modelul de referință OSI	28
3.5. Modelul TCP/IP	33
3.6. Tehnologia Ethernet	34
3.7. Protocoale de transport	36
3.7.1 Porturi și socket-uri	36
3.7.2. Porturi active și pasive	37
3.7.3. Formatul segmentului TCP	37
3.8. Rețele industriale	40
3.8.1. Clasificarea rețelelor industriale de comunicație:	41
3.9. Situația actuală a rețelelor industriale	42
CAP.4. IMPLEMENTAREA SISTEMELUI DE MĂSURARE ȘI MONITORIZARE CU AUTOMATE PROGRAMABILE	43
4.1. Mersul lucrării	43
4.2. Configurația hardware a sistemului	44
4.2.1. Automatul FX3U și modulele de extensie - Descriere generală	45
4.2.2. Modulul de conversie A/D FX _{ON} -3A - Descriere tehnică	45
4.2.3. Modulul de comunicație FX3U-ENET Descriere tehnică	46
4.2.4. Modulul de comunicație serială FX3U-RS232-BD	46
4.2.5. Terminalul de vizualizare - configurație PC	47
4.3. Aplicația de configurare și asigurare a comunicației între cele două AP	48
4.4. Comunicația cu bufferi ficși	49
4.5. Secvența de comunicație	49
4.6. Achiziția de date	55
4.7. Transmiterea datelor de pe AP2 la terminalul PC	55
4.8. Afișarea pe terminal a datelor achiziționate	56
Concluzii	58
Bibliografie	59

INTRODUCERE

Lumea în care trăim reprezintă un mediu în care prin înțelegerea, cunoașterea lui și a fenomenelor întâlnite omul a reușit să-și răspundă la întrebările care au persistat încă de la începuturile existenței sale. În acest sens procesul de cunoaștere a lumii înconjurătoare s-a bazat în special pe evaluarea cantitativă și/sau calitativă a fenomenelor, ceea ce a dus la conceptul de măsurare.

În prezent măsurarea a devenit o știință complexă și în continuă dezvoltare cunoscută sub denumirea de metrologie care înseamnă din punct de vedere etimologic “știință a măsurătorilor”, considerând faptul că “metron” semnifică măsură, iar “logos” însemnând știință. Esența tehnicii de măsurare este aceea de a crea și dezvolta metode și mijloace de măsurare care pot preleva, prelucra și transmite informații cantitative cât mai aproape de adevăr asupra fenomenelor înconjurătoare.

În acest context William Thomson (1824-1907) afirmă că: „... istoria fizicii este, în esență, istoria evoluției mijloacelor de măsură, deoarece un fenomen fizic nu poate fi înțeles și utilizat în practică până când nu este măsurat”, „... fizica este știința care măsoară realitatea”.

Cu toate că are origini pierdute în evoluția științelor, metrologia este așadar o ramură a științelor fizice impunându-se tot mai mult ca disciplină de sine stătătoare, datorită rolului deosebit pe care îl are în dezvoltarea tuturor științelor fundamentale.

Puternica dezvoltare a tuturor ramurilor științei și tehnicii a impus necesitatea creării noilor mijloace și metode de măsurare. Astfel, ca o reacție în lanț, dezvoltarea măsurărilor și dezvoltarea diferitelor științe și tehnologii s-au stimulat reciproc în beneficiul progresului și civilizației.

Dintre științele tehnice, electrotehnica și electronica sunt cele mai dependente de tehnica măsurărilor. În același timp, evoluția remarcabilă a aparatelor de măsură electronice se datorează progreselor realizate în domeniul dispozitivelor și circuitelor electronice, a tehnicilor numerice de condiționare și prelucrare a semnalelor. Aparatele de măsură electronice s-au răspândit atât de mult în toate sferile de activitate încât azi este imposibil ca cineva să pretindă că are o cultură tehnică generală fără a cunoaște, cât de cât, instrumentația electrică și electronică de bază.

În ultimele decenii ale secolului nostru măsurările au invadat domeniul industrial și joacă un rol activ în producție, spre deosebire de utilizările pe care le aveau inițial în

laboratoarele de cercetare și în standurile de încercări, astfel au preluat sarcini multiple: de la controlul calității produselor finite la controlul parametrilor de funcționare ai instalațiilor industriale; de la optimizarea funcționării unui ansamblu industrial la creșterea securității în funcționare a sistemului.

În contextul progreselor tehnologice marcate în special prin apariția tranzistorului, a circuitelor integrate, a microprocesoarelor, aplicate în tehnica de măsurare, au apărut sisteme de măsurare tot mai performante. Acestea fiind realizate sub formă modulară sau monolitică sunt ușor de instalat și ușor de pus în funcțiune, cu posibilități de monitorizare a unor parametrii cu număr în continuă creștere și calitate crescută a măsurărilor.

Dezvoltarea calculatoarelor personale, progresul lor spectaculos în ceea ce privește viteza de operare și capacitatea de stocare, dotate cu sisteme de operare și software din ce în ce mai performante, cu posibilități de prelucrare numerică din ce în ce mai complete și mai sofisticate constituie un suport stimulat în realizarea de sisteme de măsurare tot mai performante.

Astfel apariția sistemelor de măsurare, bazate pe μ procesoare capabile de prelucrare numerică complexă a semnalelor, a impus superioritatea acestora față de toate celelalte mijloace de măsurare prin avantajul de lucru în timp real. Avantajele acestor aparate nu se limitează numai la ușurința și flexibilitatea în prelucrarea semnalelor de măsurare, ci ele permit, în același timp, dezvoltarea și organizarea unor sisteme de măsurare raționale și eficiente pe care le necesită astăzi domeniul industrial.

Apariția, după 1982, a procesoarelor de semnal, care fac posibilă realizarea unor funcții complexe (filtraje numerice, convoluția, transformări Fourier etc.), a îmbogățit domeniul măsurărilor în mod inestimabil, permițând realizarea, împreună cu un μ procesor sau PC, a unor sisteme de măsurare suple, inteligente, sofisticate și performante.

Se perfecționează continuu și cartelele de achiziții de date, adaptate nevoilor utilizatorilor din toate domeniile științei și tehnicii, concomitent cu standardizarea sistemelor de interfață și a mediilor de programare, trecându-se, și în domeniul software-ului pentru măsurări.

Odată cu începutul erei industriale s-au dezvoltat și tehnici de transmisie rapidă a informației prin semnalele electrice pe distanțe mari în timp relativ scurt. Astfel au loc dezvoltări uriașe atât din punct de vedere tehnic cât și conceptual prin enunțarea teoriei generale a transmiterii discrete a informației (1948 - Claud Shannon). Această evoluție a

condus la posibilitatea comunicației între diferite echipamente de măsurare și sisteme de calcul sau între echipamente și operatorul uman.

Pe această bază dezvoltarea rețelelor informatice, a Internet-ului în ultimii ani, a făcut posibilă necesitatea interconectării la mare distanță a diverselor componente ale unui sistem de măsurare, toate acestea ducând la un nou concept, acela de sistem distribuit de măsurare sau pe scurt sistem de achiziții de date. În cadrul acestor sisteme distribuite, componentele sistemului posedă inteligență proprie, fiind capabile de acțiuni și prelucrări independente, subordonate sau lucrând în cooperare cu un computer master. Se poate vorbi deci de inteligență distribuită asociată cu conducerea la distanță a proceselor, de BUS-uri inteligente (magistrale - căi de comunicație) și de sisteme inteligente, având traductorul asociat cu sistemul de prelucrare a datelor și cu elementul de execuție, sub numele de traductoare inteligente.

În domeniul echipamentelor, încorporarea prin construcție a unei rețele de senzori și a unei inteligențe proprii, conferă acestora posibilitatea de a se monitoriza și autoevalua, putând lua decizii în sensul optimizării funcționării sau al protecției la avarii, apărând noțiunea de echipamente inteligente. Mai mult, s-a trecut la încorporarea unei rețele de senzori în construcția unor structuri capabile deci să se autoevalueze cu ajutorul unui sistem inteligent și să semnaleze pericole de defectare înainte ca ele să se producă sau să protejeze structura prin limitarea solicitărilor la care este supusă, devenind astfel structură inteligentă.

O descriere detaliată și impactul conceptelor prezentate până în acest punct asupra temei proiectului de licență urmează a fi realizată în capitolele care urmează.

CAP. 1. SISTEME DE ACHIZIȚII DE DATE

Achiziția de date, la modul cel mai general, constituie procesul de obținere de informații de la o sursă externă (proces fizic) și de conversie a probelor care rezultă în valorilor numerice digitale, care pot fi manipulate de către un sistem de calcul.

1.1 Generalități

În prezent sunt nenumărate situații în care datele (informația), achiziționate din mai multe puncte simultan, trebuie memorate, transmise sau prelucrate în vederea folosirii lor ulterioare. Prelucrarea informației poate consta în operații simple (comparări), până la prelucrări matematice complicate (integrări, diferențieri, medieri, calcul de transformate Fourier, etc.).

Până nu demult datele erau prelucrate sub formă analogică, dar cu cât sistemele devin mai rapide și mai complexe se impune stocarea lor într-o formă digitală, în vederea prelucrării lor de către un sistem de calcul ce poate citi mai multă informație și s-o prelucraze mult mai rapid - față de un operator. Astfel se ajunge la o structură care conține nu numai partea de achiziție propriu-zisă (monitorizarea unor mărimi fizice ce caracterizează un proces), ci și o parte pentru comanda proceselor. O asemenea structură reprezintă, de fapt, un sistem de achiziție și distribuție de date denumit pe scurt sistem de achiziții de date (SAD).[1]

Față de prelucrarea analogică, procesarea numerică a semnalelor oferă o serie de avantaje specifice sistemelor de prelucrare numerică (SPN):

- repetabilitatea, adică proprietatea unui SPN de a conduce la rezultate identice ale prelucrării, dacă semnalele numerice de intrare sunt aceleași și dacă se folosește același algoritm de prelucrare;
- reprogramabilitatea, reprezintă posibilitatea de modificare a algoritmului de prelucrare numerică doar prin reprogramare (software), fără vreo altă modificare în structura SPN (hardware);

- adaptabilitatea, adică posibilitatea de modificare a funcției de transfer corespunzătoare unui algoritm de prelucrare numerică, în concordanță cu caracteristicile semnalelor de intrare sau cu caracteristicile de mediu;

- imunitatea ridicată la perturbații precum și stabilitatea, caracteristici care rezultă din însăși structura discretă a semnalelor numerice. Se are în vedere diferența relativ mare a valorilor de tensiune corespunzătoare celor două nivele logice (0 și 1) ale variabilelor binare;

- tehnica numerică de prelucrare se poate utiliza și la compresia de date, adică la reprezentarea informației pe un număr redus de biți, procedeu deosebit de util în comunicații și la memorare.

Achiziția de date este întâlnită în foarte multe din domeniile de activitate din zilele noastre:

- în industrie în cadrul calculatoarelor de proces care supraveghează și reglează instalații tehnologice;
- în cercetarea științifică pentru măsurarea și prelucrarea unui spectru extrem de vast de mărimi electrice și neelectrice;
- în comunicații pentru supravegherea și măsurarea liniilor de comunicație, ba chiar și în viața de toate zilele;
- în calculatoare de bord ce echipază multe din automobilele moderne.

Dezvoltarea sistemelor de achiziții de date este strâns legată de dezvoltarea tehnicii în general și a industriei în special. Astfel se poate aprecia că, în momentul de față, există o clasificare destul de importantă din acest punct de vedere a evoluției lor, concretizată în două mari categorii: sisteme de achiziție pentru utilizări generale, folosite în cele mai diverse scopuri (cercetare, educație, etc.) și sisteme de achiziții utilizate în industrie.

1.2 Structura unui sistem de achiziții de date

În sensul cel mai restrâns, un sistem de achiziții de date trebuie să poată executa trei funcții fundamentale:

- Convertirea fenomenului fizic într-un semnal care poate fi măsurat;
- Măsurarea semnalelor generate de senzori sau transductoare în scopul extragerii informației;

- Analiza datelor și prezentarea lor într-o formă utilizabilă.

Cele mai multe dintre sistemele moderne de achiziții de date utilizează un calculator personal pe post de controller. Deci ținând cont și de cele menționate mai sus, structura tipică a unui SAD ce are la bază un PC este următoarea:

- Senzori sau traductoare care convertesc fenomenul fizic în semnal electric ce poate fi măsurat și interpretat ușor de echipamentele de calcul;
- Circuite de adaptare a semnalului pentru izolarea, convertirea și/sau amplificarea semnalului preluat din proces de către senzori;
- Un subsistem de achiziții de date (care poate include multiplexoare și convertitoare A/D, pentru achiziția pe mai multe canale);
- Un sistem de calcul;
- Soft pentru achiziția de date.

Figura următoare (fig.1.2.1) infatisează într-o manieră simplă structura tipică a unui SAD:

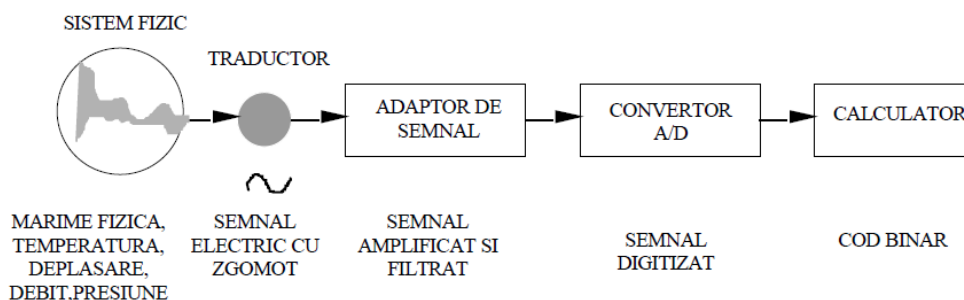


Fig.1.2.1 - Structura tipică a unui sistem de achiziții de date

1.3. Sistem de achiziții de date de uz general

Dacă ne referim la SAD de uz general, evoluția acestora a fost în mod decisiv influențată de dezvoltarea calculatorului personal, la care acestea sunt, în general, conectate. Asemenea sisteme au în principal rolul de a achiziționa date specifice unui anumit proces în vederea unei prelucrări ulterioare, procesarea având loc, de regulă, cu însăși calculatorul la care sunt conectate. În același timp, calculatorul permite interacțiunea utilizatorului cu SAD, prin intermediul unei interfețe grafice-utilizator specializată. Astfel au fost elaborate medii de dezvoltare de aplicații software specifice sistemelor de achiziție și prelucrare de date. Dintre care cele mai larg utilizate sunt MATLAB și LabView.

Din punctul de vedere al realizării fizice, SAD pentru utilizări generale se materializează sub următoarele forme:

- Fie că plăci echipate cu componente, incluse în calculator și conectate electric la magistralele existente pe placa de bază a acestuia;
- Fie ca echipamente de sine stătătoare, ce pot fi conectate din exterior la calculator.

Conectarea se face la portul paralel (mai rar), cel mai frecvent la portul serial și în ultima vreme la magistrala USB (Universal Serial Bus).

Pentru conturarea ideilor, în fig.1.3.1 este prezentat modul de integrare a unui sistem de prelucrare numerică în comanda unui proces fizic.

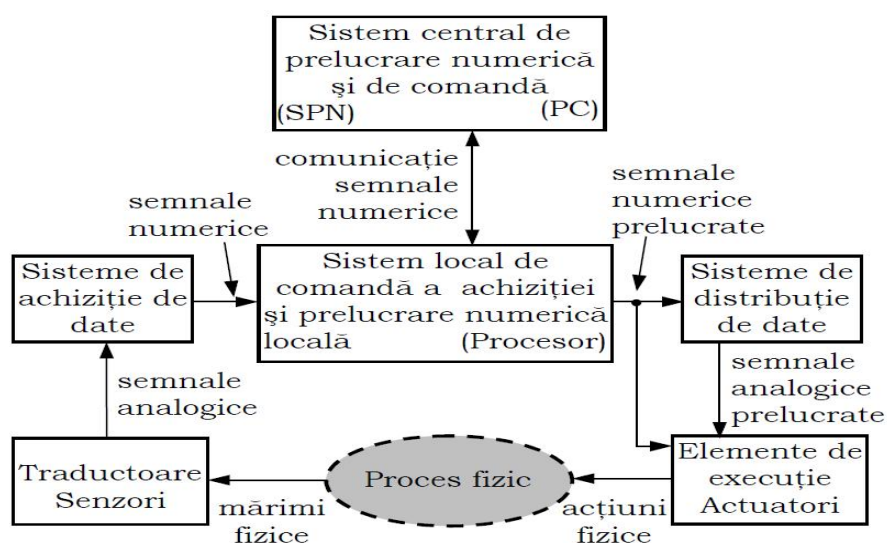


Fig.1.3.1 - Sistem de achiziții de date de uz general

1.4. Sistem de achiziții de date pentru aplicații industriale

Sistemele de achiziție pentru aplicații industriale prezintă câteva caracteristici care le deosebesc față de SAD pentru utilizări generale.

În primul rând aceste sisteme fiind utilizate în mediul industrial se presupune că aria geometrică specifică unui astfel de spațiu este una relativ extinsă, iar echipamentele implicate în procesele de producție sunt amplasate în zone diferite.

Mediul industrial mai impune niște cerințe asupra echipamentelor amplasate aici. Astfel acestea sunt supuse unui mare număr de perturbații electrice, datorate surselor de alimentare, motoare electrice precum și factorilor de mediu ca temperatură, umiditate ridicată, medii corozive și în general periculoase.

Scopul sistemelor de achiziții de date pentru aplicații industriale este de a prelua mărimile de proces folosite pe urma în reglarea lui. Conectarea senzorilor și traductoarelor la sistemul de achiziție se face prin cabluri care pot fi în apropierea echipamentelor electrice de putere, a contactoarelor de motoare și arcuri electrice. În aceste situații, când cablurile au lungimi de zeci sau sute de metri intervine probabilitatea interferării cu mediul industrial poluat de perturbații electrice.

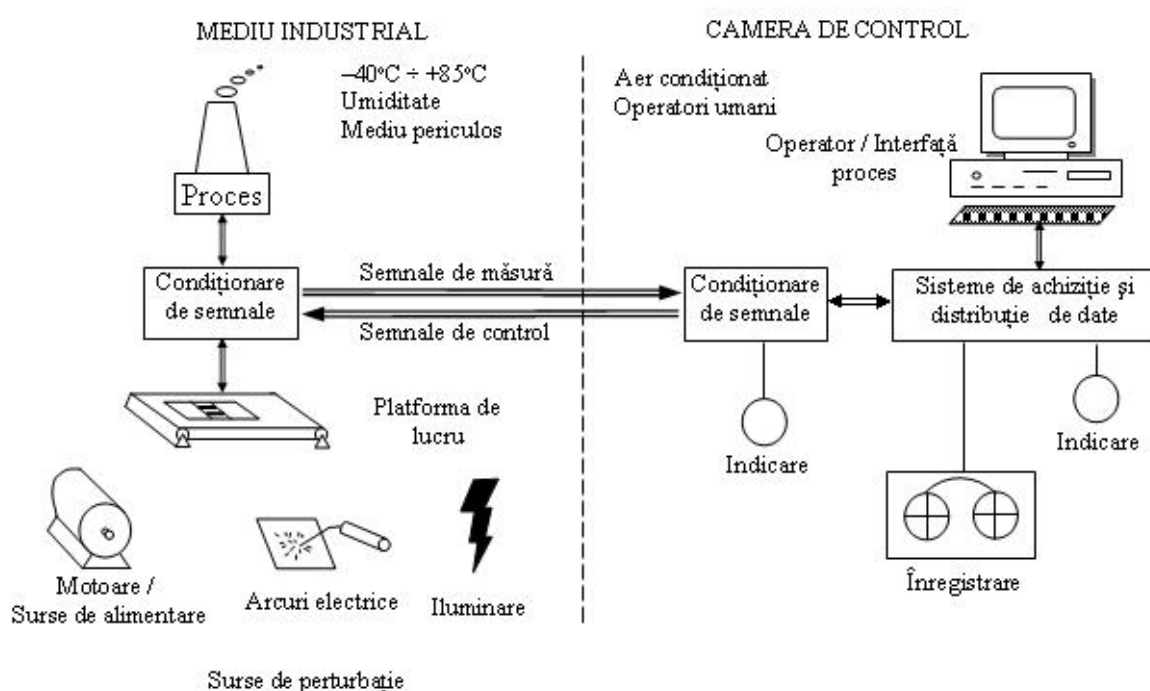


Fig. 1.4. 1 Răspândirea echipamentelor de măsură și control în mediul industrial

Într-o întreprindere (fig.1.4.1) echipamentele de măsurare și control sunt de obicei adăpostite într-o zonă separată cu un mediu ferit de influența zgomotelor și alte elemente perturbatoare. Acest loc poate fi considerat o cameră de control al proceselor unde de obicei se regăsesc echipamentele de calcul, care fac parte din structura tipică a SAD.

Cablurile de legătură a instrumentației din camera de control sunt de obicei cu mai multe perechi de fire torsadate pentru a reduce interferențele. Acestea fac legătura cu un număr mare de senzori necesari în procesele industriale. Totuși nu este de dorit ca firele de legătură să fie distribuite pe lungimi foarte mari. O soluție pentru acest impediment a fost folosirea unor dispozitive concentratoare de date, care colectează un număr mare de semnale, realizând condiționarea semnalelor și conversia numerică a acestora. Datele astfel obținute sunt trimise direct către echipamentul sau camera de control.

mărimii de ieșire să urmărească cât mai fidel evoluția intrării ce urmează o lege prestabilită.

O categorie specială de sisteme o formează sistemele de măsură cu parametrii controlați care urmăresc determinarea mărimii de măsurat în condiții bine determinate. Un astfel de sistem are atât caracteristici de instrumentație cât și de control.

Structura unui sistem de control și instrumentație cu parametri controlați include în principiu următoarele componente:

- Traductoarele ce prelevează mărimile de măsurat.
- Circuitele de condiționare a semnalelor ce realizează procesarea analogică a semnalelor (filtrare, izolare, amplificare).
- Circuitele de achiziție a datelor ce transformă semnalul analogic de intrare într-o mărime numerică.
- Sistemul de calcul care realizează analiza și eventual elaborează deciziile.
- Circuitele de ieșire analogice care furnizează semnalele prelucrate sau comenzile pentru sistemele în buclă închisă.
- Blocul de postprocesare analogică care permite interfațarea cu elementele de execuție.

Astfel sistemele de instrumentație și control pentru aplicații industriale sunt înglobate în structuri mult mai complexe din ierarhia supravegherii proceselor industriale.[2]

1.5. Rolul sistemelor de instrumentație și control în structuri SCADA

Acest tip de structură de supervizare a controlului și achiziției de date este un sistem computerizat, distribuit pe scară largă, având ca scop realizarea de la o stație centrală a controlului la distanță, respectiv monitorizării stării și condițiilor de operare a echipamentelor și instalațiilor aflate în câmp, locul de desfășurare a proceselor. Sunt cunoscute sub denumirea de sisteme SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) și se adresează unor industrii variate: chimică, transport, producerea, transportul și distribuția utilităților (apă, energie electrică, etc). Astfel, aceste sisteme, datorită utilității în monitorizarea și supervizarea controlului de proces reprezintă o parte vitală și integrantă a sistemelor informatice a producătorilor de bunuri și utilități asigurând suportul de date de

proces, de producție spre alte aplicații și utilitare software, care își au locul într-o firmă de producție.

Orice sistem SCADA este compus dintr-o serie de echipamente dedicate, precum unități de intrare/ieșire, diverse unități de control, interfețe operator, rețele de date, suport de comunicații, baze de date și aplicații software specializate. După cum a fost deja menționat, SCADA se referă la un sistem central de monitorizare și control a unei instalații complete, în multe situații luându-se în calcul răspândirea fizică pe suprafețe și distanțe mari.

Controlul propriu-zis al instalațiilor vine în sarcina unor instrumente dedicate un tip cunoscute sub denumirea de RTU (Remote Terminal Unit – Unități Terminale la Distanță) și alt tip sub cea de automate programabile (AP) sau PLC (Programmable Logic Controller). Spre exemplu, un AP poate controla debitul apei de răcire într-un proces industrial, dar sistemul SCADA poate permite unui operator să modifice valoarea de referință pentru debit și va permite înregistrarea și afișarea condițiilor de alarmă, ca scăderea debitului sau creșterea temperaturii. Bucla de reacție se închide prin PLC; sistemul SCADA monitorizează performanța globală a întregului proces.

Figura 1.5.1 înfățișează exemplul practic de implementare a unei structuri SCADA într-un proces industrial.

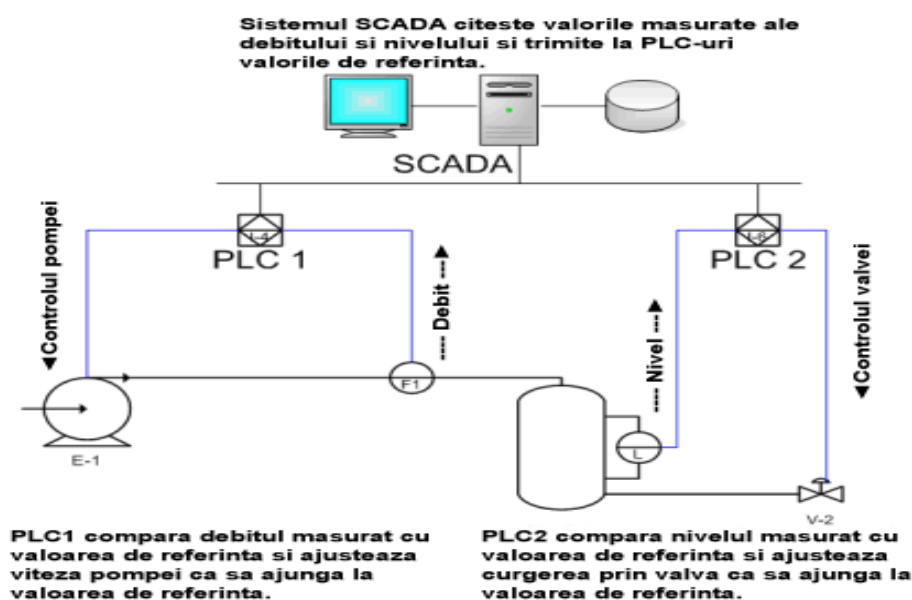


Fig. 1.5. 1 Schema unei aplicații practice cu SCADA

Din punct de vedere structural, sistemele SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition sunt compuse) din:

- Una sau mai multe echipamente de preluare a informațiilor din câmp asociate deja cu numele de AP. Aceste aparate preiau informațiile de la senzori sau alte echipamente de control situate inferior acestora;
- Un sistem de comunicații folosit pentru transferul datelor de la echipamentele de interfață din câmp, respectiv unități de control, spre computerele din locația centrală a sistemului SCADA. Acest sistem de comunicație este adesea eterogen ca suport, variantele întâlnite în practica de la telefonie clasică trecând prin radio, cablu, fibra optică și terminând cu sateliți, precum și combinații ale acestora.
- Unul sau mai multe computere centrale operând ca server (e), cunoscut sub numele de stație master, MTU - Master Terminal Unit sau Centru SCADA.
- Un sistem de comunicații care implementează și suportă stațiile de lucru ale operatorilor, personalul unei firme de producție. Din punct de vedere topologic stațiile de lucru pentru operatori se pot găsi la distanța dată de terminalul master al sistemului SCADA.
- În final, o serie de aplicații software comerciale sau dedicate, cunoscute sub denumirea de HMI - Human Machine Interface (Interfața Om - Mașină), dezvoltate cu scopul de a permite operatorilor să utilizeze sistemul SCADA într-o manieră intuitivă și eficientă, prin simbolistica grafică. Aceste aplicații software asigură suportul de comunicație cu restul sistemului, ușurează monitorizarea și controlul echipamentelor aflate la distanță, precum și interfațarea structurii SCADA cu alte sisteme complexe pe partea de management.

Achiziția datelor este împărțită pe nivele, în funcție de gradul de prelucrare al acestora (datelor), și începe de la nivelul RTU sau al PLC-ului, incluzând prelucrarea de informații de la nivelul senzorilor și alte dispozitive plasate în câmp, zona de producție.

Trecerea în cea mai mare măsură a funcțiilor de conducere pe seama unor sisteme numerice de prelucrare a informației (regulate numerice, echipamente de comandă numerică, automate programabile, calculatoare de proces, sisteme multiprocesor) ridică problema transferului de date sub formă numerică între aceste echipamente, constituind un nivel superior de prelucrare a informației față de cel primar, al achiziției de date din proces. Se conturează astfel o structură ierarhică a sistemului de transmitere de date care urmărește structura ierarhizată de conducere a procesului, întreprinderii sau macrosistemului industrial.

CAP. 2. AUTOMATE PROGRAMABILE

2.1. Istoric

În trecut principala metodă de control a unui sistem era deținută de oameni, însă în prezent este folosită pentru control electricitatea, iar acest control este bazat pe relee care permit întreruperea sau pornirea energiei fără a folosi un întrerupător mecanic.

Automatele programabile au apărut la sfârșitul anilor '60, ca răspuns la nevoile din industria producătoare de automobile și au înlocuit scheme electrice de control formate din sute sau chiar mii de relee.

Dezvoltarea tehnologiei, și implicit a calculatoarelor a revoluționat construcția automatelor programabile. Acestea sunt proiectate cu o multitudine de funcționalități specifice unui calculator atât din punct de vedere tehnic cât și economic (microprocesor, memorie, porturi de comunicație cu exteriorul, posibilitate de control prin program software rulat din memoria proprie, gabarit redus, etc). Prin urmare s-a făcut posibilă monitorizarea și controlul în timp real a multor aplicații din domeniul industrial.

Astfel automatele programabile folosite în automatizări ocupă un cadru foarte larg în industrie și nu numai. În anul 1990 existau mai mult de o mie de producători de PLC-uri fiecare din ei implementând diferite funcții specifice. Cele mai cunoscute firme producătoare sunt Mitsubishi Electric, Siemens, Moeller, Schneider, Telemecanique, Omron, General Electric.

2.2. Descriere tehnică

Un automat programabil (AP) este un microcalculator specializat care realizează funcții de monitorizare și control de o diversitate de tipuri și nivele de complexitate a unor parametrii ce caracterizează un anumit proces. Denumirea de PLC înseamnă în engleză Programmable Logic Controller care se traduce: controlor logic programabil sau controlor programabil. Figură de mai jos (fig.2.2.1) ilustrează un concept de aplicație cu ajutorului unui AP.

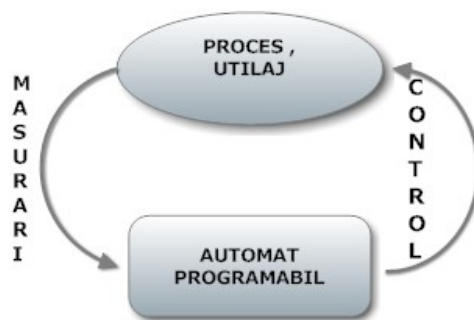


Fig. 2.2. 1 Diagrama aplicație conceptuală cu AP

Fiind în esență un microcalculator se presupune că dispune de o anumită cantitate de memorie, unitate centrală de procesare, porturi de intrări/ieșiri pentru comunicație cu exteriorul. Pe lângă acestea, având la baza funcționării logica programată, automatele programabile funcționează pe baza unui algoritm software încărcat în memoria proprie.

Din punct de vedere al complexității, automatele programabile sunt situate între echipamentele clasice cu contacte sau cu comutație statică ale instalațiilor de comandă și calculatoarelor electronice.

Utilizând o logică programată, circuite logice integrate și componente semiconductoare de putere, automatele programabile puse în comparație cu sistemele logice secvențiale, bazate pe logică cablată, prezintă următoarele avantaje:

- Gabarit redus;
- Consum redus de energie electrică;
- Fiabilitate ridicată în mediul industrial;
- Realizarea facilă a unor funcții specifice;
- Consum redus de conductoare și de cablaj;

Față de calculatoarele electronice implementarea PLC-urilor în anumite procese de monitorizare și control prezintă următoarele avantaje:

- Preț de cost redus;
- Viteză de răspuns ridicată;
- Imunitate crescută la perturbațiile des întâlnite în mediul industrial, unde utilizarea acestui tip de echipamente are o mare pondere;
- Număr mare de intrări/ieșiri;
- Limbaj de programare simplu;

Caracterul de sistem de achiziție de date al dispozitivelor AP, vine anume de la faptul că pot fi achiziționate cu ajutorul lor semnale analogice și digitale de la diferite componente situate în exterior (senzori, traductoare, comutatoare). O mai bună înțelegere a

caracteristicilor descrise reiese din figura 2.1, ce înfățișează schema bloc generală a unui automat programabil:

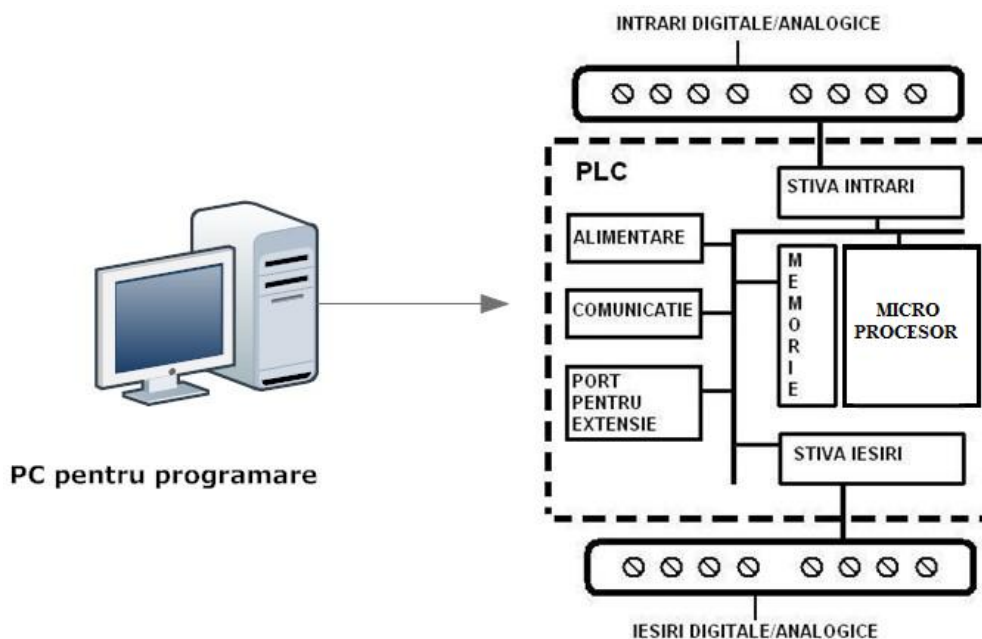


Fig. 2.2. 2 Schema bloc generală a unui AP compact

2.3. Principiul constructiv

Din punct de vedere constructiv un dispozitiv PLC se compune din (fig 2.1):

- Microsistem de calcul, de obicei implementat cu ajutorul unui μ controller;
- Memorie;
- Set de interfețe digitale și/sau analogice, care conțin circuite de adaptare pentru semnalele achiziționate;
- Modul de alimentare electrică;
- Diferite module cu funcții speciale (comunicație, achiziții, etc.);
- Carcasă protectoare.

Împrumutând elemente constructive din structura unui calculator, în implementarea practică a unui AP aceste elemente se grupează după cum urmează: procesorul împreună cu memoria și alimentarea alcătuiesc unitatea centrală de prelucrare, iar separat, la exterior, este dispus sistemul de intrări/ieșiri.

În această ordine de idei procesorul din unitatea centrală de prelucrare este partea care realizează interpretarea informației provenită din exterior. Informația este reprezentată

sub forma programelor de control sau datelor preluate din procese. Pe scurt procesorul este „creierul” automatului programabil. Memoria servește atât la stocarea codului de program de control, cât și la memorarea informațiilor culese. Alimentarea are rol în aprovizionarea cu energie electrică, necesară funcționării tuturor elementelor electrice și electronice din componența echipamentului.

Sistemul de intrări/ieșiri reprezintă modalitatea de interfațare a tuturor echipamentelor de tip senzor, comutator, actuator, releu, semnalizator, etc, conectate la un PLC. În detaliu, acesta se compune din două elemente:

- Primul este un sistem de cuplare cu mai multe canale, pentru conectarea fizică a echipamentelor externe;
- Al doilea este o memorie tampon care reține starea intrărilor sau ieșirilor în concordanță cu semnalele achiziționate pe canalele corespunzătoare, respectiv rezultate în urma prelucrărilor cu programul de control destinate ieșirilor.

Datorită diferitelor tipuri de semnale trimise sau primite de dispozitivele cuplate pe intrările, respectiv ieșirile unui AP, intervine o diferențiere a sistemelor de intrări/ieșiri, astfel acestea se pot clasifica în digitale sau analogice.

Carcasa este un element important datorită faptul că oferă protecție și include într-o formă cât mai robustă elementele constructive ale unui dispozitiv PLC. În al doilea rând poate fi dotată cu indicatoare de semnalizare și diagnoză a stării de funcționare a echipamentului prezentat în cazul de față.

2.4. Principiul de funcționare

Pornind de la structura de bază a unui AP, care include unitatea centrală de procesare și interfețele de intrări/ieșiri, funcționarea este relativ simplă. Sistemul de intrări/ieșiri este conectat fizic la echipamentele de monitorizare și control folosite într-un proces dat. La schimbarea parametrilor procesului, aceste echipamente transmit mărimile caracteristice prin porturile de intrări. În continuare se impun anumite condiții, stabilite în prealabil în conținutul programului de control, asupra procesului. În final, pe partea de ieșiri se trimit comenzi pentru reglarea sau comanda diferitelor echipamente.

Cel mai simplu exemplu, care poate fi observat și în fig.2.4.1, este aprinderea unui bec cu ajutorul unui AP. La intrare este conectat întrerupătorul, care în mod normal ar închide circuitul pentru a aprinde un bec. În momentul comutării întrerupătorului pentru a

închide circuitul, intrarea care face legătura fizică sesizează acest lucru. Informația este interpretată de UCP, care trimite un semnal de activare pe canalul din portul de ieșiri, prin care se face legătura fizică cu elementul comandat și astfel se acționează închiderea circuitului de alimentare a becului, care se aprinde.

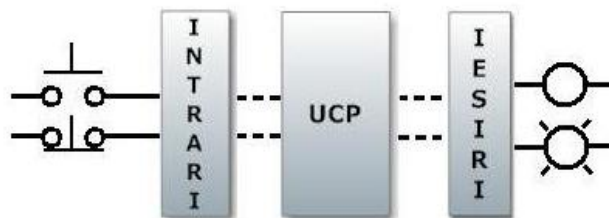


Fig. 2.4. 1 Schema principiului de funcționare a unui AP

Un mod mult mai practic de prezentare a principiului de funcționare, ilustrat și prin figura 2.4.2, este acela de a considera AP un aparat construit din sute sau mii de relee separate (pe care de fapt în practică le și înlocuiesc), numărătoare, temporizatoare și locații de memorie (folosite pentru stocare sau alte operații). În realitate aceste temporizatoare, relee și numărătoare nu există. Ele sunt simulate software de programul rulat intern în AP, cu excepția unui număr redus de relee electrice, care totuși pot fi incluse în realizarea fizică a aparatului.

Astfel, realizând această analogie, înfățișată în figură 2.4.2, modul în care un automat programabil funcționează, devine mult mai clar și ușor de înțeles.

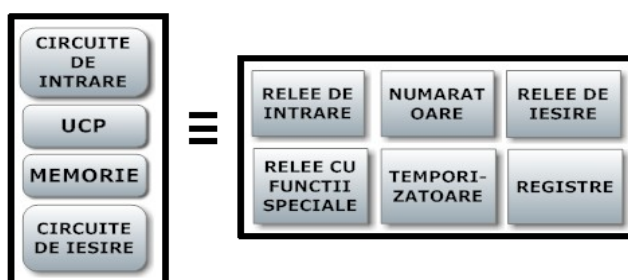


Fig. 2.4. 2 Schema componente simulate software ale AP

Releele de intrare (contacte) sunt montate la exterior, în sistemul de intrări și au rol în preluarea semnalelor de la întrerupătoare, senzori etc. În ziua de azi acestea sunt înlocuite cu tranzistori pentru o mai mare eficiență și performanță.

Releele cu funcții interne (contacte) nu primesc semnale din exterior și nici nu există fizic fiind simulate software. Ele exprimă capacitatea unui PLC de a elimina

schemele cu relee. Prin urmare există relee simulate care îndeplinesc funcții speciale și care pe urmă se împart în două tipuri: normal închise și normal deschise.

Numărătoarele, la rândul lor, nu sunt piese fizice ci sunt simulate în programul de control pentru a fi folosite la numărarea unor semnale puls. Ele au funcții de numărare crescătoare sau descrescătoare sau în ambele sensuri. Din moment ce sunt funcții simulate prin program, viteza de numărare este limitată, totuși unii producători de echipamente PLC includ în construcția fizică și numărătoare de mare viteză.

Temporizatoarele sunt tot elemente software și sunt simulate prin diferite metode sau variante de incrementare, care poate varia, spre exemplu, de la o milisecundă până la o secundă.

Releele de ieșire (cunoscute și sub denumirea de bobine în nomenclatura de specialitate) sunt piese care există fizic și sunt folosite pentru a trimite semnale spre diferite circuite de activare la sistemul de ieșiri ale AP.

Locațiile de memorie sau registrele stochează temporar date, sau au o rol extrem de important în operațiile de prelucrare realizate de către UCP-ul automatului programabil, sub coordonarea algoritmului software. Stocarea datelor este o necesitate ce intervine de obicei în modul de funcționare al PLC-urilor.

În conformitate cu principiul de funcționare al unui AP, algoritmul software este astfel conceput, încât realizează interogarea intrărilor și ieșirilor în tot timpul de funcționare al aparatului, după o anumită regulă prezentată în cele ce urmează.

În timpul funcționării, UCP-ul presupune 3 pași importanți:

- 1) - citește starea intrărilor, care practic înseamnă semnalele primite de la senzori și alte dispozitive conectate la interfața de intrări, și verifică dacă există sau nu semnale pe canalul respectiv din modulul de intrări;
- 2) - execută programul de control stocat în memoria internă, urmărind fiecare instrucțiune din liniile acestuia, și pe baza condițiilor impuse în programare și a datelor preluate la intrări se vor activa sau nu semnalele pe diferite canale de la ieșiri;
- 3) - actualizarea stării ieșirilor în urma rezultatului prelucrărilor inițiale.

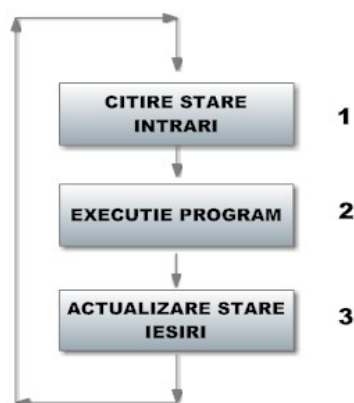


Fig. 2.4. 3 Schema ciclul de execuție a unui program de control

Așadar acest proces de prelucrare secvențială: citirea intrărilor, execuția programului din memorie și actualizarea ieșirilor este cunoscut sub denumirea de scanare sau timp de scanare, ilustrat prin diagrama din figura 2.4.3. Timpul de scanare constituie totodată un important criteriu de performanță a unui AP. Practic cu cât timpul în care se realizează aceste cerințe este mai scurt, cu atât un AP este mai performant și poate realiza un control în timp real.

2.5. Programarea

Funcțiile îndeplinite de un AP sunt definite printr-un program. Acest program poate fi adaptat în conformitate cu necesitățile procesului sau sistemului monitorizat, controlat.

AP pot fi programate pornind de la ecuațiile logice corespunzătoare sistemului. De asemenea se poate porni de la schemele de comandă realizate cu relee sau cu circuite logice cu comutație statică, în logică cablată. O altă metodă folosește organigrama care descrie procesul tehnologic condus.

Primele PLC-uri erau programate cu ajutorul panourilor sau terminalelor speciale de programare brevetate de firmele producătoare. Mai recent, acestea sunt programate utilizând aplicații software, încadrate în sfera limbajelor de programare, rulate pe un calculator desktop. Acest mod oferă o mare flexibilitate în editarea software-ului de control datorită ușurinței de utilizare a PC-urilor. După scrierea programului, urmează încărcarea în memoria automatului. Transferul programului este realizat foarte ușor și prin conectarea pe interfața serială RS-232 sau Ethernet, funcționalități care momentan sunt întâlnite aproape la toate modelele de echipamente PLC.

Datorită diversității firmelor producătoare și tipurilor de automate programabile, există mai multe variante și limbaje de programare, dintre care pot fi menționate:

- Programarea cu ajutorul limbajelor grafice;
- Programarea prin diagrama Ladder (schema cu contacte);
- Programarea în limbaje de nivel înalt (C, Pascal, etc.);

Cel mai accesibil mod de a edita programe pentru controlul AP, este limbajul Ladder, deoarece se bazează reprezentarea grafică folosită pentru schemele electrice de comandă. Acest stil de limbaj a fost dezvoltat pentru a ușura crearea programelor și menținerea facilă a acestora.

Scrierea unui program în limbajul Ladder (LD) presupune desenarea unei diagrame similare unei scheme electrice cu contacte. Așadar, elementele componente ale diagramei modelând funcționarea unei astfel de schema menționată mai sus.

De aici, elementele de bază utilizate în limbajul LD sunt contactele, bobinele, temporizatoarele, numărătoarele și blocurile funcționale (funcții).

Contactele sunt elementele de programare care simulează contactele aparatelor electrice de comutație. În acest fel, acestea pot fi: normal deschis și normal închis, după cum se observă și în figură 2.5.1:

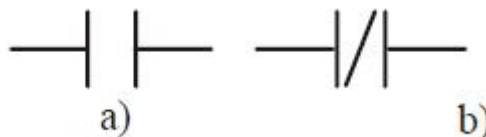


Fig. 2.5. 1 Tipuri de contacte: a) normal deschis; b) normal închis

În cadrul unui program LD, contactele pot fi asociate intrărilor sau ieșirilor automatului programabil sau unor variabile interne. La intrări pot fi conectate fizic dispozitive care au două stări de funcționare, cum ar fi:

- Contactele auxiliare ale contactoarelor și releelor;
- Contactele n.i. sau n.d. ale butoanelor de comandă, ale limitatoarelor de cursă, ale detectoarelor de mărimi fizice sau ale elementelor de protecție;
- Contactele n.i. sau n.d.;
- Ieșirile digitale ale unor aparate de măsură, protecție sau comandă;
- Ieșirile digitale ale altor AP sau sisteme de comandă etc.

Pe lângă contactele obișnuite, unii producători pun la dispoziția programatorilor de scheme LD și alte elemente de programare corespunzătoare intrărilor AP cum ar fi:

- Intrări cu memorie;

- Intrări active pe front crescător;
- Intrări active pe front descrescător;

Pe lângă contacte, bobinele (fig.2.5.2) sunt elemente de programare care simulează funcționarea bobinelor, contactoarelor și releelor electromagnetice. Și acestea pot avea două stări: alimentate sau nealimentate și sunt asociate ieșirilor unui AP cât și unor elemente simulate intern în funcționarea AP. Fiecărei ieșiri i se asociază o singură bobină și unul sau mai multe contacte. La aceste ieșiri pot fi conectate dispozitive care au două stări de funcționare, cum ar fi:

- Bobinele contactoarelor sau releelor;
- Elemente de semnalizare acustică sau luminoasă;
- Sarcini de putere mică;
- Intrări digitale ale unor aparate de măsură, protecție sau comandă;
- Intrările digitale ale altor AP sau sisteme de comandă etc.

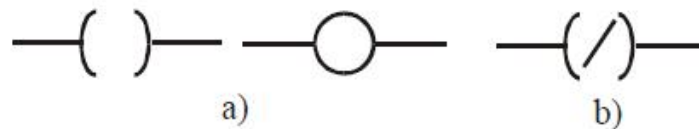


Fig. 2.5. 2 Tipuri de bobine în LD: a) alimentată; b) nealimentată

Temporizatoarele sunt elementele care modelează funcționarea releelor de timp și a contactelor temporizate. De regulă sunt utilizate pentru a realiza acțiuni întârziate sau care durează un anumit interval de timp. Valoare de timp după care acestea reacționează se exprimă în unități de timp, de obicei secunde.

Numărătoarele sunt elemente de programare care pot primi o serie de impulsuri ce se analizează în cadrul programului LD pentru a detecta numărul de apariții ale unor evenimente, care pot fi:

- Numărul de conectări-deconectări ale unui aparat;
- Numărul de pași efectuat de un motor pas cu pas;
- Numărul de sticle care au fost umplute într-o stație de îmbuteliere etc.
- Numărului de evenimente poate fi comparat cu anumite valori prestabilite și în funcție de rezultatul acestor operații pot fi luate anumite decizii.

Blocurile funcționale sunt folosite pentru ușurarea muncii programatorului și cuprind sub o formă simplificată structuri mai complexe de program. Funcțiile pe care le poate modela un bloc funcțional sunt dintre cele mai diverse:

- Funcții de încărcare a unor constante numerice;
- Funcții aritmetice;
- Funcții logice pe 8 sau 16 biți;
- Funcții de conversie a informației din diferite formate etc.

Standardul IEC 61131-3 a fost dezvoltat în scopul uniformizării limbajelor de programare care se bazează pe principiul schemelor cu contacte. Limbajul LD este sub reglementarea acestui standard.[6]

2.5.1. Cum se procesează programul

Programul se procesează de sus în jos de la pasul 0 la ultimul pas (fig.2.5.3), în ordinea în care instrucțiunile sunt programate. Rezultatele prelucrării unei anumite secvențe de program sunt memorate și utilizate pe durata ciclului curent de scanare a intrărilor și ieșirilor.

Procesarea intrărilor se realizează pe baza valorilor din memoria tampon și nu cu valorile instantanee ale intrărilor.

Rezultatele operațiilor logice relevante pentru ieșiri sunt stocate în memoria tampon a ieșirilor. Aceste informații rămân nemodificate până la următoarea scriere. La sfârșitul programului valorile sunt transmise către ieșirile fizice, după care ciclul de scanare reîncepe.[13]

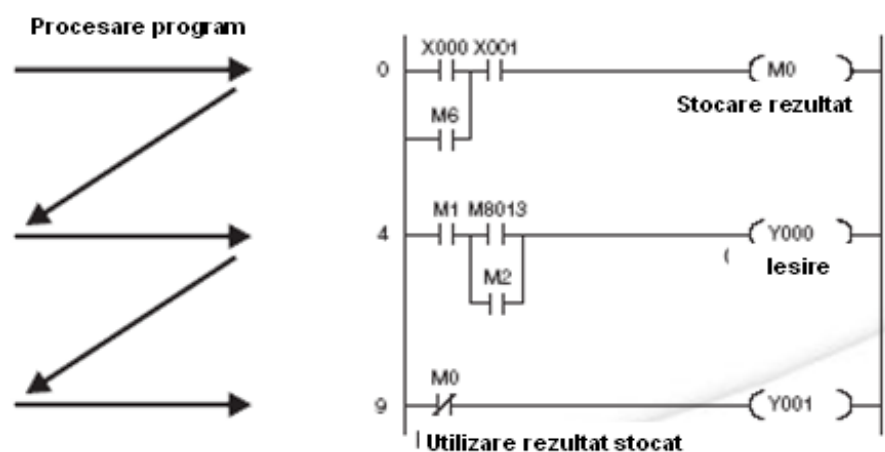


Fig. 2.5. 3 Procesarea programului

CAP. 3. MODELE DE SISTEME DE COMUNICAȚII ȘI STANDARDE PENTRU REȚELELE DE INSTRUMENTAȚIE ȘI CONTROL

3.1. Comunicația de date

Transmisia de date presupune transferul informației într-un singur sens, de la o sursă la un destinatar, în timp ce comunicația face transferul informației, între două echipamente terminale ale canalului de transfer în ambele sensuri. Prin urmare, canalul de transfer fiind utilizat bidirecțional se consideră un canal de comunicație. Ansamblul astfel creat, din terminalele și mediul de comunicație constituie un sistem de comunicație.

Principiul de comunicație, figura 3.1.1, necesită următoarele componente :

- sursa de informații ;
- un dispozitiv ce convertește informația într-o formă compatibilă cu natura canalului de comunicație;
- un canal de comunicație ;
- un dispozitiv ce convertește informația, primită pe canalul de comunicație într-o formă care poate fi interpretată la destinație
- destinația comunicației



Fig. 3.1. 1 Schema principiului de comunicație

De obicei, terminalele unui canal de comunicație sunt calculatoare care se bazează pe implementări hardware și software diferite.

Pentru a realiza comunicația în condiții optime, este necesar ca sursă și destinația să folosească o metodă comună pentru transmiterea datelor. Stabilirea acestei metode presupune următoarele condiții:

- O modalitatea comună de atenționare că urmează a fi transmise date, iar semnalele să-și mențină aceeași amplitudine;

- Un mediu de comunicație (cabluri răsucite, cablu coaxial, fibră optică, radio etc);
- Metode de control al fluxului de date;
- Proceduri pentru detectarea și corectarea erorilor în transmitere.[8]

3.2. Rețele pentru comunicații de date

Există mai multe modalități de transmisie a datelor între calculatoare, depinzând de numărul acestora, de mediul de transmisie utilizat și de natura programelor de aplicație.

Dacă în comunicație sunt implicate două calculatoare care se găsesc în apropiere, se utilizează o conexiune simplă punct la punct, însă dacă acestea sunt separate la o distanță considerabilă se utilizează o rețea publică de transport.

Astfel, dacă mai multe calculatoare sunt implicate în comunicație, ele sunt conectate prin intermediul unei rețele. Pornind de la această structură, dacă rețeaua de calculatoare are o dimensiune redusă, fiind localizate într-o singură clădire, ea poartă numele de rețea locală de calculatoare (LAN - Local Area Network). Vitezele uzuale în acest tip de sisteme de comunicație sunt de 10,100 Mbps.

Modul de conectare al calculatoare în rețea poate să difere rezultând astfel diferite topologii pentru rețele. Topologiile de bază sunt magistrală comună, stea și inel, date și în figură 3.2.1, iar prin interconexiunea acestora putând rezulta alte topologii derivate.

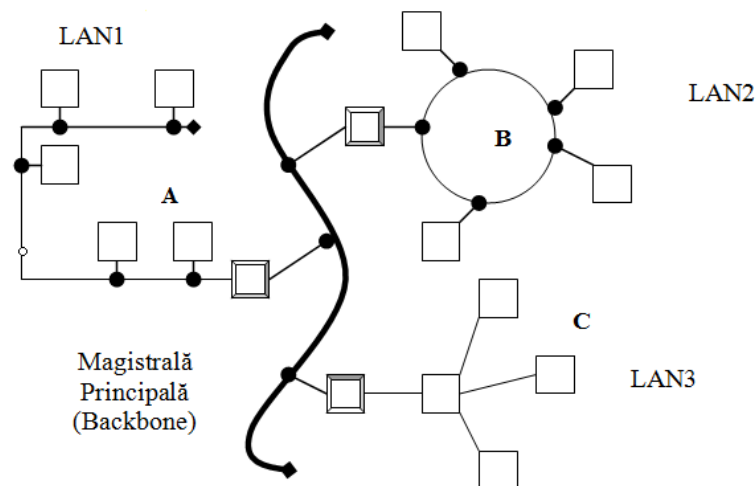


Fig. 3.2. 1 Topologii de rețele: A - magistrală comună; B - inel; C - stea

În situația în care calculatoarele se află la o distanță foarte mare (orașe, regiuni, țări diferite) rețeaua este larg răspândită geografic (WAN-Wide Area Network). Pot exista mai

multe modalități de realizare a rețelelor WAN, în funcție de destinația acestora. Spre exemplu cazul în care o astfel de rețea aparține aceleași instituții și cantitatea de date transmisă între diferitele componente este foarte mare se poate realiza conectarea prin intermediul unor linii închiriate. Rețelele WAN realizează conexiuni cu viteze cuprinse între 9600 bps și 45 de Mps

Toate aceste tipuri de rețele sunt diferențiate atât de vitezele la care funcționează cât și de soluțiile tehnologice pe baza cărora sunt construite.

3.3. Componente de rețea

Componentele întâlnite în rețelele de calculatoare, care asigură conectivitatea, sunt: NIC (placa de rețea), repetor, hub, punte (bridge), switch, router, gateway (poarta).

Plăcile de rețea asigură conectivitatea fizică a unui calculator/sistem la rețea. Fiecare placă de rețea este înscrisă cu un cod unic numit adresa MAC (Media Access Control - controlul de acces la mediu) care identifică unic placa respectivă și automat și terminalul pe care îl interfațează cu rețeaua.

Echipamentele de tip repetor/hub sunt în realitate două dispozitive hardware care se deosebesc unul față de celălalt, dar pentru moment pot fi abordate împreună datorită unor funcționalități pe care le împart. În principiu repetorul/hub este un concentrator de cabluri ce dispune de mai multe porturi pentru conectarea. Pe lângă această sarcină, o altă funcție este regenerarea semnalului (prin amplificare), la primirea acestuia, apoi de al trimite mai departe. După trecerea prin concentratorul de cabluri semnalele revin la forma inițială. Acesta reprezintă o soluție pentru extinderea lungimii rețelei, deoarece atenuarea semnalului este rezolvată.

Puntea (bridge) se utilizează pentru conectarea a două LAN-uri sau pentru conectarea segmentelor în interiorul aceluiași LAN, deci permite conectarea a două porțiuni de rețea

Switch-ul poate fi gândit ca o punte multiport. La prima vedere arată ca un hub, cu porturi la care se conectează calculatoarele și alte dispozitive, dar are funcționalitate de punte, deoarece:

- Transmite sau filtrează cadrele de date pe baza adreselor MAC;
- Crește eficiența rețelei;
- Crește nivelul de securitate al rețelei.

Router-ul este utilizat pentru a conecta două sau mai multe rețele, majoritatea rețelelor de dimensiune mai mare vor avea instalate unul sau două routere. Folosit în dirijarea pachetelor pe baza adreselor.

Poarta (Gateway) este un termen mai nebulos și nu reprezintă neapărat un echipament. Depinde de contextul în care este utilizat termenul și astfel pot fi:

- O combinație de hardware și software care leagă diferite tipuri de rețele - asigură conectivitatea între diferite tipuri de rețele;
- În principal are semnificația unei porți, a unui punct de intrare într-o rețea.

3.4. Modelul de referință OSI

O rețea de calculatoare trebuie să asigure interconectarea de echipamente structural diferite, precum și comunicația de informații eterogene, cum ar fi date sub formă de biți, informații audio și video, permițând interschimbarea echipamentelor, conectarea de noi echipamente sau scoaterea unor echipamente din rețea, fără a fi afectată funcționarea rețelei. O astfel de rețea formează un mediu de interconectare a sistemelor deschise (interoperabile).

Pe la mijlocul anilor '70, datorită dezvoltării masive a diferitelor tipuri de sisteme distribuite de calcul, au apărut ca evidente avantaje, o serie de standarde legate de aceste probleme. Unul din cele mai cunoscute standarde a fost introdus de ISO (Organizația Internațională pentru Standardizare) și este cunoscut sub denumirea de modelul de referință ISO pentru interconectare sistemelor deschise OSI (Open Systems Interconnection).

Un subsistem de comunicație (componentele de rețea) implică în general o cooperare complexă între diferite componente hardware și software. Dezvoltarea unui software care să asigure funcționarea în ansamblu al subsistemului de comunicație duce la programe masive, cu multe interacțiuni între componente scrise în general în limbaj de asamblare, foarte dificil de testat și modificat.

Pentru depășirea acestei probleme, ISO a adoptat pentru modelul de referință o structură multistrat, împărțind subsistemul de comunicație în nivele care au și execută funcții bine definite. Conceptual, fiecare nivel trebuie să execute una sau două tipuri generice de funcții: funcții dependente de rețea și respectiv funcții orientate pe aplicație.

Această împărțire duce la apariția a trei medii de operare distincte (fig. 3.4.1):

- Mediul asociat rețelei, care se referă la standardele și protocoalele asociate diferitelor tipuri de rețele de comunicații de date;
- Mediul OSI, care înglobează mediul asociat rețelei, adăugându-i standarde și protocoale orientate pe aplicație, astfel încât să permită ca diferite calculatoare să comunice între ele după o manieră deschisă, generală.
- Mediul sistemului real, construit în jurul mediului OSI, care cuprinde o serie de aplicații și servicii.

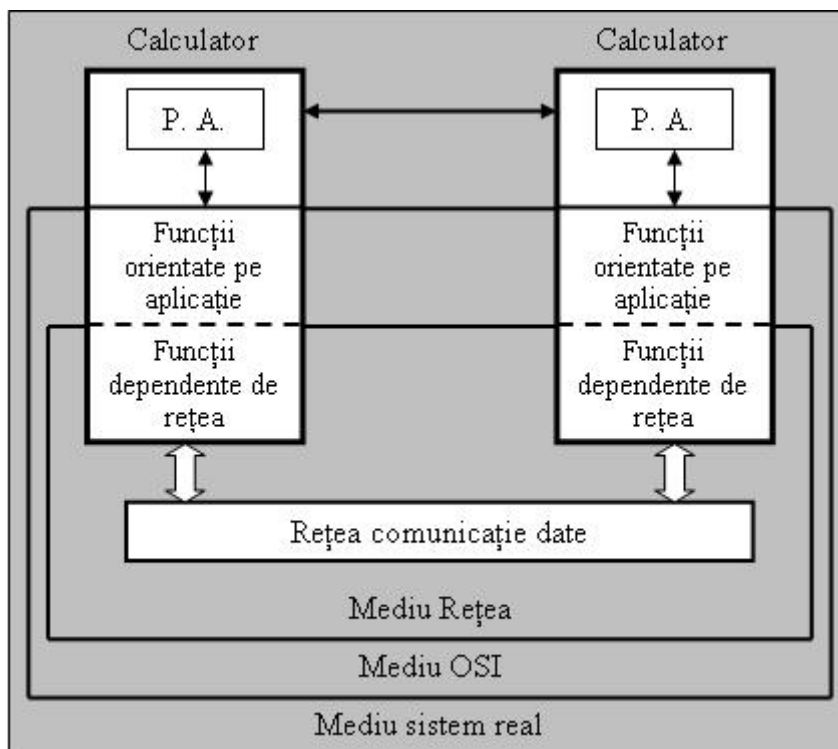


Fig. 3.4. 1 Impărțirea funcțiilor nivelelor în funcție de necesitățile standardizării

Atât funcțiile dependente de rețea cât și cele orientate pe aplicație ale modelului OSI sunt implementate pe un număr de nivele.

Asadar, fiecare nivel execută o funcție bine definită în contextul întregului subsistem de comunicație. Nivelul își realizează funcția respectând un set de reguli, numit protocol, schimbând mesaje (date și mesaje de control) cu nivelul echivalent al sistemului de la distanță cu care comunică propriul sistem de calcul. Fiecare nivel comunică prin intermediul unei interfețe cu nivelul imediat superior și nivelul imediat inferior.

În concluzie, specificațiile ISO se referă la funcțiile și interfețele fiecărui nivel în parte, particularitățile de implementare al nivelelor fiind lăsate pe seama producătorilor de sisteme de comunicație.

Modelul OSI-ISO este structurat pe 7 nivele, ilustrate in figura 3.4.2.

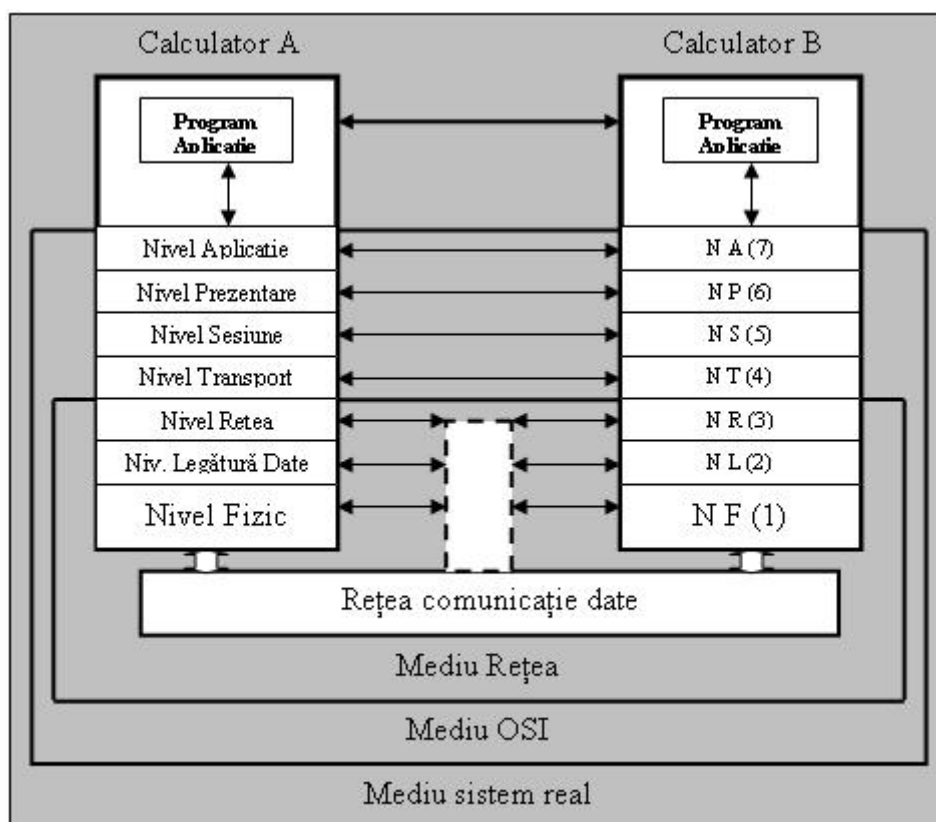


Fig. 3.4. 2 Structura modelului OSI

Cele trei nivele inferioare sunt dependente de rețea și funcționează pe bază de protocoale care asigură comunicația de date între două calculatoare conectate prin intermediul rețelei.

Cele 3 nivele superioare sunt orientate pe aplicație, permițând ca două programe de aplicație care se execută pe calculatoare diferite să poată interacționa între ele, prin intermediul unor servicii oferite de sistemele de operare ale calculatoarelor respective.

Nivelul patru (transport) realizează interfața între nivelele superioare cu funcții orientate pe aplicație și cele inferioare, dependente de rețea.

Funcția realizată de fiecare nivel este specificată formal prin intermediul unui protocol, reprezentând un set de reguli și convenții respectate de către nivel, pentru a comunica cu nivelul similar al sistemului cu care comunică sistemul gazdă. De asemenea, fiecare nivel furnizează un set de servicii nivelului imediat superior, folosind în același timp serviciile oferite de nivelul imediat inferior.

Funcțiile de bază ale fiecărui nivel al standardului OSI sunt prezentate în continuare.

Nivelul Aplicație reprezintă de fapt interfața utilizator pentru o serie de servicii distribuite, cum ar fi transferul fișierelor, accesul și gestiunea în rețea ale acestora, schimburile de mesaje, etc. Accesul la serviciile nivelului aplicație se face prin intermediul unor primitive având fiecare asociat un set de parametrii, primitive suportate de sistemul de operare local. Aceste primitive sunt similare primitivelor sistemului de operare, iar modul lor de apel și informațiile returnate sunt aceleași. Deci, accesul la rețea va fi similar accesului la resursele locale, în mod absolut transparent pentru programul utilizator.

O serie de servicii furnizate de nivelul aplicație sunt:

- identificarea partenerilor de comunicație doriți, pe baza numelui său adresei;
- determinarea disponibilității unui partener dorit de comunicație;
- stabilirea autorității în cadrul comunicației;
- acceptarea mecanismelor de codificare;
- autentificarea partenerului dorit de comunicație;
- impunerea disciplinei în dialog, inclusiv a procedurilor de inițiere și terminare;
- identificarea constrângerilor de sintaxă (set de caractere, structuri de date, etc.).

Următorul nivel se ocupă cu reprezentarea (sintaxa) datelor pe parcursul transferului între două procese de aplicație care comunică. Pentru a respecta cerințele de interconectare a sistemelor deschise, sunt definite o serie de forme de sintaxă de date abstracte, utilizate de procesele de aplicație împreună cu forme concrete de sintaxă. Nivelul Prezentare negociază și selectează sintaxa utilizată în cadrul tranzacției, astfel încât structura mesajelor schimbate de cele două entități să rămână aceeași, realizând în acest scop conversii ale reprezentării datelor.

Nivelul Sesiune permite celor două entități aflate în comunicație să-și organizeze și sincronizeze dialogul și să gestioneze schimbul de date. De asemenea, acest nivel este

responsabil cu stabilirea și anularea canalului de comunicație între două entități. Alte funcții ale nivelului sesiune sunt:

Nivelul Transport reprezintă o interfață între nivelele superioare orientate pe aplicație și respectiv nivelele inferioare, dependente de rețea. El furnizează nivelului sesiune mesaje, ascunzând operațiunile detaliate legate de tipul rețelei pentru transferul mesajului.

Nivelul transport acceptă date de la nivelul sesiune, le descompune dacă este cazul în unități mai mici pe care le predă nivelului rețea și se asigură că toate fragmentele sosesc corect la celălalt capăt. De asemenea, recompilează mesajele primite de la nivelul rețea în datele oferite nivelului sesiune. Acest nivel realizează independența nivelelor superioare de modificările survenite în tehnologia echipamentelor de rețea.

Cele trei nivele inferioare ale modelului OSI sunt dependente de rețea și variază de la un tip de rețea la altul. În general, nivelul rețea este responsabil cu stabilirea și întreruperea prin intermediul rețelei de comunicație a unei conexiuni între două entități de nivel transport. Nivelul include câteva funcții, cum ar fi rutarea (adresarea) în cadrul rețelei, fluxul de date la nivelul interfeței calculator-rețea de comunicație, etc. Deci, nivelul se ocupă cu dirijarea pachetelor de date de la sursă la destinație.

Nivelul legăturii de date transformă un mijloc oarecare de transmisie într-o linie care să fie disponibilă nivelului rețea fără erori de transmisie nedetectate. Deci, este responsabil cu detectarea erorilor și respectiv transmisia/retransmisia datelor în caz de eroare. Nivelul oferă două tipuri de servicii:

- servicii neorientate pe conexiune. Pot fi servicii neconfirmate neorientate pe conexiune, caz în care nu se încearcă în nici un mod recuperarea unui cadru pierdut pe linia de comunicație, sau servicii confirmate neorientate pe

- servicii orientate pe conexiune. În acest caz, între emițător și receptor este stabilită o conexiune înainte de transmisia cadrelor, fiecare cadru fiind confirmat în parte. Confirmarea unui cadru specifică recepționarea corectă a tuturor cadrelor anterioare.

Nivelul Fizic se compune din totalitatea dispozitivelor mecanice și electrice care concură la transmisia informației între sursă și destinație.

Având în vedere modelul stratificat și prelucrările efectuate de fiecare nivel în parte asupra informației ce se comunică, aceasta este organizată pentru fiecare strat după cum se vede în figura 3.4.3.

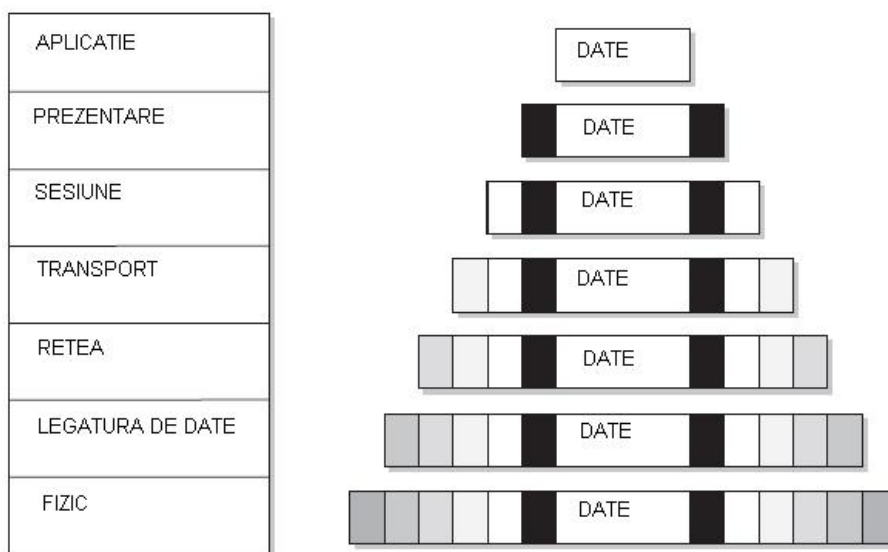


Fig. 3.4. 3 Impachetarea mesajului

3.5. Modelul TCP/IP

Anterior modelului OSI și în concurență cu acesta, cercetările referitoare la comunicația între calculatoare și rețele de calculatoare au fost întreprinse și de Departamentul Apărării al Statelor Unite prin finanțarea proiectului DARPA. Ca rezultat al

acestor cercetări, un număr mare de rețele de calculatoare aparținând diferitelor universități sau altor instituții au fost conectate cu rețelele DARPA, rezultând interpretată numită ARPANET. Această rețea s-a dezvoltat ulterior cuprinzând alte rețele de calculatoare, formând în final o rețea de rețele de calculatoare cunoscută sub numele de Internet.

Modelul TCP/IP este așadar o suită de protocoale ce a fost dezvoltată pornind tot de la principiul sistemelor deschise. Acesta presupune împărțirea funcțiilor în patru grupe, așezate în tot atâtea nivele, așa cum se poate vedea în figură 3.5.1.

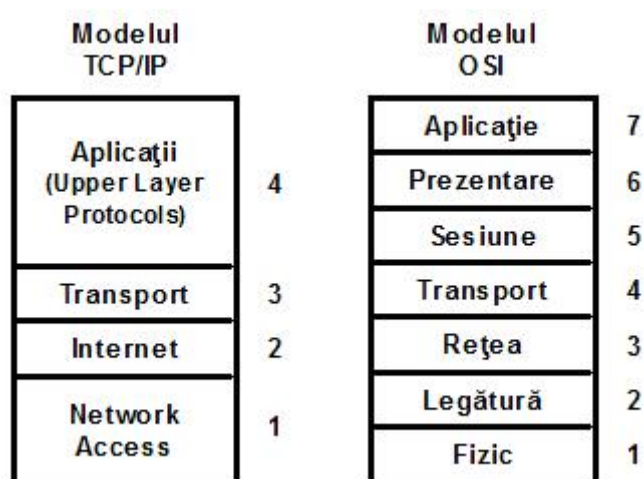


Fig. 3.5. 1 Modelul TCP/IP în comparație cu modelul OSI

Funcțiile acestor nivele sunt identice cu cele ale modelului de referință OSI. În nivelele Network Access (nivel de acces la componentele fizice ale rețelei) și Upper Layer Protocols (protocoale de nivel superior) sunt grupate mai multe funcțiuni elementare, care în modelul OSI sunt așezate în nivele separate[9]

3.6. Tehnologia Ethernet

Termenul Ethernet se referă la o familie de soluții tehnice, care permit realizarea de rețele locale LAN, folosind o metodă de acces la mediul de transmisie CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection - Acces multiplu cu urmărirea purtătoarei și cu detectarea coliziunilor). Tehnologia, care este prezentă în peste 85% din rețelele locale, a fost concepută inițial pentru a utiliza cablu panglică și coaxial. În prezent se folosește cablu cu perechi de fire răsucite (Twisted Pair) și fibră optică. Ratele de transfer definite de variantele acestei tehnologii sunt prezentate mai jos:

- 10 Mbps – 10Base-T (Twisted Pair), 10 Base2 și 10Base5 (coaxial);
- 100 Mbps - Fast Ethernet;
- 1000 Mbps - Gigabit Ethernet;
- 10-Gigabit Ethernet (faza experimentală) este definit prin standardul Suplimentar IEEE 802.3ae.

Protocoalele care fac ca această tehnologie să funcționeze au următoarele principale caracteristici:

- Sunt ușor de implementat, gestionat și întreținut;
- Permit construirea de rețele cu costuri minime;
- Asigură instalarea și modificarea rapidă a arhitecturii rețelei;
- Asigură conectivitatea cu echipamente similare, indiferent de producătorul acestora

Standardul IEEE 802.3 a avut ca punct de plecare în dezvoltarea sa specificațiile Ethernet. Între acestea două există niște diferențe datorate diferitelor firme care au lucrat la dezvoltarea lor. Una dintre diferențe se referă la faptul că prescripțiile pentru Ethernet acoperă serviciile reglementate de nivelul OSI 1 și 2, în timp ce standardul IEEE 802.3 se referă numai la nivelul OSI 1 și la porțiunea din nivelul 2 care se ocupă cu metoda de acces la mediu și controlul legăturii de date, ceea ce se poate observa în fig. 3.6.1.

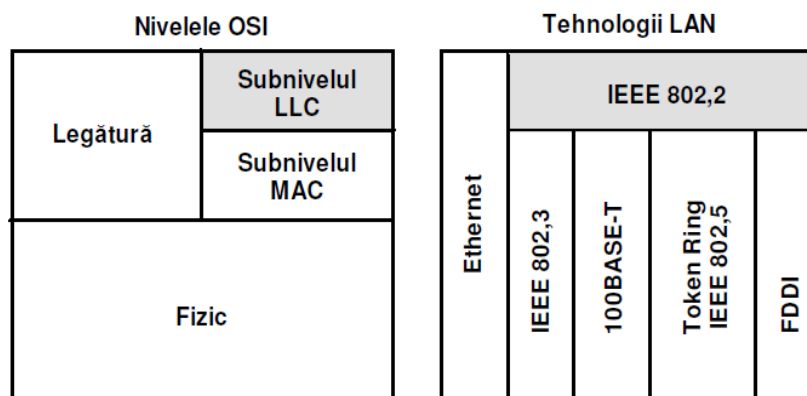


Fig. 3.6. 1 Schema comparativa între Ethernet si IEE 802.3 d.p.d.v. al nivelelor ocupate

Ambele solutii se bazeaza pe transmisia de tip broadcast, adica semnalele se transmite in tot mediul comun de propagare, ajungand la fiecare statie din mediul respectiv. [9]

Elementele constructive de baza ale unei retele Ethernet respecta notiunile explicate in subcapitolul 3.3.

3.7. Protocoale de transport

Protocoalele corespunzătoare nivelului OSI 4 (Transport), pe care le folosește suita TCP/IP, sunt TCP (Transmission Control Protocol- Protocol pentru Controlul Transmisiei) și UDP (User Datagram Protocol).

TCP este unul dintre cele mai cunoscute protocoale de transport în rețelele de date, dezvoltarea lui pornind însă de la modelul de referință TCP/IP, s-a axat pe asigurarea transportului de date în întreaga lume.

Acest protocol este unul orientat pe conexiune (virtuală), acest lucru însemnând, la modul general, că se garantează integritatea informațiilor transmise. Lucrul acesta se realizează printr-un mecanism „cu confirmare de primire”, ceea ce permite comunicația sigură, iar în cazul degradării datelor sau alte evenimente nedorite se cere retransmiterea lor.

Principalele caracteristici ale unui serviciu de transport, în sensul asigurării livrării la destinație în bune condiții a datelor, sunt următoarele:

- Transmisia în modul full duplex, metodă ce permite fiecărui terminal al canalului de comunicație să transmită date în orice moment chiar și simultan;
- Punctualitatea asigură ca datele să ajungă la terminal într-un interval de timp rezonabil;
- Succesiune ordonată, presupune primirea datelor în aceeași ordine în care au fost expediate indiferent de rutele parcurse independent de pachete sau intervalele de timp necesare parcurgerii mediului;
- Controlul fluxului, realizat de obicei prin utilizarea memoriilor tampon;
- Corecția erorilor, asigurată printr-un algoritm de calcul.

Protocolul TCP este poziționat între nivelul IP și cel al aplicațiilor[9]

3.7.1 Porturi și socket-uri

Fiecare circuit virtual de comunicație, care se stabilește între două nivele TCP, este identificat unic prin două numere de port, care împreună se numesc socket (soclu, mufă). Portul indicat prin numere identifică tipurile de servicii sau aplicații care se bazează pe

protocolul de transport. Socket-ul este în cele din urmă format din adresa IP a terminalelor și numărul portului, utilizat de TCP. Această identificare, prin numărul portului și adresa IP, permite proceselor să comunice simultan pe mai multe conexiuni.[9]

3.7.2. Porturi active și pasive

Porturile sunt folosite și în alt sens, specific protocolului TCP. Astfel acesta poate folosi două metode pentru stabilirea unei conexiunii: activă și pasivă. O conexiune activă se stabilește atunci când TCP emite o cerere pentru o conexiune, bazată pe o indicație a unui protocol de nivel superior care furnizează numărul socket-ului. O conexiune pasivă are loc atunci când protocolul de nivel superior obligă TCP să aștepte până când apare o cerere, pentru o conexiune, din partea unui sistem de la distanță (de obicei, o conexiune activă din cealaltă parte). Când TCP primește o cerere de conexiune, acesta alocă un număr de port, ceea ce permite deschiderea rapidă a unei conexiuni.[9]

3.7.3. Formatul segmentului TCP

În pregătirea cadrelor de date în scopul comunicării protocolul TCP trebuie să comunice cu nivelul său inferior, de cele mai multe ori IP, și cu aplicația de la nivelul superior. De asemenea vă comunica și cu componentele TCP de pe celelalte terminale, spre/dinspre care care se trimit, respectiv se primesc informații. Aplicația aflată la nivelul superior celui de transport, trebuie să transmită nivelului rețea (OSI 3), adresă sursă (adresa proprie a terminalului) și adresa destinație a terminalului pe care se află aplicația căreia îi este destinat mesajul. Pentru aceasta, componenta de transport de pe terminalul sursă, adaugă un antet provizoriu (pseudo-antet), care este interpretat de către nivelul rețea (OSI 3) după care este eliminat, în câmpul de date al pachetului fiind păstrat doar segmentul propriu-zis, specific protocolului de transport.

Antetul unui astfel de segment se poate vedea în figură 3.8.3.1.

Semnificația câmpurilor din pseudo-antet este următoarea:

- **Adresă sursă**, (32 biți) adresa proprie a terminalului de pe care se trimite mesajul;
- **Adresă destinație**, (32 biți) adresa terminalului destinație pe care se află aplicația spre care trebuie trimis mesajul;

- **Rezervat**, (8 biți) câmp rezervat pentru dezvoltări ulterioare. Nefolosit, este 0;
- **Protocol**, (8 biți) codul protocolului de transport, cu semnificație identică cu cel din antetul pachetului IP în care va fi încapsulat segmentul. Pentru TCP este 6;
- **Lungime TCP**, (16 biți) definește lungimea segmentului curent, care va fi încapsulat în pachet.

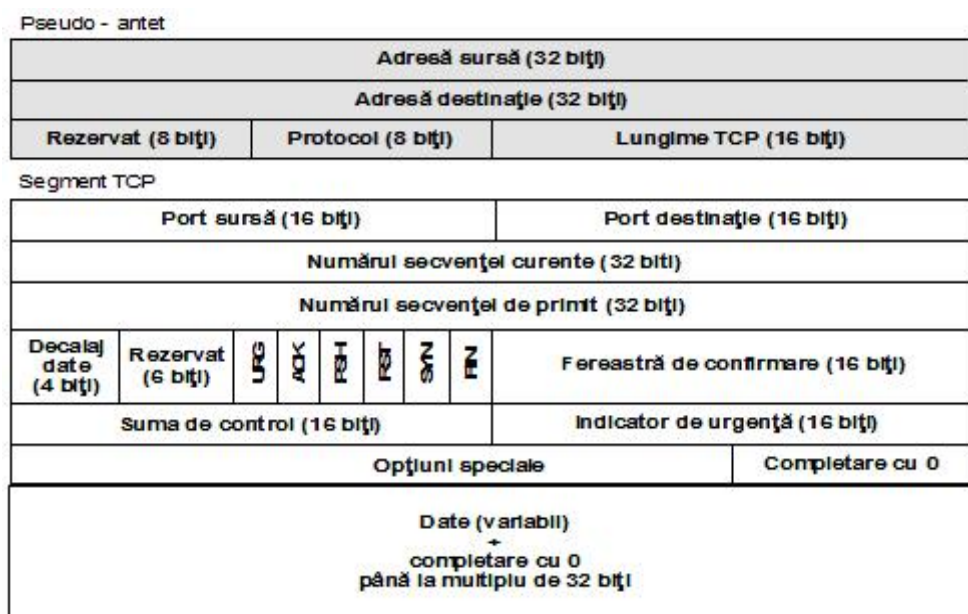


Fig.3.8.3.1 - Structura segmentului TCP

Semnificația câmpurilor, din antetul TCP propriu-zis, este următoarea:

- **Portul sursă** este un câmp de 16 biți prin care se identifică portul TCP (serviciul de la nivelul superior) de pe terminalul local;
- **Portul destinație** este un câmp de 16 biți care identifică portul TCP (serviciul de la nivelul superior) de pe terminalul de la distanță;
- **Numărul secvenței curente** este un câmp de 32 biți care indică numărul de ordine în mesaj al blocului curent. Același număr este folosit între două componente TCP, pentru a defini, la trimitere, secvența inițială;
- **Numărul secvenței de primit** (Acknowledgment - confirmare) este un câmp de 32 biți care indică numărul secvenței care urmează să fie transmisă de către celălalt terminal (primită de terminalul local);
- **Decalajul** este un câmp de 4 biți, prin care TCP identifică punctul de pornire al câmpului de date, în cuvinte de 32 biți;
- **Rezervat** este un câmp de 6 biți fără semnificație actuală, se pun cu valoarea 0;

- **Atributul de urgență** (Urg flag) un bit a cărui valoare 1 activează câmpul indicatorului de urgență.
- **Atributul de confirmare** (Ack flag), dacă este 1 atunci câmpul cu numărul de confirmare este semnificativ.
- **Atributul Psh** (Push flag) un bit a cărui valoare egală cu 1 indică obligativitatea componentei TCP de a transmite imediat nivelului superior, segmentele recepționate până la acel moment, fără a mai aștepta sosirea celorlalte (în cazul în care mai urmează altele).
- **Atributul Rst** (Reset) un bit a cărui valoare 1 indică o conexiune care trebuie să fie re-setată.
- **Atributul Syn** (Synchronise) un bit folosit la indicarea unei conexiuni care trebuie sincronizate. Acest atribut se folosește în cursul stabilirii conexiunii.
- **Atributul Fin** (Final) este un bit care indică faptul că terminalul sursă nu mai are date de transmis. Acesta este echivalent cu marcajul de sfârșit de transmisie.
- **Fereastra de confirmare** este un câmp de 16 biți care definește numărul de blocuri de date pe care terminalul le poate recepționa între două confirmări succesive.
- **Suma de control** (Checksum) este un câmp de 16 biți a cărui valoare se calculează cu ajutorul complementului față de 1 a sumei complementelor față de 1 a biților din cuvintele de 16 biți din antet, pseudo-antet și conținut. După eliminarea pseudo-antetului, se va recalcula suma de control a segmentului rămas care va fi înscrisă în câmpul corespunzător din antetul acestuia.
- **Indicatorul de urgență** este un câmp de 16 biți (se folosește împreună cu atributul de urgență egal cu 1 care indică porțiunea urgentă dintr-un mesaj, prin definirea decalajului față de numărul secvenței, aflat în antet. TCP nu definește măsura care trebuie luată în caz de urgență, aceasta rămâne la latitudinea aplicației.
- **Opțiuni** este un câmp cu dimensiune variabilă, asemănător cu cel din antetul IP, utilizat la specificarea unor opțiuni TCP
- **Completare cu zerouri** un câmp de valoare nulă, folosit pentru a asigura că dimensiunea antetului este un număr multiplu de 32.

Conexiunile TCP se desfășoare, abstract, în trei pași:

- 1) Stabilirea unei conexiuni între două terminale, se poate realiza doar dacă sunt întrunite câteva condiții și anume: nu există încă o conexiune între cele două socket-uri, ambele acceptă conexiunea și dacă au implementate resurse TCP potrivite cu serviciile cerute.
- 2) După stabilirea conexiunii, transferul datelor se face direct, în ambele sensuri
- 3) Închiderea conexiunii, una dintre componentele TCP primește o cerere elementară de la protocolul de nivel superior și emite un mesaj în care este activat atributul FIN.[9]

3.8. Rețele industriale

Provocările pentru inginerii și tehnicienii din ziua de azi sunt de a realiza utilizarea cât mai eficientă a sistemelor moderne de instrumentație și control și a echipamentelor “inteligente”. Acest obiectiv este atins prin conectarea sistemelor distribuite de control și instrumentele simple cu sistemele de comunicații de date corect implementate.

În aplicațiile de control informațiile sunt transmise în diferite moduri:

- prin conexiuni (legături) dedicate între sistemul de control (calculator) și dispozitivele de automatizare (senzori, elemente de execuție) plasate în procesul controlat
- prin rețea industrială de comunicație ce leagă toate elementele unui sistem de automatizare

Rețelele industriale sunt medii de comunicație adaptate pentru cerințele specifice ale aplicațiilor de control. Dintre cele mai importante cerințe satisfăcute de aceste rețele se pot aminti:

- funcționare deterministă și predictibilă;
- timp de transmisie a datelor relativ scurt și mai ales garantat;
- fiabilitate sporită și toleranță la defecte;
- imunitate la zgomote;
- protocol optimizat pentru mesaje scurte și periodice;

Comunicația în rețea prezintă o serie de avantaje în comparație cu transmisia prin legături dedicate: costuri de cablare mai mici, o singură interfață pe dispozitiv, există mecanisme de detecție și de corecție a erorilor de transmisie, datele transmise pot fi mai

complexe și transmiterea se poate face la distanțe mai mari. Dar echipamentele conectate în rețea trebuie să dispună de o “intelligență” minimă pentru a putea implementa protocolul de comunicație. De obicei la dispozitivele simple de automatizare (senzori, elemente de acționare) se atașează un microcontrolor care prin programul încorporat asigură administrarea dispozitivului și implementează funcțiile specificate de protocol.

3.8.1. Clasificarea rețelelor industriale de comunicație:

Mediul industrial impune condiții total diferite pentru comunicațiile de date și sistemele de comunicație. Acestea pot fi încadrate în trei clase mai importante:

- Rețele pentru senzori și elemente de acționare (Instrumentation bus, Actuator/Sensor network);
- Rețele/magistrale de teren (fieldbuses);
- Rețele celulare (cell networks);

O mai bună imagine asupra acestei clasificare se poate face din figura 3.8.1.1

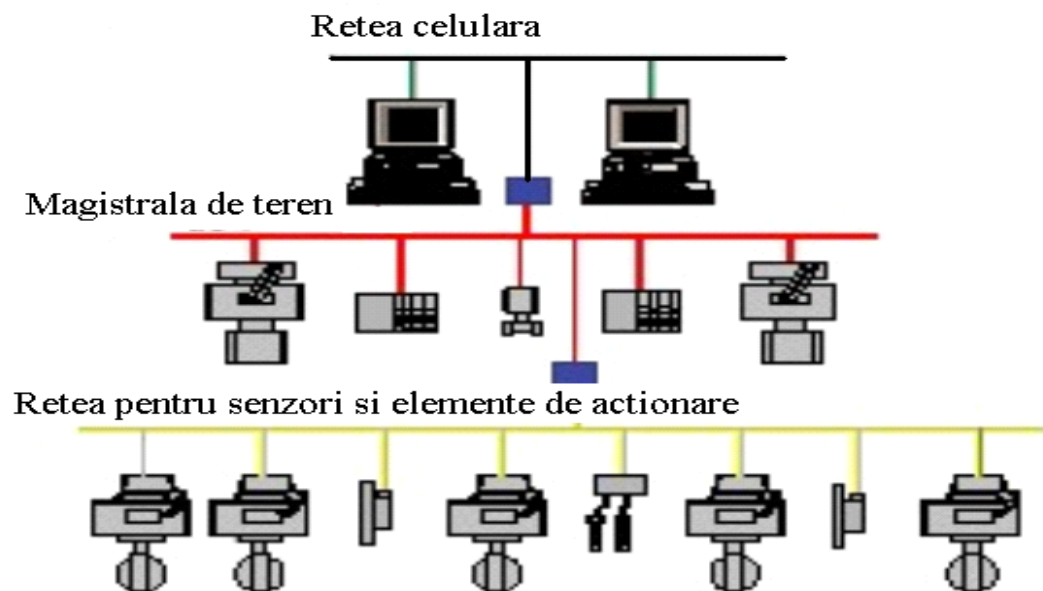


Fig.3.8.1.1 - Clasificarea rețelelor în mediul industrial

Necesitatea de structurare pe mai multe nivele a rețelelor industriale a pornit din mai multe cauze:

- numărul de noduri conectate în rețea

- dimensiunea și distribuția geografică a rețelei
- timpul de reacție maxim impus al rețelei
- complexitatea dispozitivelor conectate în rețea (gradul de inteligență, resurse disponibile)
- costurile de instalare și întreținere admise (un procent din costurile întregii instalații)
- fiabilitatea impusă și gradul de toleranță la defecte
- cerințe speciale (medii explozive, zgomote electromagnetice intense, variații mari ale parametrilor de mediu, etc.)

3.9. Situația actuală a rețelelor industriale

În ultimi ani a început să se manifeste tot mai puternic o minirevoluție în automatizările din mediul industrial. Rețelele industriale bazate până acum pe tehnologii proprietate ale diferitelor firme încep să se axeze tot mai mult pe tehnologiile standard a sistemelor deschise cum sunt Ethernet și TCP/IP. Această evoluție în rețelele industriale de producție va permite tuturor nivelelor din structura acestora să fie pe deplin interconectate, de la nivelul de producție până la cel mai înalt punct din structura unei companii, anume.

Adoptarea unui standard universal ar oferi o vastă clasă de avantaje:

- o interfață standardizată de interconectare a rețelelor pentru toate echipamentele de la nivelul de câmp de producție;
- o potențială scădere a costurilor echipamentelor de rețea;
- flexibilitate în interconectarea echipamentelor;
- creșterea economică a producției.

Astfel, această trecere spre un standard universal în rețelele industriale ar însemna și o mai bună compatibilitate între diferite echipamentele destinate realizare rețelelor și tot odată o capabilitate crescută pentru a monitoriza și comunica datele din procesele industriale. Punctul de plecare spre această standardizare îl constituie tehnologia Ethernet datorită eficienței deja celebre în rețelele de calculatoare. Totuși, este de înțeles că această migrație spre înlocuirea tehnologiilor folosite în prezent se va face pe parcursul unei perioade mai îndelungate datorită costurilor implicate în înlocuirea echipamentelor vechi.[10]

CAP.4. IMPLEMENTAREA SISTEMELUI DE MĂSURARE ȘI MONITORIZARE CU AUTOMATE PROGRAMABILE

Partea practică a lucrării de față a însemnat realizarea unui sistem de măsurare și monitorizare la distanță cu automate programabile Mitsubishi FX3U care comunica printr-o rețea bazată pe tehnologia Ethernet.

4.1. Mersul lucrării

1) În primul rând, la o privire de ansamblu, am conectat într-o rețea simplă bazată pe un switch Ethernet și cablu UTP cele două automate programabile. Astfel am asigurat crearea condiției de comunicare la distanță a echipamentelor.

2) În al doilea pas am configurat cele două AP prin intermediul mijloacelor software disponibile pentru întreținerea acestor echipamente.

3) În scopul comunicării, între cele două dispozitive, am realizat o aplicație care a controlat funcțiile AP. Aceasta aplicație asigură astfel comunicația la nivel de software, și realizarea ei s-a bazat pe o metodă de programare prin care se accesează regiștrii interni ai AP folosite. Metoda de comunicație este cunoscută sub denumirea de comunicație cu bufferi fiși.

Tot odată, aplicația respectivă a controlat inițializarea modulului de interfațare a PLC-ului cu rețeaua și pe urma controlul în inițierea conexiunii și transmiterea datelor pe baza principiului de funcționarea a protocolului TCP/IP.

Rolul aplicației scrise în AP a contat și în cazul achiziției de date prin controlul funcțiilor de achiziție, iar apoi în cazul transmiterii datelor la terminalul PC, în scopul vizualizării.

4) Astfel, în faza următoare, după conectarea PC-ului pe interfața seriala cu AP spre care s-au trimis datele din achiziție am realizat achiziția propriu-zisă a unor semnale de tensiune.

4.2. Configurația hardware a sistemului

Structura practică a sistemului de achiziții de date, înfățișat în figură 4.2.1, se compune din :

- Două automate programabile modelul FX3U produse de firma Mitsubishi;
- Modulul cu funcție de convertor A/D, pentru preluarea semnalelor de tensiune, model FX0N-3A produs tot de firma Mitsubishi, care este atașat că modul de extensie pe primul AP;
- Modulul de interfață de comunicație serială FX3U-232-BD, cuplat pe al doilea automat programabil;
- Iar ca modalitate de vizualizare a datelor preluate, un terminal PC, conectat prin cablu nul-modem cu al doilea AP;
- Semnalele de tensiune s-au generat de la o sursă simplă, reprezentată de o baterie de 1,5 V ;

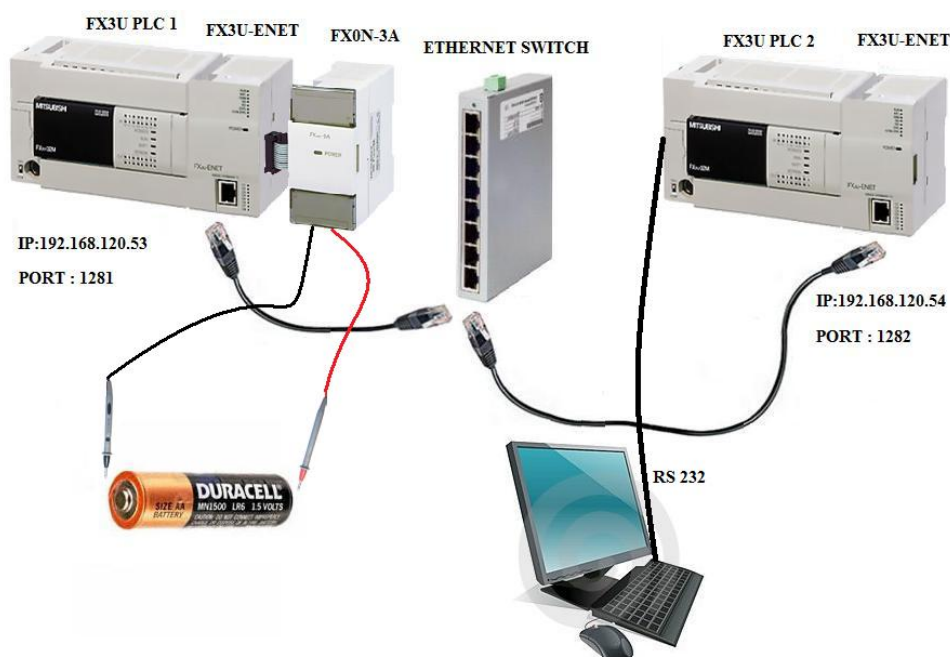


Fig.4.1.1 – Schema cu configurația hardware a sistemului de achiziții de date

4.2.1. Automatul FX3U și modulele de extensie - Descriere generală

Automatul studiat dispune de o unitate de bază care gestionează opt semnale digitale de intrare și opt de ieșire. Acestea se conectează pe două șiruri de cleme.

FX3U se alimentează atât în c.c. (24V), cât și în c. a (240V), și se pune la pământ.

Unitatea de bază se poate extinde cu module suplimentare, care se atașează de o parte sau alta a AP. Aceste module permit:

- Extinderea numărului de semnale digitale gestionate;
- Comunicația cu alte echipamente de calcul pe un canal serial;
- Achiziția și generarea de semnale analogice;
- Afișarea variabilelor interne și a stării AP pe un display de tip LCD;

În figură 4.2.1 se poate observa imaginea dispozitivului AP folosit, pe care s-au marcat zonele de conectare/cuplare a unor elemente externe sau de extensie. Transferul programului se face prin portul de comunicație.



Fig.4.2.1 - Exemplu de AP FX3U

Programarea și accesul la aceste module suplimentare se realizează prin instrucțiuni de tip TO/FROM (pentru modulul analogic) și respectiv instrucțiuni de tip RS (pentru modulul de comunicație serială).

4.2.2. Modulul de conversie A/D FX_{ON}-3A - Descriere tehnică

Modulul analogic dispune de două canale pentru semnale analogice de intrare și un semnal analogic de ieșire.

Semnalele captate pot fi de mai multe tipuri:

- de tensiune, în intervalul 0-10 V sau 0-5 V (ajustabil);
- de curent, în intervalul 4-20 mA.

Conversia semnalelor de intrare și de ieșire se face pe 8 biți, plajă de variație digitală fiind de 0-255. Reglajul de amplificare și de offset se face astfel că plajă utilă de variație (ex: 0-10V) să corespundă pentru valori digitale în intervalul 0-250.

Impedanța de intrare pentru intrarea de tensiune este de 200k Ω și de 250 Ω pentru intrarea de curent. Sarcina admisă la ieșirea de tensiune este de 1-1000K Ω și 0-500 Ω la ieșirea de curent.

4.2.3. Modulul de comunicație FX3U-ENET Descriere tehnică

Modulul de comunicație face posibilă conectarea directă a sistemelor la rețeaua Ethernet. Permite atât un transfer rapid de date cu sistemele de monitorizare și control cât și transferul programului și celelalte funcții asociate unui AP : funcții de monitorizare, test etc. Principalele specificații de natură tehnică sunt :

- Viteza de transmisie : 10, 100 Mbps ;
- Modul de comunicație : Full-duplex/Half-duplex ;
- Distanță maximă de transmisie : 100 m ;
- Numărul maxim de noduri de rețea la conexiuni în cascadă:100- 2 noduri, 10- 4 noduri;
- Număr de conexiuni simultane: 8;
- Memorie de stocare la comunicație prin bufferi ficși:1023 cuvinte x 8;
- Memorie de stocare la comunicație prin e-mail: 2048 cuvinte x 1/256 cuvinte x 1;
- Tensiune de alimentare: 24 V, curent consumat: 240 mA;
- Comunicație cu server de mail: SMTP, POP3

4.2.4. Modulul de comunicație serială FX3U-RS232-BD

Acest modul (fig.4.2.4) poate fi folosit atât pentru programarea PLC-ului cât și pentru transmisia de date între calculatorul personal și PLC. Pentru a putea fi utilizat modulul trebuie configurat cu parametrii de comunicație. Configurarea se poate face prin

secvența de program (instrucțiuni ce scriu registrele interfeței seriale) sau prin mediul GX Developer, prin setarea parametrilor atașați proiectului. În al doilea caz se selectează din proiect : “Parameters-> PLC parameters-> PLC System (2)-> ch1;

Se bifează “Operate comm. Setings” și apoi se configurează parametrii canalului serial.



Fig.4.2.4 - Interfața seriala RS 232

4.2.5. Terminalul de vizualizare - configurație PC

Configurația pentru sistem poate fi oricât de diversă atâta timp cât dispune de un port serial și ecran pentru vizualizare corectă a rezultatelor. Pe acesta rulează sistemul de operare Microsoft Windows XP.

Acestui echipament i se va seta portul serial prin Control Panel->System-> Device Manager -> Ports (Com and LPT) cu următoarele setări:

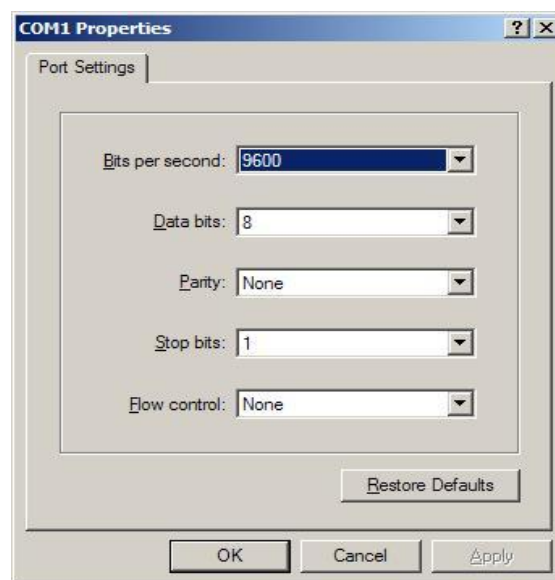


Fig.4.2.5 - Setări pentru conexiunea cu AP

4.3. Aplicația de configurare și asigurare a comunicației între cele două AP

Aplicația realizată pentru această lucrare definește funcțiile realizate de cele două automate programabile în cadrul sistemului achiziției de date. Aceasta poate fi structurată în mai multe secvențe, după funcțiile pe care le definesc, însă cu precizarea că există cu două diferențe specifice rolului pe care îl îndeplinesc PLC-urile în structura sistemului de măsurare și monitorizare:

- Secvența de inițializarea a automatelor cu parametrii necesari în procesul de comunicație bazat pe protocolul TCP/IP (adresele IP ale PLC-urilor în rețeaua locală, porturile specifice canalelor de comunicație, definirea funcțiilor de client-server în procesul de comunicație a fiecărui automat, tipului cadrului de date pe baza căruia se comunică informația, specificarea adresei modulelor de comunicație FX-ENET în ordinea cuplării că module de extensie cuplate la unitatea de bază a PLC-urilor, etc.) ;
- Secvența de desfășurarea a comunicației conform standardului TCP/IP care în principiu se desfășoară în 3 pași mari : deschiderea conexiunii, transferul de date, închiderea conexiunii;
- Secvența de achiziție de date implementată doar pe primul PLC, cel care are cuplat modulul de conversie A/D;
- Secvența de transmitere a datelor achiziționate, scrisă doar pentru al doilea automat care trimite spre vizualizare pe terminalul PC;

Acești pași vor fi descriși în amănunt în cele ce urmează prin analogie cu exact secvențele aplicației pentru a ilustra precis, în final, funcția de monitorizare la distanță a sistemului de achiziție realizat.

Mediul de programare GX Developer este dezvoltat de firma Mitsubishi și se bazează pe modul de programare cu scheme de contact (diagrama Ladder), pe lângă modalitatea de editare sub formă de lista de instrucțiuni. Acest mediu rulează pe un calculator sub sistemul de operare Microsoft Windows și dispune de instrumente pentru configurarea și programarea automatelor din seria FX. De asemenea, mai oferă și posibilități de mentenanță și depanare a automatului și programelor scrise pentru acesta.

4.4. Comunicația cu bufferi ficși

Un buffer reprezintă o zonă de memorie tampon. Cu acest tip de memorie sunt în general prevăzute modulele cu funcții speciale care se atașează automatelor programabile. Bufferul de memorie al modulelor speciale constă dintr-un număr de regiștrii pe 16 biți.

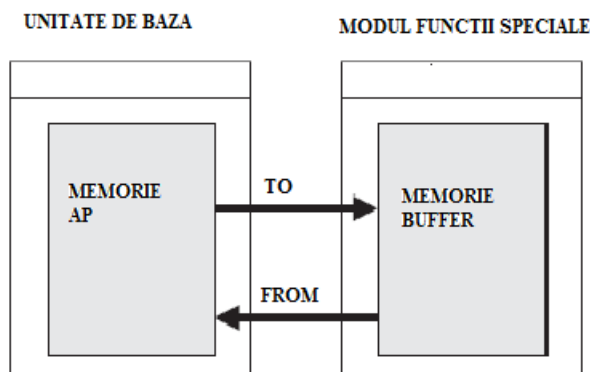


Fig.4.4.1 - Schimbul de date între unitatea de bază și modulele atașate

Schimbul de date (fig.) între memoria AP și memoria dispozitivului cuplat se face prin comenzi TO/FROM. Astfel datele preluate dintr-o achiziție sau de la rețea prin modulele speciale ajung în memoria AP, unde sunt folosite în diferite scopuri.

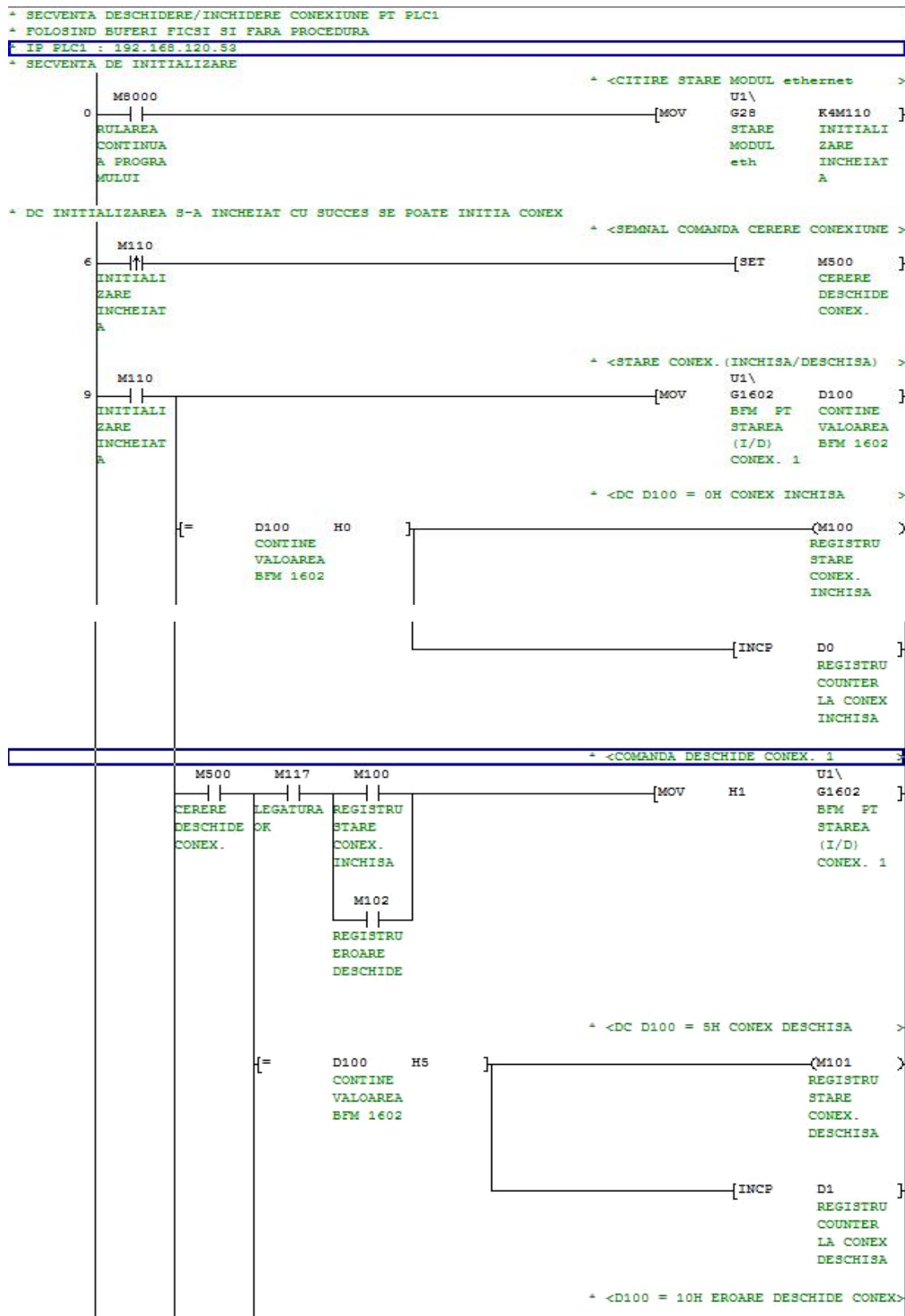
4.5. Secvența de comunicație

După cum am precizat anterior, comunicația între cele două automate programabile se realizează pe baza unei aplicații executată din memoria lor, care asigură impunerea condițiilor în care se desfășoară procesul de comunicație. Astfel se conturează, în mare, trei pași: deschiderea conexiunii spre celălalt terminal (AP2), transmitia datelor și închiderea canalului de conexiune.

Prima fază, deschiderea conexiunii, este implementată în secvență din poză de mai jos (fig.4.4.1).

Cunoscând limbajul de programare bazat pe scheme cu contacte și modul de execuție a unui program de către unitatea AP, procesarea acestei bucăți din aplicație s-ar putea traduce astfel:

- contactul M8000 este un registru special ce conține condiția ca AP să ruleze în continuu aplicația;
- următoarea instrucțiune verifica parametrii necesari prioritar unei conexiuni,



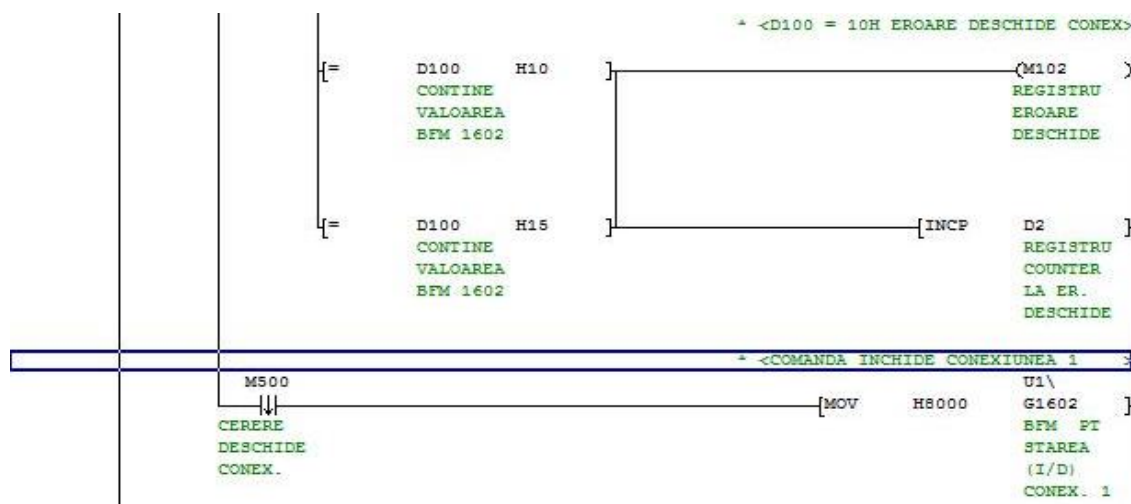


Fig.4.5.1 - Secvența aplicație pentru deschidere unei conexiuni TCP/IP

Această acțiune fiind numită inițializare. Parametrii impuși sunt: adresa IP, porturi de conexiuni, timpi de temporizare a transmisiei, tipul cadrului de date ce se va folosi în transmisie (Ethernet V2.0 sau IEEE 802.3) etc. Toți parametrii respectă standardele protocolului TCP/IP. O particularitate în modul de trimitere este folosirea anumitor zone de memorie buffer pentru stocarea datelor obținute în procesul de comunicație.

Pasul următor are loc dacă inițializare mai sus amintită s-a încheiat cu succes, astfel sistemul fiind pregătit pentru inițierea unei conexiuni. Astfel în cazul pozitiv al verificării, se activează un contact, care va rămâne în această stare. Valoarea logică se interpretează ca semnal de cerere de conexiune (în practică bitul SYN);

Împreună cu alte condiții, se verifică starea conexiunii, pentru a determina dacă nu este deja o conexiune deschisă. Registrul BFM (memorie buffer) 1602 conține starea pentru conexiunea 1 (un AP poate realiza prin intermediul modului Ethernet 8 conexiuni simultane);

Rezultatul acestei verificări este pus ca valoare logică 1 în M100 dacă conexiunea este închisă;

Fiind îndeplinite condițiile prioritare stabilirii unei conexiuni (valorile registrelor M500, M117 și M100...) se dă comanda de deschidere a conexiunii cu terminalul dorit.

În continuare prin monitorizarea valorii registrului D100, care pe parcursul programului conține tot timpul valoarea registrului BFM 1602, se verifică succesul procesului de inițiere, sau în caz de succes, starea conexiunii. În caz de erori, la diferite evenimente, acestea se numără.

După inițierea conexiunii pot avea loc transmisii de date, iar în final, prin negarea, în program, a valorii logice conținută de registrul M500, care reprezenta cererea de conexiune, se poate da comanda de închidere a conexiunii.

Singurul pas neexplicat din modul de comunicație, în afară de recepție, a rămas transmiterea datelor, a cărei secvență se poate observa în figura de mai jos (fig.4.5.2 a) și fig.4.5.2 b)):

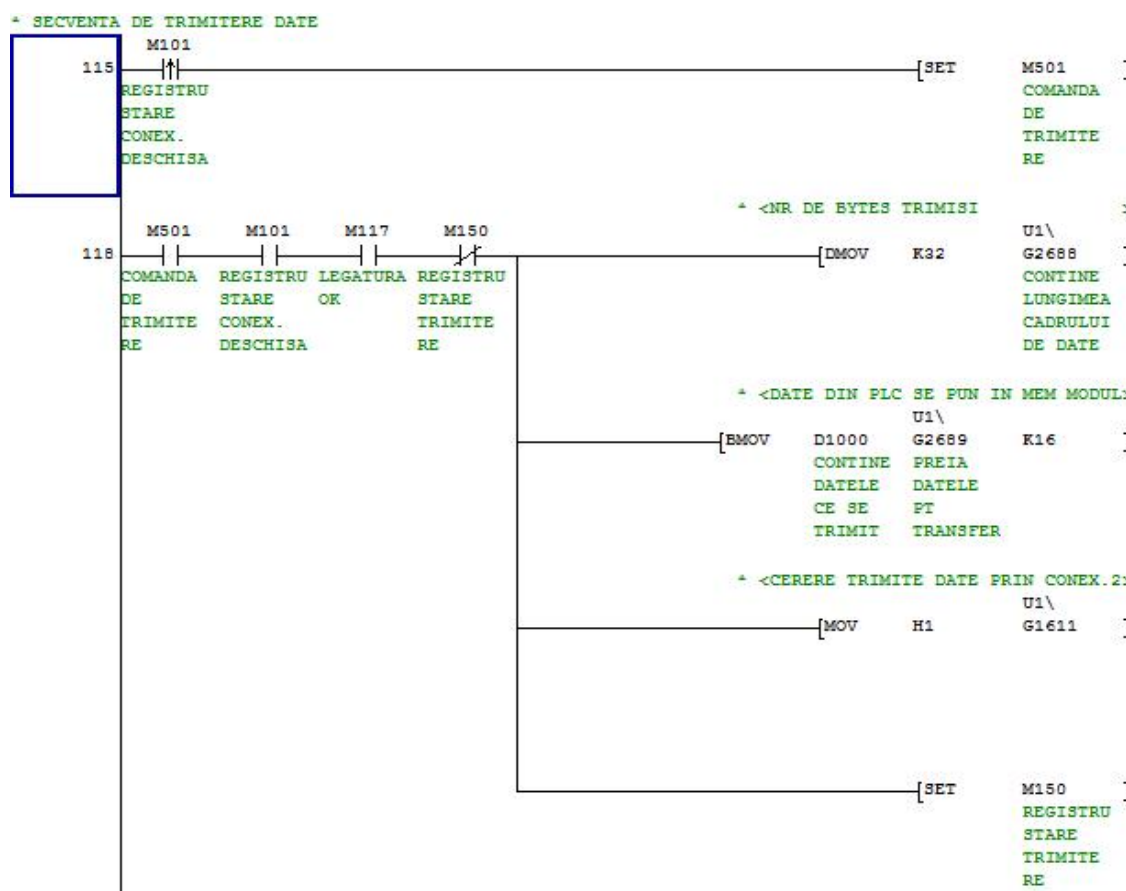


Fig.4.5.2 a). Secvența de trimitere de date

Urmărind pas cu pas programul se observă că secvența de transfer de date poate începe numai dacă conexiunea este deschisă. Acest lucru se verifică prin valoarea registrului M101 (trebuie să fie 1 logic pentru începerea transferului), care a fost setat în secvența de program pentru inițierea conexiunii cu 1. După îndeplinirea condiției de conexiune deschisă se setează în 1 logic valoarea registrului M501, care are sensul în program de comandă de trimitere.

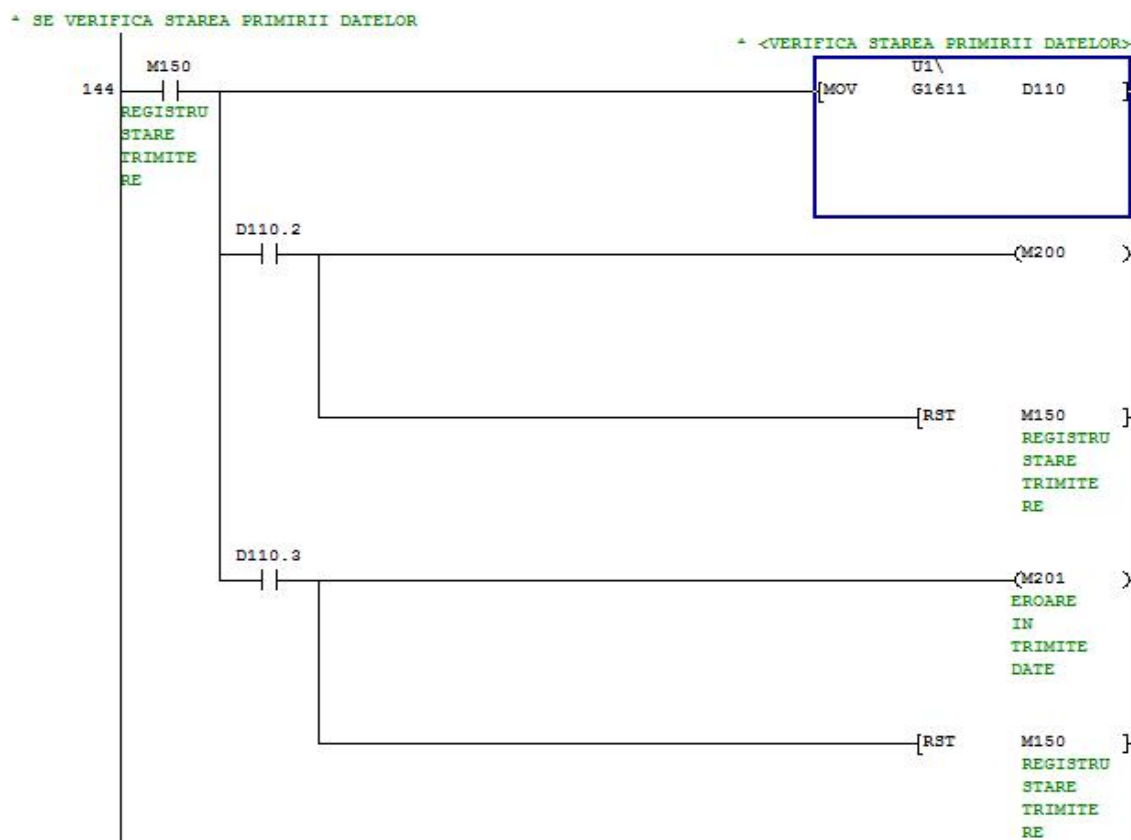


Fig.4.5.2 b) - Secvența de trimitere de date

- Pasul următor verifica alte condiții de stare: conexiunea deschisă, un registru negat cu starea trimiterii de date M150 și existența comenzii de trimitere. În urma îndeplinirii logicii acestui lanț de contacte se înscriu într-un registru numărul de bytes de trimiși.
- Datele din memoria AP se transfera în memoria tampon a modului Ethernet și în final se face cererea de conexiune. Pentru a indica starea de transmisie a datelor registrul M150 se setează activ.

În figură 4.5.2 b) AP1 verifica dacă se primesc date din partea celui alt participant la procesul de comunicație. Urmând să se seteze o serie de regiștri în funcție de situația constată.

În imaginea de mai jos (fig.4.5.3) este pusă imaginea secvenței de primire a datelor.

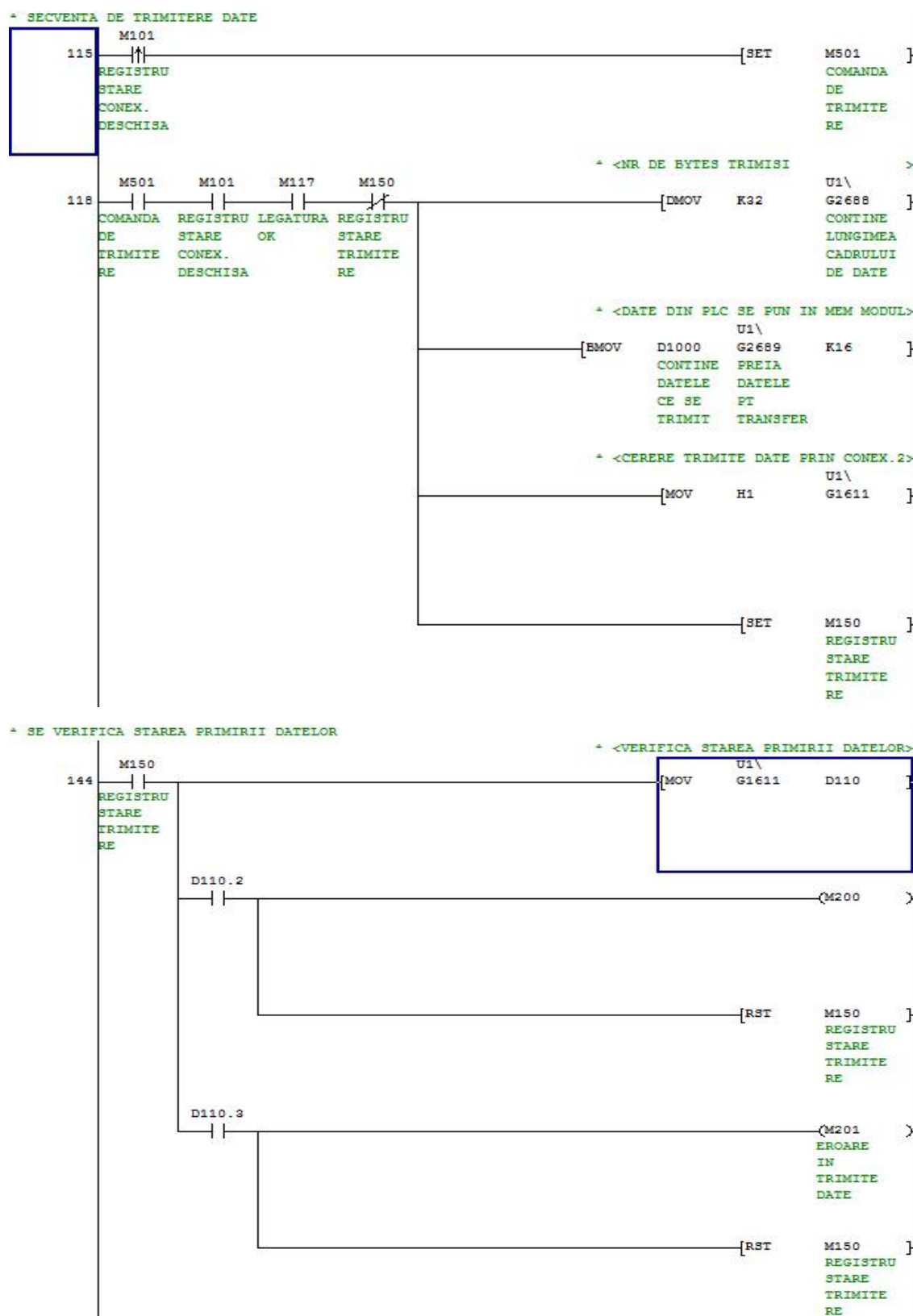


Fig.4.4.3 - Secvența primire date

4.6. Achiziția de date

La achiziția datelor, acestea s-au stocat inițial în memoria buffer a modulului de conversie A/D, din acest loc fiind transferate prin instrucțiuni TO/FROM în registre din memoria unității de bază a AP.

În cazul de față, datele s-au stocat începând cu registrul D1000 din memoria AP 1, de unde se vor prelua și trimite spre cel de al doilea automat în registrul din unitatea principală începând cu numărul D2000. Programul care controlează funcțiile de achiziție se poate vedea în imaginea din fig.4.3.1.

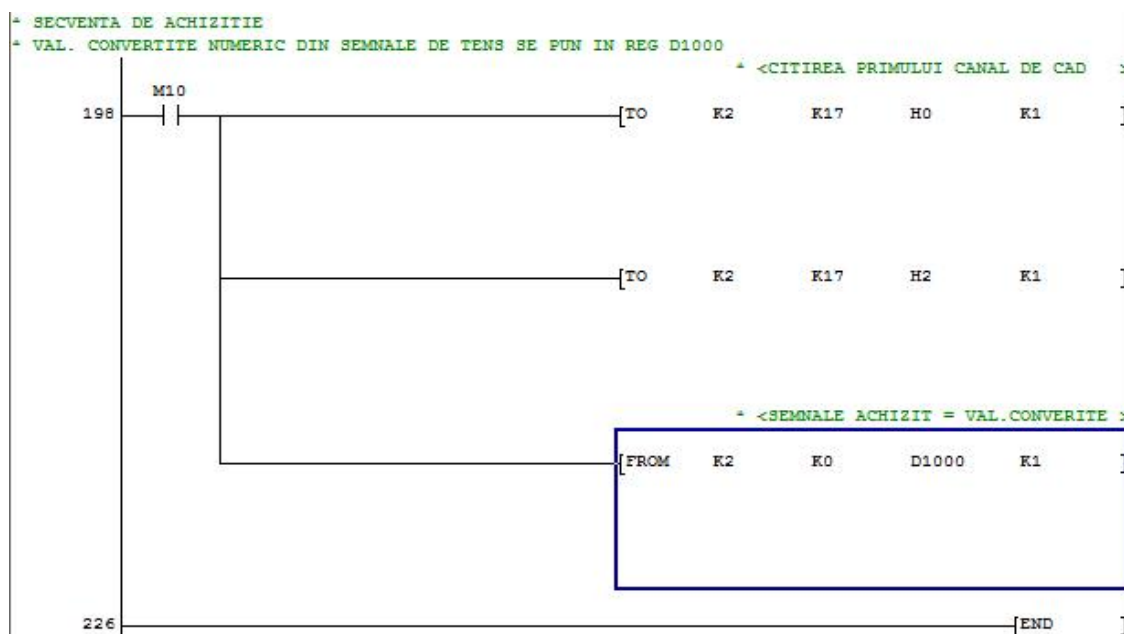


Fig.4.6.1 - Secvența de achiziție de date din

4.7. Transmiterea datelor de pe AP2 la terminalul PC

Secvența de transmitere a semnalelor de tensiune preluate cu primul AP este executată în cadrul aplicației din cel de al doilea AP. Această secvență se poate observa în figură următoare (fig.4.7.1): Transmiterea se face pe baza comenzii RS. Datele sunt prelucrate pentru a fi afișate într-o formă cât mai comodă. Astfel valorile numerice de tensiune. Tot în acest proces se preiau și stări de la comutatoarele montate pe intrările AP2

și mai apoi sunt afișate odată cu semnalele de tensiune. Prin prelucrări se introduc caracterele ascii pentru litera “U” și cifra 1 care vor apărea înaintea valorilor numerice de tensiune.

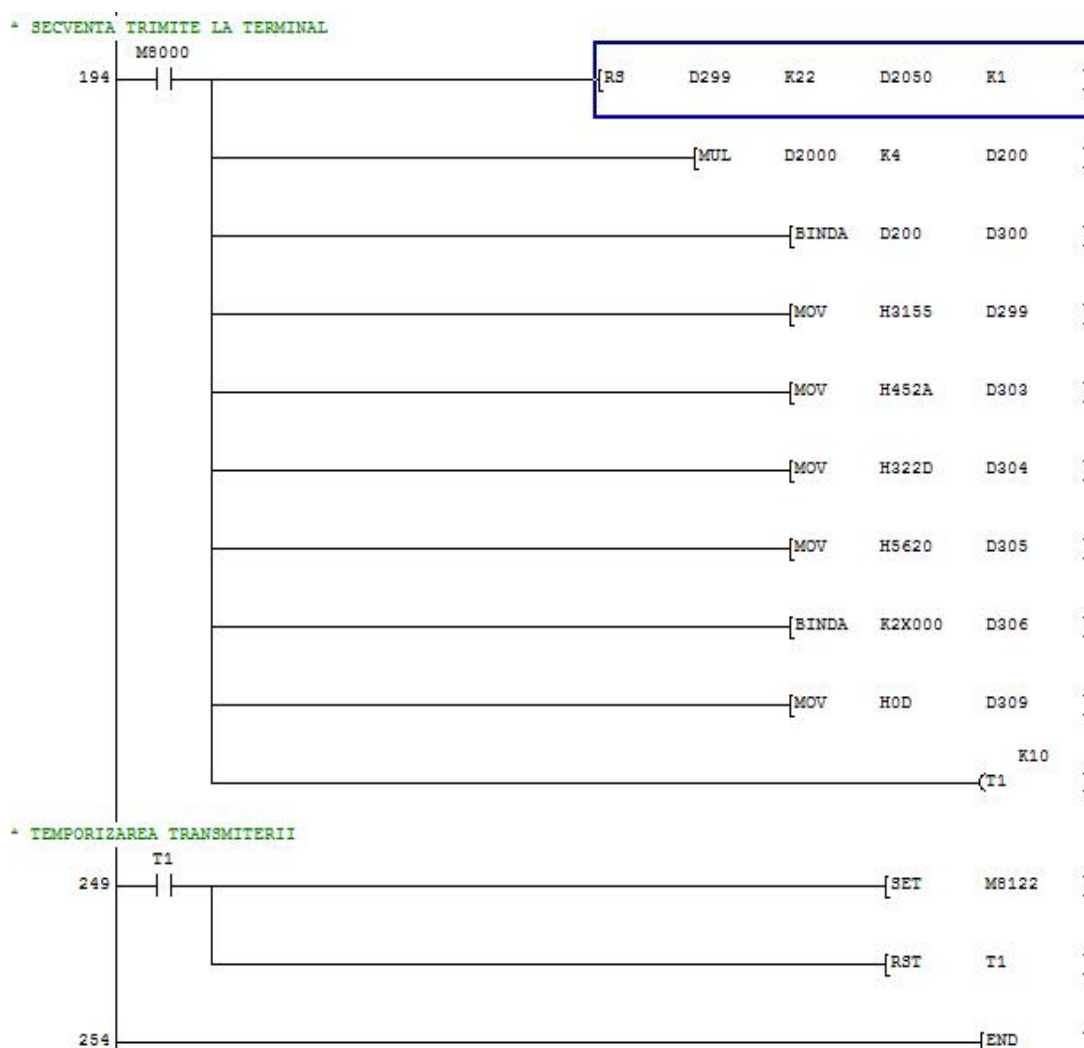


Fig.4.7.1 - Secvența trimitere la terminalul PC

4.8. Afișarea pe terminal a datelor achiziționate

După setarea parametrilor de comunicație cu interfața serială, pe portul COM al calculatorului, se primesc datele. Vizualizarea s-a realizat prin intermediul unui hyperterminal, după cum se poate observa și în imaginile de mai jos (fig.4.8.1). În imagine putem remarca două valori de tensiune achiziționate succesiv și stările comutatoarelor al treilea și al patrulea, acționate.

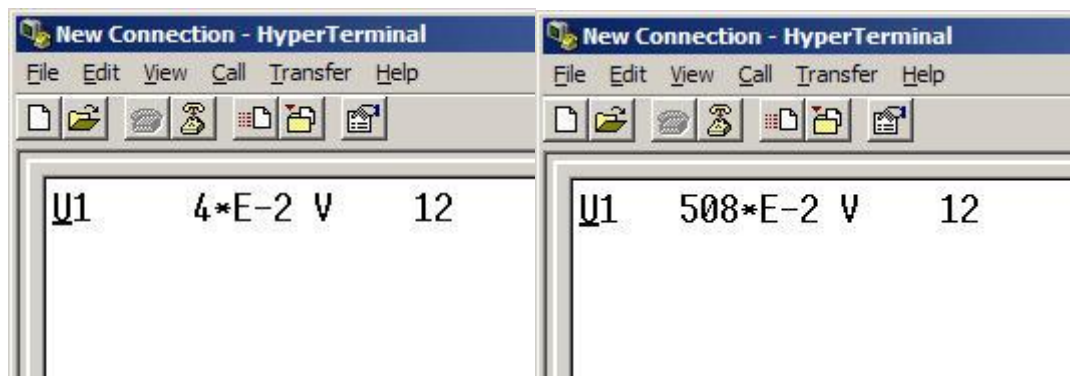


Fig.4.8.1 - Valorile de tensiune și stările comutatoarelor acționate

În concluzie sistemul de achiziții de date realizat îndeplinește specificațiile unui sistem de măsurare și monitorizare prin însăși componentele cu care a fost realizat.

Concluzii

Sistemele de achiziții au devenit aplicații nelipsite din aproape toate instalațiile de supervizare și control.

Eficiența lor se bazează în principal pe sistemele de comunicații de date, care asigură în cea mai mare parte performanța acestora.

Problema rețelelor bazate până acum pe tehnologiile proprietare s-a soluționat prin adoptarea tehnologiilor standard a sistemelor deschise.

Punctul de trece spre un standard universal îl constituie tehnologia Ethernet, care deja și-a demonstrat eficiența în rețelele de calculatoare.

Sistemul de achiziții de date realizat prin prezenta lucrare demonstrează ușurința conectării echipamentelor și eficiența rețelelor pe tehnologie Ethernet.

Bibliografie

- [1] Gacsádi Alexandru Tiponuț Virgil - Sisteme de Achizitii de Date Ed. Universitatii din Oradea
- [2] Ababei, Șt - Curs Masurari Industriale. Universitatea Bacău, 2001
- [3] John Park, Steve Mackay - Practical Data Acquisition For Instrumentation and control Systems
- [4] Curs Automate programabile-colegiu an II
- [5] L.A. Bryan, E.A. Bryan - Programmable Controllers Theory and Implementation second Edition
- [6] HabaCristian-Gyozo Curs - Limbajul de programare de tip “Scheme cu contacte” (LD)
- [7] Greg P. Zimmerman April 2008 - Programmable Logic Controllers And Ladder Logic
- [8] Curs Transmisii de date
- [9] Florin Drăgan - Protocoale de comunicatii
- [10] Deon Reynders, Edwin Wright - Practical TCP/IP and Ethernet Networking
- [11] Curs Informatica Industrială
- [12] Mitsubishi FX3U-ENET User’s Manual
- [13] Mitsubishi FX3U, FX3UC Programming Manual