

9.3. INTERFAȚA IEEE-488

9.3.1. GENERALITĂȚI

Majoritatea aparatelor de măsurat sunt prevăzute cu posibilitatea de a comunica cu unul sau mai multe calculatoare, sau între ele, prin intermediul interfeței IEEE-488, ce în Europa este cunoscută sub denumirea de IEC-625.

IEEE-488 este o interfață paralel, special construită pentru a fi folosită în sisteme de instrumentație, la care aparatele nu sunt dispuse unul față de altul la distanță mare. Standardul IEEE-488 permite interconectarea simultană a 15 dispozitive (aparate calculatoare etc.) la o lungime maximă a cablului de comunicație de 20 metri. Lungimea maximă a cablului de comunicație dintre două dispozitive este de 2 metri.

Fiecare dispozitiv din sistem poate fi privit ca fiind format din două tipuri de circuite electronice: circuite ce asigură funcțiile de dispozitiv (spre exemplu, un voltmetru numeric are circuite ce asigură amplificarea sau atenuarea tensiunii de intrare, precum și convertirea acesteia într-un număr proporțional) și circuite ce asigură funcțiile de interfață (acele circuite ce asigură comunicația voltmetrului cu celelalte dispozitive din sistem.)

Cel mai adesea, circuitele interfeței IEEE-488 sunt grupate pe o singură placă și sunt realizate în jurul unui controler (spre exemplu, controlerul μ PD 7210 sau INTEL 8291 și 8292). Placa de interfață se introduce într-un slot, anume destinat, din interiorul dispozitivului și în felul acesta funcțiile de interfață pot fi cuplate și adaptate la funcțiile de dispozitiv. În plus, placa de interfață este prevăzută cu un conector la care se atașează cablul prin care se face comunicația cu aparatele din sistem.

Raportul care se stabilește între două sau mai multe dispozitive din sistem este definit după cum urmează:

- dispozitivul este ascultător ("listener"),
- dispozitivul este vorbitor ("talker"),
- dispozitivul deține controlul interfeței - este coordonator ("controller").

Dispozitivul ascultător este acel dispozitiv ce poate fi adresat prin mesaje de interfață pentru a recepționa mesaje de la un alt dispozitiv conectat în sistem.

Dispozitivul vorbitor poate fi adresat prin mesaje de interfață pentru a trimite mesaje altui dispozitiv din sistem.

Dispozitivul coordonator poate adresa alte dispozitive din sistem pentru a le desemna ca ascultător sau vorbitor sau ca un nou coordonator. În plus,

coordonatorul poate trimite mesaje de interfață pentru a comanda acțiuni specifice interfeței.

Funcțiunile de ascultător, vorbitor sau coordonator pot apare individual la un dispozitiv din sistem sau în orice combinație.

Mesajele de interfață pot determina următoarele operații:

a) Interogarea serie ("serial poll") poate fi inițiată de un dispozitiv cu funcția de vorbitor ce are nevoie de intervenția coordonatorului. Dispozitivul trimite un mesaj de cerere de serviciu ("service request.") Ca răspuns la această cerere coordonatorul obține, serial, cuvântul de stare de la toate dispozitivele din sistem capabile de a trimite cererea de serviciu.

b) Interogarea paralel ("parallel poll") presupune existența în sistem a mai multor dispozitive (maxim 8) înzestrate cu posibilitatea de a furniza, simultan, la cererea coordonatorului, un bit de informare stare. Pentru aceasta, fiecărei linii a magistralei de date îi este atașat un dispozitiv și de aici rezultă existența în sistem a maxim 8 dispozitive capabile să răspundă la interogarea paralel. Prin citirea liniilor de date coordonatorul identifică dispozitivele ce au lansat cererea de serviciu și tratează aceste cereri în ordinea de prioritate stabilită prin program.

c) Funcțiile șterge dispozitiv ("device-clear") și comutare dispozitiv ("device trigger") permit ca unul sau toate dispozitivele din sistem să fie inițializate sau permit ca un anumit dispozitiv să fie desemnat ca noul coordonator.

d) Funcția local/distanță ("local/remote") permite desemnarea unui dispozitiv pentru funcționarea în mod local (ascultă de comenzile de la panoul frontal), sau în mod distanță (ascultă de comenzile transmise prin intermediul interfeței.)

9.3.2. STRUCTURA INTERFEȚEI IEEE-488

Structura interfeței IEEE-488 poate fi urmărită în figura 9.2.

Sunt figurate patru dispozitive înzestrate cu una sau mai multe dintre funcțiile de vorbitor, ascultător sau coordonator. Sistemul de interfață conține 16 linii ce sunt folosite pentru transferul de informație : atât mesaje de interfață cât și mesaje dependente de dispozitiv. Mesajele pot fi codate pe o linie sau pe un set de linii. Din această cauză cele 16 linii au fost împărțite în următoarele trei magistrale:

- magistrala de date (8 linii),
- magistrala de protocol (3 linii),
- magistrala de control (5 linii).

Magistrala de date conține 8 linii notate cu DIO 1... DIO 8. Ea vehiculează octeți de date sau mesaje de interfață. Deosebirea dintre un octet de date și un mesaj de interfață se face funcție de starea logică a liniei ATN din magistrala de control. Magistrala de date este bidirecțională și asincronă.

Magistrala de protocol conține trei linii pentru semnalele:

a) *DAV* ("data valid") în starea *jos* (notată L) indică faptul că pe magistrala de date există un octet ce poate fi preluat. Linia DAV este activată de dispozitivul vorbitor.

b) *NRFD* ("not ready for data") în starea *jos* indică faptul că dispozitivul ce recepționează (ascultător) nu este gata pentru a prelua octetul de date de pe magistrala de date. Dispozitivul acționează asupra liniei NRFD prin circuite "open collector", iar linia este legată la sursa de alimentare prin rezistență de limitare. Dacă există mai multe aparate ascultătoare în sistem, linia NRFD trece în starea *sus* (notată H) doar atunci când și cel mai lent dintre ele este gata de a prelua octetul de pe magistrala de date.

c) *NDAC* ("not data accepted") indică, în starea *jos*, că dispozitivul nu poate prelua date. Linia este activată de dispozitivul ascultător. Dacă există mai multe

dispozitive ascultătoare în sistem, acestea sunt legate la linia NDAC similar cu linia NRFD. Se poate spune că pentru starea activă, starea jos, acest mod de legare formează un SAU cablat.

Cele trei linii: *DAV*, *NRFD*, *NDAC* servesc la realizarea protocolului de transmisie/recepție a unui octet pe magistrala de date.

Magistrala de control conține 5 linii cu ajutorul cărora se controlează vehicularea de informație prin interfață:

a) *ATN* ("attention") este activat de coordonator și arată cum trebuie interpretat octetul de pe magistrala de date (octet de date sau mesaj de interfață). În colaborare cu EOI servește la identificarea anumitor mesaje de interfață.

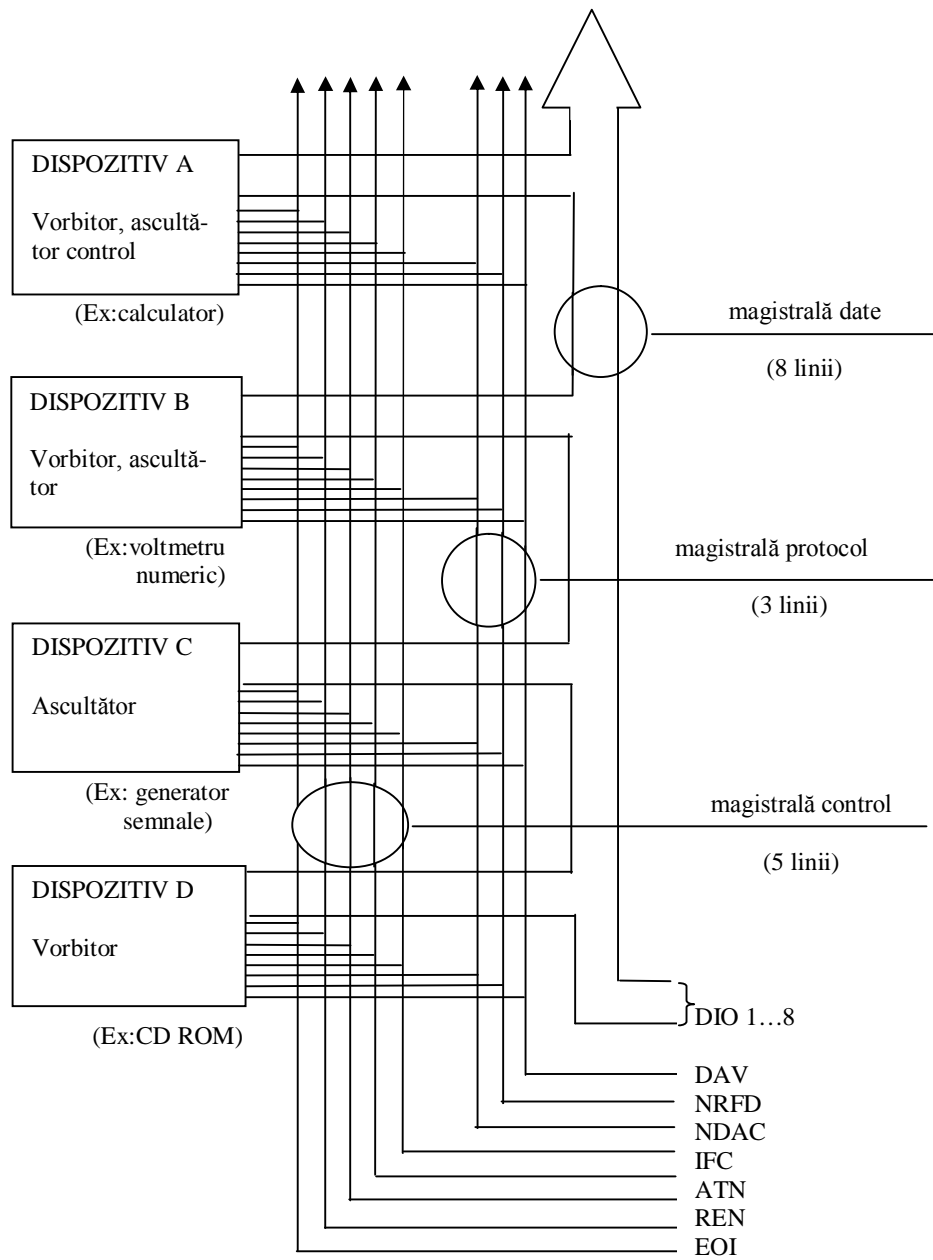


Fig.9.2.Structura interfeței IEEE-488

b) *IFC* ("interface clear") este activat de coordonator și este folosit pentru readucerea în starea inițială, stabilită de fabricant, a fiecărui dispozitiv legat prin sistemul de interfață.

c) *SRQ* ("service request") este activat de un dispozitiv din sistem ce are nevoie de intervenția coordonatorului. Este activ în stare *jos*. La linia *SRQ* sunt legate, prin *SAU* cablat, toate dispozitivele din sistem.

d) *REN* ("remote enable") este un semnal prin care coordonatorul, împreună cu alte mesaje de interfață, activează sau dezactivează una sau mai multe dintre funcțiile locale a unui dispozitiv.

e) *EOI* ("end or identify") este utilizat de către vorbitor pentru a indica sfârșitul unui mesaj. Coordonatorul folosește semnalul *EOI* împreună cu *ATN* în procesul de interogare paralel și transfer de mesaje. Modul de lucru al interfeței, funcție de valorile logice ale semnalelor *EOI* și *ATN* poate fi urmărit în tabelul 9.1.

Tabelul 9.1

ATN	EOI	Mod de lucru
H	H	transfer de date
H	L	sfârșit de mesaj de date
L	H	transfer de mesaje (comenzi)
L	L	interogare paralel

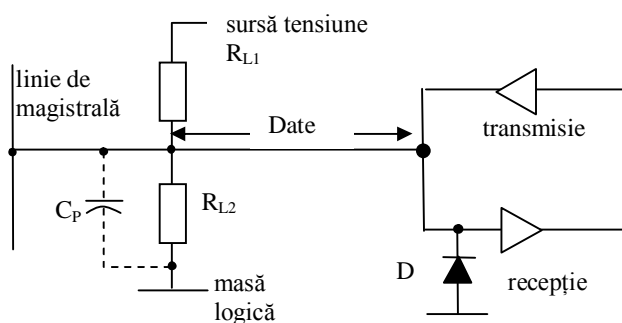


Fig.9.3. Circuite pentru legarea la o linie de intrare/ieșire

Observație. Octetul ce la un moment dat se găsește pe magistrala de date poate reprezenta comandă de interfață, adresa ascultătorului, adresa vorbitorului, adresa secundară a vorbitorului sau ascultătorului precum și un octet de date ce se transferă. În afară de ultima posibilitate, celelalte au fost numite mai înainte mesaje de interfață.

Modul de legare al unui dispozitiv la o linie a interfeței poate fi urmărit în figura 9.3.

9.3.3. PROTOCOLUL LA TRANSMISIA/RECEPȚIA UNUI OCTET

Indiferent dacă octetul este un octet de date sau un mesaj de interfață, protocolul la transmisia și recepția acestuia poate fi urmărit în figura 9.4.

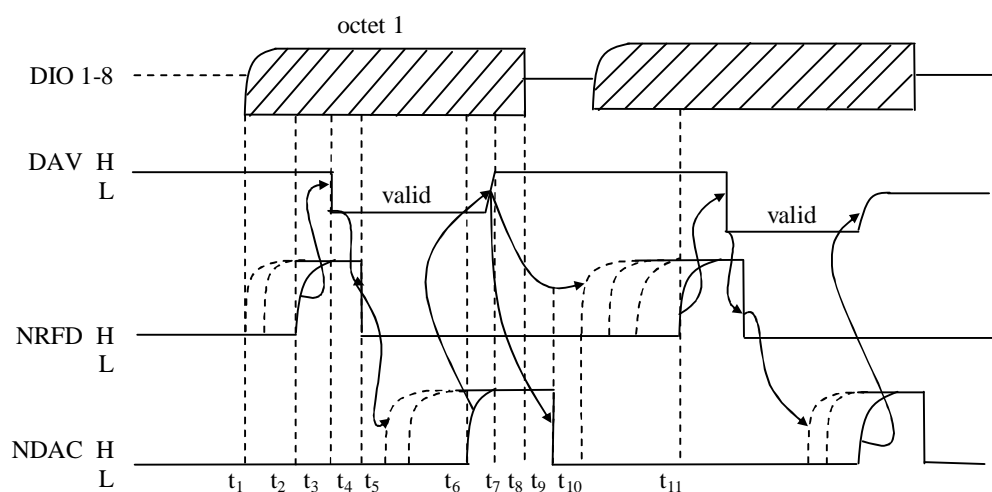


Fig.9.4. Diagrame de timp pentru realizarea protocolului la transmisia/recepția unui octet

Dispozitivul care, la un moment dat, transmite octetul se numește sursă iar dispozitivul care recepționează octetul se numește acceptor. Înaintea începerii comunicației, sursa inițializează DAV în starea *sus* (nu sunt date valide), iar acceptorii inițializează NRFD și NDAC în starea *jos*. De altfel, comunicația nici nu începe până când sursa nu verifică starea *jos* a liniilor NRFD și NDAC. Dacă acestea sunt *jos*, la t_1 sursa depune octetul pe liniile de date. După acest moment, acceptorii răspund prin a lăsa linia NRFD în starea *sus*, fiecare cu o întârziere ce depinde de viteza proprie de lucru. În momentul t_2 toți acceptorii au lăsat linia NRFD în starea *sus* și ca urmare semnalul NRFD ia valoarea logică H semnalând sursei că toți acceptorii sunt gata să preia octetul. După verificarea stării *sus* a liniei NRFD, sursa trece, la momentul t_3 , linia DAV în starea *jos* indicând prin aceasta că octetul aflat pe magistrala de date este valid. La t_4 primul dintre acceptori a sesizat tranziția în starea *jos* a liniei DAV și răspunde prin punerea în stare *jos* a liniei NRFD. Ceilalți acceptori, cu viteză mai mică, îl vor urma prin a trage jos linia NRFD. În felul acesta se anunță sursa să mențină în starea *jos* linia DAV și să nu pună alt octet pe magistrala de date. La momentul t_5 cel mai rapid dintre acceptori a preluat octetul și a lăsat linia NDAC

în starea *sus*. Linia NDAC trece în starea *sus* la momentul t_6 , după ce, cel mai lent dintre acceptori a preluat octetul și a lăsat linia NDAC în starea *sus*. La t_7 sursa a sesizat trecerea *sus* a semnalului NDAC și răspunde prin punerea liniei DAV în starea *sus*. Din acest moment octetul de pe magistrala de date nu mai este valid, iar sursa se pregătește să pună un nou octet.

După trecerea liniei DAV în starea *sus*, cel mai rapid dintre acceptori trage în starea *jos* linia NDAC, la momentul t_9 . La momentul t_{10} sursa a verificat că liniile NRFD și NDAC sunt în starea *jos* și în consecință a depus noul octet pe magistrala de date. Cu t_{10} începe un nou ciclu de transmisie/recepție.

Observație. Situația în care liniile NRFD și NDAC sunt *ambele* în starea *sus* este o situație de avarie. Din acest motiv NRFD este pus în starea *jos* imediat după ce DAV a fost trecut în starea *jos* și înainte ca octetul să fie preluat (înainte ca NDAC să fie trecut în starea *sus*).

9.3.4. MODURILE DE LUCRU ALE INTERFEȚEI IEEE-488

Există trei moduri de lucru ale interfeței IEEE-488 :

- A - transfer mesaje de interfață,
- B - transfer date,
- C - starea de inactivitate.

A. Modul de lucru transfer mesaje de interfață

În acest mod de lucru, pe magistrala de date a interfeței se transmit octeți care codifică mesaje de interfață, numite și comenzi. Există mai multe grupe de mesaje de interfață:

- a) comandă adresată de desemnare a dispozitivului sursă: MTA,
- b) comandă adresată de desemnare a dispozitivului acceptor: MLA,
- c) comenzi generale,
- d) comenzi adresate,
- e) comenzi de dezactivare a vorbitorului și a ascultătorului.

a) Comanda **MTA** ("my talk address") este concepută pentru a desemna care dintre dispozitivele din sistem va îndeplini funcția de sursă sau vorbitor.

La asamblarea unui sistem cu interfața IEEE-488, fiecare dispozitiv are atribuită o adresă formată din 5 biți. Această adresă poate fi modificată cu ajutorul unor comutatoare dispuse pe placa de interfață, sau poate fi memorată într-o memorie de tip RAM.

Comenzile sunt codate în cod ASCII, pe 7 biți. Octetul ce codifică comanda MTA este :

$$\text{MTA} : x10a_5a_4a_3a_2a_1.$$

Dispozitivul ce are adresa specificată în codul comenzii recunoaște codul MTA și adresa proprie și va prelua funcția de vorbitor.

b) Comanda **MLA** ("my listen address") are codul :

MLA : x01a₅a₄a₃a₂a₁.

Ca și în cazul MTA, atunci când coordonatorul transmite octetul corespunzător comenzii MLA, dispozitivul cu adresa specificată în cod trece la îndeplinirea funcției de vorbitor.

Observație. Între comenzile MTA și MLA există deosebirea :

- MTA determină în mod automat dezactivarea funcției de vorbitor a dispozitivului care a îndeplinit-o până în acel moment. Noul vorbitor devine cel adresat prin comanda MTA.

- În cazul comenzii MLA, toți ascultătorii deja adresați rămân în continuare cu această funcție.

c) **Comenzile generale** se referă la toate dispozitivele din sistem. Aceste comenzi determină modificarea stării funcției de interfață a tuturor dispozitivelor din sistem. Comenzile generale sunt: LLO, DCL, PPU, SPE și SPD.

LLO ("local lockout") determină blocarea comenzilor de pe panoul frontal. Fiecare dispozitiv prevăzut cu interfața IEEE-488 are, pe panoul frontal, un comutator denumit Local/Distanță ("Local/Remote") prin care se poate autoriza de către utilizator comanda dispozitivului prin intermediul interfeței. Comanda LLO este prioritară față de comutatorul Local/Distanță, determinând ca poziția acestuia să nu mai conteze.

DCL ("device clear") determină inițializarea dispozitivelor. Starea inițială care urmează comenzii DCL este specificată în detaliu în cartea tehnică a fiecărui dispozitiv.

PPU ("parallel poll unconfigure") invalidează interogarea paralel. Este o comandă asociată (pereche) cu comanda adresată PPC. Comanda PPU are rolul de a semnaliza dispozitivelor din sistem încheierea procesului de interogare paralel.

SPE ("serial poll enable"): validare interogare serie.

SPD ("serial poll disable"): invalidare interogare serie.

Prin procesul de interogare serie, coordonatorul adresează serial dispozitivele din sistem și le cere să depună pe magistrala de date octetul de stare pentru a descoperi care dintre ele a lansat cererea de întrerupere.

Codurile comenzilor generale sunt după cum urmează:

LLO: x0010001 DCL: x0010100 PPU: x0010101 SPE: x0011000

SPD: x0011001.

d) **Comenzile adresate** au efect asupra dispozitivelor din sistem care au fost adresate ca acceptoare (ascultătoare.) Comenzile adresate sunt: GTL, SDC, PPC, GET și TCT.

GTL ("go to local") determină revenirea dispozitivului în modul local (în care ascultă de comenzile date prin intermediul panoului frontal.)

SDC ("selected device clear") inițializează selectiv dispozitivele. Comanda SDC are același efect ca și comanda DCL doar că se aplică numai dispozitivelor ce inițial au fost desemnate ca și acceptoare.

PPC ("parallel poll configure") inițiază procesul de interogare paralel, prin care coordonatorul determină care dispozitiv a cerut intervenția sa. Pentru realizarea procesului de interogare paralel, la asamblarea sistemului se aleg maximum 8 dispozitive și fiecăruia i se alocă o linie a magistralei de date. Este evident că fiecare din cele 8 dispozitive trebuie să aibă în funcția lor de interfață posibilitatea de a lansa SRQ. Procesul de interogare paralel decurge astfel :

1) La activarea intrării SRQ, coordonatorul adresează dispozitivele ce puteau această cerere, ca acceptoare.

2) Coordonatorul trimite comanda PPC. Dispozitivele răspund la comanda PPC aducând linia de date asociată în starea sus dacă nu au cerut intervenția coordonatorului, respectiv în starea jos dacă au cerut-o.

3) Coordonatorul citește octetul de pe magistrala de date, determină dispozitivele care au lansat SRQ și transmite comanda PPU de încheiere a procesului de interogare paralel. Dispozitivele revin în starea dinaintea comenzii PPC, încheind procesul de interogare paralel.

Comanda PPC se transmite simultan cu activarea liniilor ATN și EOI. Dacă două sau mai multe dispozitive au activat SRQ, coordonatorul va recepționa un octet cu doi sau mai mulți biți 0. În această situație trebuie să existe o listă de priorități.

Interogarea paralel are avantajul unui răspuns prompt din partea coordonatorului și se utilizează pentru evenimente deosebite ce reclamă viteză mare de răspuns din partea coordonatorului. Are dezavantajul că participă la el doar 8 dispozitive.

GET ("group execute trigger") are drept consecință declanșarea dispozitivului în vederea executării unei acțiuni. Comanda permite declanșarea simultană a mai multor dispozitive.

TCT ("take control") are ca efect transferarea funcției de coordonator. Într-un sistem IEEE-488 pot exista mai multe dispozitive ce pot îndeplini funcția de coordonator, dar la un moment dat nu poate fi activ decât un singur coordonator.

Codurile comenzilor adresate sunt următoarele:

GTL: x0000001 SDC: x0000100 PPC: x0000101 GET: x0001000

TCT: x0001001.

e) **Comenzile de dezactivare a vorbitorului sau ascultătorului** sunt :

UNL ("unlisten") dezactivează ascultătorii (cod x0111111),

UNT ("untalk") dezactivează vorbitorul (cod x1011111).

UNL are ca efect dezactivarea tuturor ascultătorilor din sistem ce au fost aduși în starea respectivă prin comanda MLA. UNT are ca efect dezactivarea vorbitorului

desemnat cu comanda MTA. Același efect se obține și dacă se trimite comanda MTA unui alt dispozitiv din sistem. Deosebirea constă în aceea că după comanda UNT nu mai există nici un vorbitor în sistem.

B. Modul de lucru transfer de date

În acest mod linia ATN are nivelul H, coordonatorul cedează magistrala de date pentru schimbul de date între dispozitive. Vorbitorul transmite date către toți ascultătorii, iar la sfârșitul mesajului activează linia EOI (pune linia EOI pe L).

C. Starea de inactivitate

Toate dispozitivele din sistem se găsesc în starea inițială, definită de fabricant. În această stare au fost aduse în urma comenzii DCL sau în urma activării de către coordonator a liniei IFC.

9.3.5. FUNCȚIILE DE INTERFAȚĂ

Pentru buna funcționare a sistemului de interfață, un dispozitiv trebuie să îndeplinească funcțiile de dispozitiv și anumite funcții de interfață. Funcțiile de interfață care înzestreaază dispozitivul trebuie să permită comandarea tuturor funcțiilor de dispozitiv. În figura 9.5 se poate urmări structura unui dispozitiv din sistemul IEEE-488, precum și funcțiile de interfață pe care dispozitivul poate să le aibă.

Un dispozitiv poate avea un număr de maximum 10 funcții de interfață notate cu SH, AH, T or TE, L or LE, SR, RL, PP, DC, DT și C.

1) **SH** ("source handshake") este funcția prin care dispozitivul este capabil să inițieze, să controleze și să termine transferul unui octet. Dispozitivul înzestrat cu această funcție utilizează liniile DAV, NRFD și NDAC. El poate genera protocolul de transmisie/recepție al unui octet. Calea urmată în fig.9.4 este 1, 2, 4, 5.

2) **AH** ("acceptor handshake") este funcția prin care dispozitivul poate prelua corect datele sau mesajele transmise prin interfață. Dispozitivul înzestrat cu această funcție acceptă protocolul.

3) **T or TE** ("talkner") este funcția prin care un dispozitiv poate deveni vorbitor. Dispozitivul poate controla toate semnalele necesare funcției de vorbitor. Există două variante a acestei funcții: una fără și alta cu adresă extinsă. Funcția T are un singur octet de adresă numit "the primary talk address", iar funcția TE are doi octeți de adresă: "the primary and secondary talk address". La un dispozitiv se implementează doar una dintre cele două funcții.

4) **L or LE** ("listner") este funcția prin care un dispozitiv poate deveni ascultător. El poate prelua datele și cuvintele de stare de pe magistrala de date.

5) **SR** ("service request") permite dispozitivului să lanseze cereri de serviciu.

6) **RL** ("remote/local") permite dispozitivului să activeze și să dezactiveze comenzile locale.

7) **PP** ("parallel poll") este funcția care permite dispozitivului să răspundă la interogarea paralel lansată de coordonator chiar și în situația în care nu a fost adresat ca vorbitor.

8) **DC** ("device clear") permite ca dispozitivul să fie inițializat.

9) **DT** ("device trigger") permite ca dispozitivul să preia și să cedeze funcția de coordonator pentru un grup de dispozitive din sistem.

10) **C** ("controller") permite dispozitivului să fie coordonator.

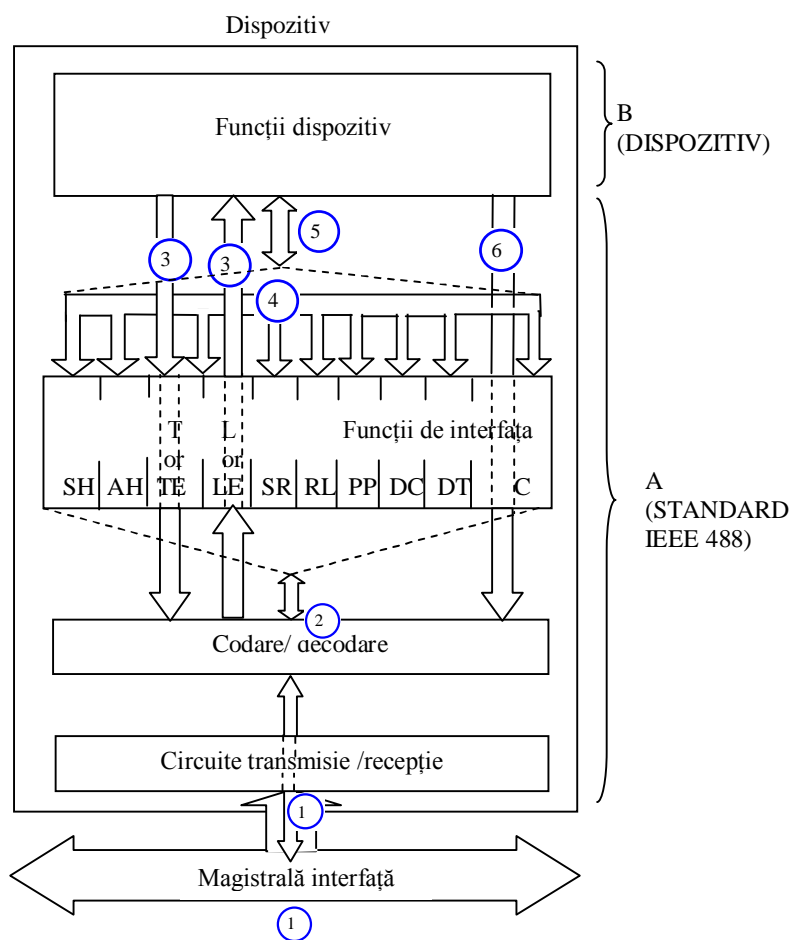


Fig.9.5. Funcțiile de interfață ale unui dispozitiv

Un dispozitiv nu trebuie să aibă implementate toate cele 10 funcții standardizate pentru a fi conectat într-un sistem cu interfață IEEE-488. Minim necesare sunt doar funcțiile de generare și acceptare protocol (SH și AH.) În acest caz dispozitivul este în regim de "numai vorbitor", fiind capabil doar să transmită date.

În cazul în care dispozitivul are implementate funcțiile: generare protocol (SH), acceptare protocol (AH), vorbitor (T) și ascultător (L) se îndeplinește condiția minimală ca un dispozitiv să poată primi comenzi și date prin intermediul magistralei de date DIO 1... DIO 8.

În cazul în care dispozitivul are implementate toate cele 10 funcții de interfață el poate fi exploatat cu toate facilitățile oferite de interfața IEEE-488.

9.3.6. PRESCRIȚII MECANICE ȘI ELECTRICE

Prescripțiile mecanice se referă la tipul conectorului utilizat, dimensiunile și modul de prindere ale acestuia, alocarea liniilor interfeței la pinii conectorului, numărul de fire din cablul de legătură, conectorii de la capătul cablului, lungimea maximă a cablului, ecranarea acestuia etc. În ceea ce privește conectorul atașat dispozitivului, se folosește cu precădere un conector priză, de formă trapezoidală, cu 24 contacte laterale dispuse pe două rânduri, central. Cablul de legătură poate să

Tabelul 9.2

cont act	linie semnal	cont act	linie semnal	cont act	linie semnal
1	DIO 1	9	IFC	17	REN (24)
2	DIO 2	10	SRQ	18	Gnd (6)
3	DIO 3	11	ATN	19	Gnd (7)
4	DIO 4	12	Împământ are	20	Gnd (8)
5	EOI (24)	13	DIO 5	21	Gnd (9)
6	DAV	14	DIO 6	22	Gnd (10)
7	NRFD	15	DIO 7	23	Gnd (11)
8	NDAC	16	DIO 8	24	Masă logică

aibă maxim 2 metri, conține 24 de fire, dintre care 16 sunt alocate semnalelor, restul fiind legături la masă (o masă logică, o împământare și 6 fire de masă pentru anumite semnale de control.). Pentru a asigura imunitatea la perturbații, liniile de protocol și de control sunt răsucite împreună cu firul de masă aferent fiecăruia. Cablul este ecranat cu plasă deasă de sârmă ce trebuie să acopere cel puțin 85% din suprafața acestuia. La capetele cablului există conectori dubli: ce conțin atât priza cât și fișa pereche pentru conectorul fixat pe dispozitiv.

Conectorii dubli permit înserierea simplă a cablului, chiar la nodul de conectare a dispozitivului. Totodată, conectorii dubli permit configurarea sistemului în sistem liniar sau în sistem stea.

Alocarea liniilor de interfață la contactele conectorului poate fi urmărită în tabelul 9.2.

Se utilizează, cu o mai mică răspândire și conectorul cu 25 de contacte, de tip DB 25. Alocarea liniilor la pinii acestui conector este dată în tabelul 9.3.

Tabelul 9.3

contact	linie semnal	contact	linie semnal	contact	linie semnal
1	DIO 1	10	IFC	19	Gnd (6)
2	DIO 2	11	SRQ	20	Gnd (7)
3	DIO 3	12	ATN	21	Gnd (8)
4	DIO 4	13	Împământare	22	Gnd (9)
5	REN	14	DIO 5	23	Gnd (10)
6	EOI	15	DIO 6	24	Gnd (11)
7	DAV	16	DIO 7	25	Gnd (12)
8	NRFD	17	DIO 8		
9	NDAC	18	Gnd (5)		

Specificațiile electrice și logice se referă la faptul că nivelurile semnalelor sunt TTL și la faptul că interfața IEEE-488 folosește logică negativă: pentru starea jos (L) nivelul tensiunii trebuie să fie $\leq + 0,8 \text{ V}$ și corespunde nivelului logic "1", iar pentru stare sus (H) nivelul tensiunii trebuie să fie $\geq + 2,0 \text{ V}$ și corespunde nivelului logic "0". Ieșirea la o linie se face prin circuite "open collector" capabile să conducă spre masă 48 mA, iar intrarea încarcă linia cu o sarcină TTL.