

ASPECTE ALE PROIECTĂRII SISTEMELOR DE CONDUCERE CU CALCULATORUL A PROCESELOR TEHNOLOGICE

ing. Pierre Rădulescu-Banu

Institutul de Cercetări în Informatică

Rezumat:

Articolul tratează câteva aspecte ale conducerii cu calculatorul a proceselor tehnologice, încercând să scoată în evidență o serie de elemente care stau la baza proiectării de sisteme informatice în acest domeniu.

După o scurtă introducere (cap. 1), se prezintă în cap. 2 câteva aspecte, impuse de procesele tehnologice, care determină cerințe specifice pentru sistemele informatice în acest domeniu.

O prezentare a specificului hardware (cap. 3) și software (cap. 4) al sistemelor de conducere procese este urmată de discutarea (cap. 5) alegerii arhitecturii unui asemenea sistem, plecând de la împărțirea acestor sisteme în 3 clase (mici, medii - arhitectura piramidală, mari - arhitectura de rețea). Se ia în considerare folosirea unor calculatoare compatibile sau comparabile ca putere cu IBM-PC.

Sînt prezentate sumar (cap. 6) câteva considerații legate de integrarea conducerii proceselor tehnologice în sisteme de tip CIME.

Se prezintă apoi succint (cap. 7) preocupări și realizări din Institutul de Cercetări în Informatică în domeniul conducerii proceselor tehnologice.

Concluzia articolului este (cap. 8) că, excepție făcînd cazul aplicațiilor punctuale, este recomandabilă alegerea unei soluții de tip rețea și urmărirea respectării standardelor de sisteme deschise.

Cuvinte cheie: senzori, interfețe de proces, PC-uri industriale, calculatoare modulare, automate programabile, calculatoare "gazdă", echipamente "jintă", timp real, baze de date tehnologice, task-uri sisteme de proces, arhitecturi de sisteme de proces, calculatoare "master", echipamente "slave".

1. Introducere

Sistemele de conducere cu calculatorul a proceselor tehnologice au ca obiective:

- informarea operativă asupra stării procesului controlat și suport de decizie;
- arhivarea de date caracterizînd evoluția procesului controlat;
- conducerea automată.

Funcționarea acestor sisteme în cuplaj direct cu instalații tehnologice impune o serie de caracteristici în arhitectura de echipamente și programe.

De asemenea, funcționarea acestor sisteme în cuplaj direct cu instalații tehnologice impune în proiectarea și implementarea lor o viziune care să integreze problemele de informatică, problemele de automatizare și problemele tehnologice.

Pe de altă parte, în ultimul timp sistemele de conducere a proceselor tehnologice nu mai sînt privite de sine stătător, impunîndu-se din ce în ce mai mult conceptul de sistem integrat de tip "Computer Integrated Manufacturing and Engineering" (CIME).

2. Aspecte specifice ale conducerii cu calculatorul a proceselor tehnologice

Se pot scoate în evidență câteva aspecte specifice, pe care procesele tehnologice le impun sistemelor informatice de conducere. Asemenea sisteme sînt legate la instalațiile tehnologice controlate prin senzori (traductoare cu semnal de ieșire unificat în curent sau tensiune, relee, contoare generatoare de impulsuri) de la care se primesc semnale analogice și numerice, caracterizînd starea momentană a procesului controlat și prin elemente de execuție care preiau de la calculator semnale de comandă (figura 1).

Semnalele analogice sînt semnale unificate de curent sau tensiune, emise de traductoare și preluate de calculator prin interfețe de intrări analogice - prin citiri periodice, frecvența de citire fiind impusă de dinamica procesului controlat.

Semnalele numerice sînt, fie semnale binare de stare sau alarmă, emise de relee și preluate de calculator prin interfețe de intrări numerice - prin citiri periodice și/sau întreruperi, fie impulsuri emise de contoare generatoare de impulsuri și preluate de calculator prin interfețe de intrări în frecvență.

Similar, semnalele de comandă sînt emise de calculator spre elementele de execuție prin interfețe de ieșiri analogice și numerice.

Cuplarea directă sistem de conducere - proces tehnologic controlat impune:

- funcționarea în timp real;
- funcționarea în condițiile de mediu, impuse de procesul tehnologic controlat;
- funcționarea continuă, "24 ore din 24", gradul de fiabilitate al sistemului fiind impus de caracteristicile procesului tehnologic controlat.

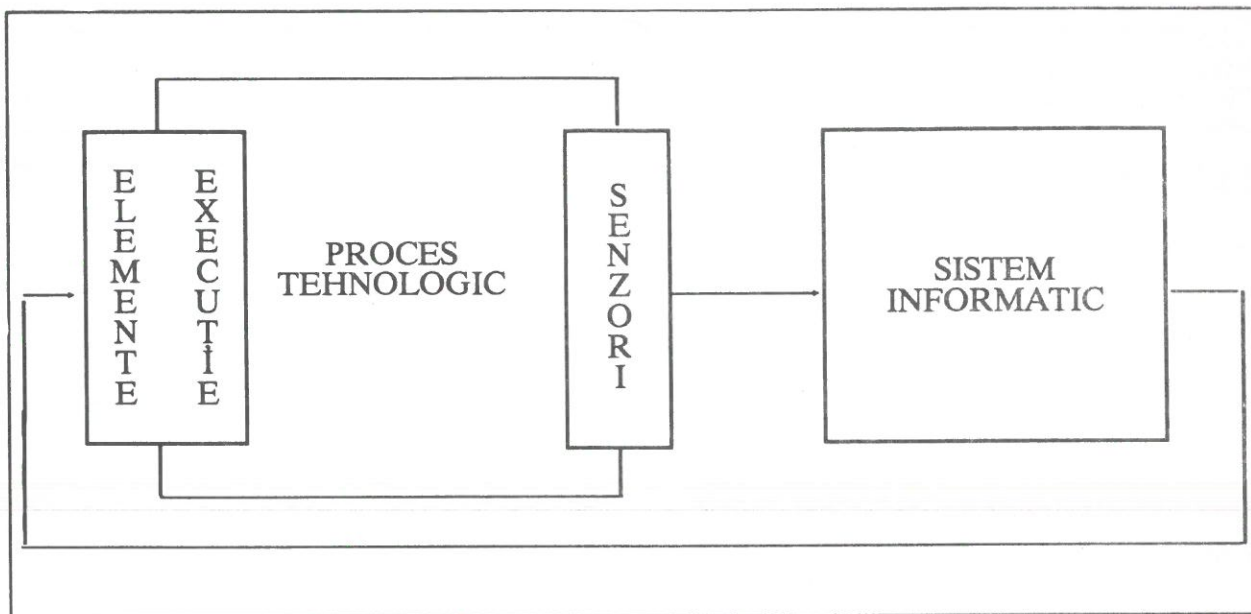


Figura 1: Principiul conducerii cu calculatorul a proceselor tehnologice

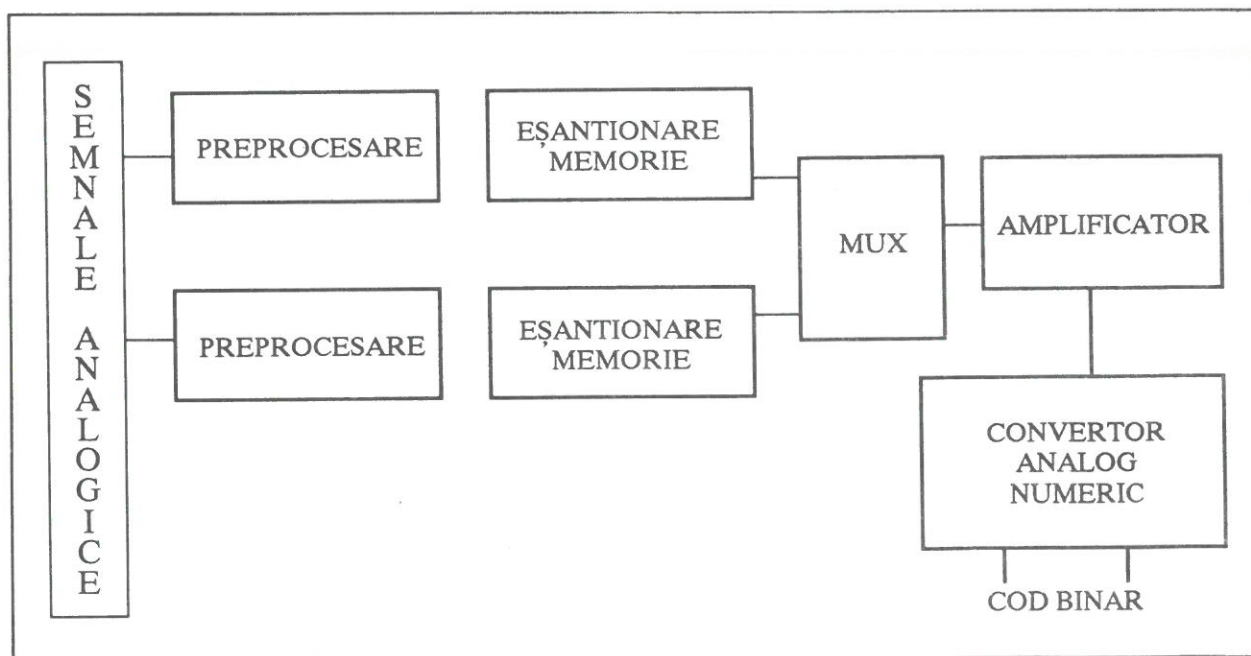


Figura 2: Tratare intrări analogice

Proiectarea unui sistem de conducere cu calculatorul pentru un proces tehnologic presupune elaborarea proiectului de informatică în cadrul unui proiect complex de automatizare. Este un aspect foarte important din punct de vedere practic, pentru că:

- în cazul conducerii cu calculatorul a proceselor tehnologice este corect să ne gândim la sisteme de automatizare complexă, în care calculatoarele sînt părți componente, alături de traductoare, relee, regulatoare, contoare, elemente de execuție, cabluri de legătură etc., iar, de la caz la caz, una sau alta dintre componente este esențială pentru realizarea obiectivului;
- în general, beneficiarul dorește un sistem "la cheie" și preferă modul de lucru cu proiectant general și antreprenor general, care să-și asume răspunderea integrală a proiectării, respectiv a implementării.

3. Considerații privind hardware-ul utilizat în conducerea cu calculatorul a proceselor tehnologice

Un sistem de conducere proces tehnologic trebuie să rezolve 3 categorii de funcții:

- dialogul cu procesul tehnologic (preluarea/emiterea informațiilor din/în proces);
- procesare date;
- dialogul cu operatorul/operatorii sistemului.

Preluarea/emiterea informațiilor din/în proces a fost discutată în cap.2. Această funcție este asigurată de plăcile de interfață de intrări/ieșiri, analogice/ numerice/ în frecvență, specifice calculatoarelor de proces.

Nu vom intra aici în detaliile interfețelor de proces. Vom menționa numai câteva aspecte.

Intările analogice sînt transformate în cod binar (în general cu o rezoluție de cel puțin 12 biți) prin **convertoare analog/numerice**. Dintre metodele de conversie utilizate amintim metoda aproximărilor succesive, metoda integrării și metoda conversiei paralele. Întrucît convertorul analog/numeric necesită un semnal de intrare de amplitudine mare pentru a funcționa optim, semnalul de intrare analogică este în prealabil amplificat. Se folosesc pentru aceasta **amplificatoare de intrare**, cu mai multe trepte de amplificare, trepte controlabile software sau manual. Pentru conversia mai multor linii de intrare cu un singur etaj de amplificare/conversie

se folosesc **multiplexoare** de intrări analogice. Din considerente de precizie (asigurarea constantei semnalului pe perioada conversiei în cazul utilizării metodei aproximărilor succesive, asigurarea constantei semnalelor pe perioada multiplexării) este necesară folosirea de **circuite de eșantionare/ memorare**. Sînt, de asemenea, necesare **circuite de preprocesare** (activă sau pasivă) ale semnalelor de intrare (figura 2). Semnalele analogice pot fi configurate ca **intrări de mod comun sau intrări diferențiale**.

Avînd în vedere gama largă de semnale unificate de ieșire, ale diverselor tipuri de traductoare, și gama mai restrînsă de semnale unificate de intrare, pe care le acceptă diversele tipuri de interfețe de intrări analogice, apare în practică necesitatea interpunerii între traductor și interfață a unui **adaptor** care reduce, evident, precizia lanțului de măsură. Trebuie să menționăm că, din această cauză, firmele mari constructoare de echipamente sînt preocupate de lărgirea gamei de semnale unificate, acceptate de interfețele lor.

Ieșirile analogice se realizează cu **convertoare numeric/analogice**. Avînd în vedere că aceste convertoare lucrează în sarcina cu curenți de pînă la 5 ... 10 mA, în cazul în care se comandă sarcini cu impedențe de valori mici (motoare, electrovalve, lămpi indicatoare etc.) trebuie adăugate etaje de putere (**amplificatoare de putere sau generatoare de curent constant de valori mari**).

În ceea ce privește interfețele de intrări/ieșiri numerice, vom menționa numai că ele acceptă/generază semnale **TTL**, respectînd deci unul din standardele TTL (0-5 V, 0-24 V, 0-220 V).

În alegerea suportului hardware (problema o vom relua discutînd despre structuri de sisteme în cap.5) se poate merge pe 2 căi:

- același echipament rezolvă, atît procesarea datelor, cît și dialogul cu procesul;
- dialogul cu procesul este asigurat de echipamente separate.

Un echipament care rezolvă, atît procesarea datelor, cît și dialogul cu procesul este un calculator a cărui configurație, pe lîngă elementele standard, conține și plăcile de interfață. **Plăcile de interfață sînt cuplate, așadar, la calculator pe magistrala internă**. În prezent, dacă se merge pe această cale, se adoptă una din aceste 3 soluții:

- PC cu plăci de interfață de proces incluse;
- calculator modular;

- automat programabil sau alt echipament specializat.

Soluția PC cu plăci de interfață de proces incluse înseamnă includerea de plăci de interfață proces într-o configurație de calculator compatibil IBM-PC. Evident, numărul de plăci de interfață proces este limitat de numărul de sloturi disponibile. În cazul în care calculatorul respectiv este dedicat prin fabricație proceselor tehnologice, soluția devine de tip PC industrial.

Soluția calculator modular înseamnă alegerea unui calculator dedicat prin fabricație proceselor tehnologice, comparabil ca putere, dar nu și compatibil cu IBM-PC, avînd o arhitectură modulară, bazată pe folosirea magistralei interne VME, care permite (evident într-o anumită limită) includerea de plăci de interfață proces după cerințele aplicației.

În cazul în care dialogul cu procesul este asigurat de echipamente separate, echipamentul care asigură procesarea datelor, denumit echipament "master", poate fi un calculator compatibil IBM-PC sau comparabil ca putere, dialogul cu procesul fiind asigurat de echipamente denumite echipamente "slave", în a căror configurație sînt incluse plăcile de proces. Există o largă varietate de asemenea echipamente: calculatoare compatibile IBM-PC, calculatoare modulare, automate programabile, "controler"-e, cleme inteligente, precum și o diversitate de echipamente microcomputerizate specifice (dozatoare, cîntare electronice, analizoare, senzori inteligenți etc.). Cuplarea între echipamente va fi discutată în capitolul 5.

Dialogul cu operatorul/operatorii sistemului este asigurat în puncte de operare/informare. Trebuie să menționăm că există 2 categorii de operatori ai sistemului:

- persoane cu responsabilități informatice (operatori calculator, ingineri de sistem);
- persoane cu responsabilități tehnologice (operatori tehnologici, maștri, ingineri, personal de conducere la nivel de compartiment sau întreprindere).

Există 2 situații:

- puncte de operare/informare, care se găsesc în aceleași locuri unde sînt asigurate procesarea datelor sau dialogul cu procesul tehnologic;
- puncte de operare/informare, care nu se găsesc în aceleași locuri unde sînt asigurate procesarea datelor sau dialogul cu procesul tehnologic.

În prima situație, dialogul este asigurat, funcție de nivelul de informare/operare afectat punctului respectiv, pe monitoarele calculatoarelor sau pe dispozitive electronice de afișaj specializate, cuplate la calculatoare.

În a doua situație, dialogul este asigurat pe terminale cuplate la distanță cu echipamentele care asigură procesarea datelor sau chiar pe calculatoare (compatibile IBM-PC), afectate special dialogului cu operatorii sistemului. Cuplarea lor la sistem va fi discutată în capitolul 5.

4. Considerații privind software-ul utilizat în conducerea cu calculatorul a proceselor tehnologice

Vom pleca tot de la cele 3 categorii de funcții pe care le rezolvă un sistem de conducere procese tehnologice, menționate la începutul cap.3 (dialogul cu procesul, procesarea datelor și dialogul cu operatorul/operatorii sistemului).

Cele 3 categorii de funcții impun funcționarea în timp real. Evident, viteza de răspuns necesară este dictată de dinamica procesului tehnologic controlat. Esențial este însă că, pentru orice proces tehnologic, oricît de lent, există un timp critic de răspuns, oricît de mare, deci, sistemul trebuie să aibă abilitatea de a-și executa sarcinile într-o anumită fereastră de timp.

Tot în legătură cu necesitățile de timp real mai trebuie să menționăm că:

- dialogul cu procesul impune un timp de răspuns, eventual suficient de mare, dacă procesul este suficient de lent, dar cu o anumită valoare critică;
- dialogul cu operatorii impune un timp de răspuns suficient de mic pentru a nu jena operatorii, dar fără o valoare critică.

Aceste considerente conduc la necesitatea concepției unui sistem de conducere proces ca un ansamblu de taskuri de priorități diferite, funcție de sarcinile pe care le au de executat.

Pentru controlul execuției acestor taskuri, există 2 posibilități:

- folosirea unui sistem de operare "multitasking" (eventual "multiuser") de timp real (sau de "pseudo-timp real", dacă valoarea critică de timp de răspuns cerută de dinamica procesului este suficient de mare);
- folosirea unui executiv de timp real, croit pe aplicație.

În primul caz, vom menționa sistemele de operare "multitasking" de timp real UNIX-like, OS-2, OS-9/OS-9000, MULTIUSER-DOS etc. Ca sisteme care asigură un "pseudo-timp real" trebuie să menționăm și WINDOWS.

În al doilea caz, se poate merge pe 2 căi:

- dialogul cu procesul, respectiv cu operatorii, este executat de taskuri activate de semnale de întrerupere, taskuri care întrerup execuția taskurilor de procesare date;
- dialogul cu procesul, respectiv cu operatorii, este executat prin așa numitul "polling" (interogare ciclică).

Dacă se merge pe prima cale, este necesar să se evite pierderea de întreruperi, mergându-se eventual pe principiul "fork"-ului (tratarea semnalelor de întrerupere în 2 etape).

Dacă se adoptă principiul "polling"-ului, sistemul se va executa în cicluri de timp, fiecare ciclu fiind împărțit în ferestre de timp succesive, fiecărui "task" fiindu-i atribuită fereastra sa de timp. Evident, proiectarea unui asemenea sistem este dificilă, iar adăugarea de noi taskuri impune regândirea întregului, dar se asigură performanțe excelente de timp real.

O componentă esențială a sistemului o reprezintă baza de date. Baza de date a unui sistem de conducere proces tehnologic trebuie să ofere:

- imaginea stării curente a procesului (valorile curente analogice și numerice și o serie de parametri actuali: limite tehnologice, cifre de control etc.);
- imaginea agregată a evoluției procesului (valori agregate pe oră, schimb, zi, decadă, lună, an);
- posibilitatea accesului concurrent al taskurilor.

Accesul concurrent al taskurilor la baza de date se rezolvă prin mecanisme de protecție, oferite de sistemul de operare, eventual completate cu mecanisme suplimentare. Avînd în vedere posibilitatea ca să fie scrise de mai mulți programatori, este recomandabil ca aceste mecanisme să fie înglobate în rutine atașate bazei de date, folosindu-se tehnica monitorizării.

Un sistem de conducere proces include următoarele categorii de taskuri:

- taskuri de dialog cu procesul tehnologic;

- taskuri de dialog cu operatorul/ operatorii sistemului;
- taskuri de comunicație între echipamentele sistemului;
- taskuri de tratare evenimente;
- taskuri de calcul;
- taskuri de editare protocoale/ bilanțuri.

Taskurile de dialog cu procesul tehnologic realizează tranzitul proces-baza de date. Mai sus am menționat căile posibile de organizare a acestui dialog.

Dialogul cu operatorul/operatorii sistemului are ca obiective:

- afișare informații de stare sistem;
- afișare mesaje de alarmă;
- afișare operativă informații asupra stării procesului (la cerere sau periodic);
- afișare protocoale și bilanțuri (la cerere sau periodic);
- afișare parametri tehnologici cu posibilitatea modificării lor.

Trebuie să menționăm că:

- afișările pot fi alfanumerice sau grafice (curbe de sarcină, scheme tehnologice), cu posibilitatea de actualizare on-line;
- operatorii tehnologici sînt persoane fără specializare în informatică, deci taskurile de dialog trebuie concepute "user-friendly".

Taskurile de comunicație realizează vehicularea datelor recepționate/emise de la/spre alte echipamente, spre/de la baza de date. Alături de taskurile de dialog, taskurile de comunicație cu procesul tehnologic au prioritate maximă.

Taskurile de tratare evenimente merg pe principiul desincronizării între momentele, aleatoare, ale apariției evenimentelor și tratarea lor. Menționăm următoarele categorii de evenimente:

- evenimente în funcționarea sistemului;
- schimbări de stare în procesul tehnologic (închideri/deschideri contacte, porniri/opriri utilaje etc.);
- stări de alarmă în procesul tehnologic.

Taskurile de calcul realizează:

- agregare date pe oră/ schimb/ zi/decadă/ lună/an;
- calcul mărimi de comandă spre proces.

Calculul mărimilor de comandă spre proces presupune utilizarea **algoritmilor de reglare**. În această privință, se impun câteva mențiuni:

- reglarea se desfășoară independent de operator, și nu este deci necesar ca taskurile de reglare să se execute pe echipamentele dotate cu ceea ce am numit puncte de operare/informare;
- cerințele de fiabilitate ale reglării sînt mai mari decît cerințele de fiabilitate ale sistemului în ansamblu, ceea ce face recomandabilă execuția taskurilor de reglare pe echipamentele cele mai apropiate de proces.

În încheiere ne vom referi la modalitățile de elaborare a software-ului de proces. În acest domeniu, se folosesc denumirile de calculatoare "gază" și echipamente "țintă".

Calculatoarele "gază" sînt folosite pentru dezvoltarea programelor și, eventual, pentru execuția lor. În consecință, ele sînt dotate cu unități de discuri (hard și flexibile), eventual cu programatoare de PROM-uri, iar sistemul de operare oferă medii de programare.

Echipamentele "țintă" sînt folosite numai pentru execuția programelor, încărcate în RAM în prealabil prin comunicație serială cu "gazda" sau existente în EPROM-uri, programate pe "gază".

5. Clase de sisteme informatice de conducere a proceselor tehnologice

Structura unui sistem informatic de conducere proces tehnologic se încadrează în una din următoarele 3 clase:

- clasa sistemelor mici;
- clasa sistemelor medii;
- clasa sistemelor mari.

Stabilirea structurii prin încadrarea în una din aceste 3 clase are la bază 3 criterii:

- nivelul de informare/operare al sistemului;
- amploarea procesului tehnologic controlat;
- puterea de calcul cerută sistemului.

Nivelul de informare/operare al sistemului este caracterizat de 3 factori:

- numărul punctelor de informare/operare ale sistemului;
- dispunerea geografică a punctelor de informare/operare ale sistemului;
- gradul de rafinare al funcțiilor atribuite punctelor de informare/operare ale sistemului.

Amploarea procesului tehnologic controlat este caracterizată de 2 factori:

- număr de intrări/ieșiri analogice/numerice/în frecvență;
- dispunerea geografică a senzorilor și a elementelor de execuție.

Să menționăm că, specificul tehnologic impune alegerea algoritmilor, impune restricțiile de timp real, impune gradul de fiabilitate, participînd la alegerea clasei de sistem informatic prin puterea de calcul pe care o cere, dar specificul tehnologic și amploarea procesului tehnologic sînt noțiuni diferite.

5.1. Clasa sistemelor mici

Sistemele mici corespund situațiilor în care:

- există un singur punct de informare/operare al sistemului;
- există un număr redus de intrări/ieșiri numerice/analogice/în frecvență, concentrate din punct de vedere geografic;
- puterea de calcul cerută sistemului nu necesită în mod imperativ distribuirea procesării datelor.

Aceste situații sînt caracteristice controlului unor utilaje tehnologice singulare, standuri de probă, aparate de laborator etc., așadar, așa numitelor "aplicații punctuale".

Trebuie să menționăm că, soluția alegerii unui sistem mic poate fi potrivită și dacă numărul de intrări/ieșiri este mai mare, dar ele sînt concentrate geografic.

Un sistem mic poate fi:

- monocalculator (un singur calculator rezolvă procesarea datelor, dialogul cu procesul - prin plăci de interfață cuplate pe magistrala internă, dialogul cu operatorul - pe monitor) (figura 3);

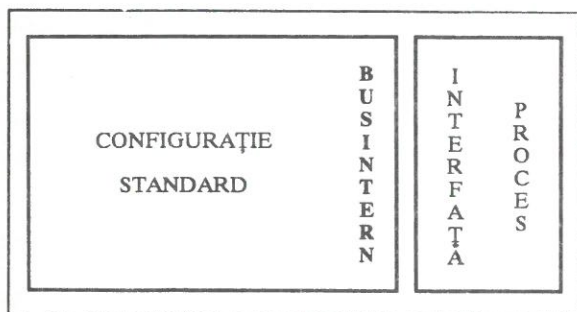


Figura 3: Sistem mic monocalculator

- cu calculator master și calculator slave (calculatorul master rezolvă procesarea datelor și dialogul cu operatorul pe monitor, iar calculatorul slave rezolvă dialogul cu procesul); slave-ul este legat de master pe un canal standard (RS-232, RS-422, IEEE-488, DMA) (figura 4).

Soluția calculator master – calculator slave se adoptă dacă:

- necesarul de plăci de interfață de proces depășește posibilitățile de configurare ale calculatorului master;
- condițiile de mediu, caracteristice procesului tehnologic, împiedică funcționarea normală a calculatorului master.

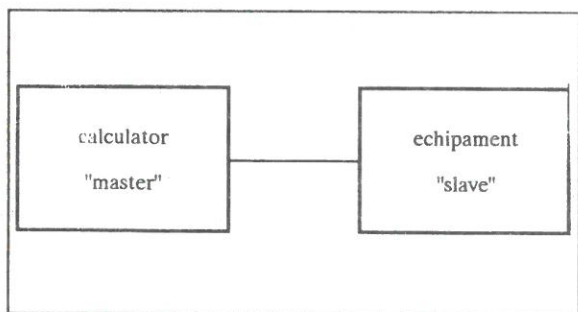


Figura 4: Sistem mic master-slave

5.2. Clasa sistemelor medii

Sistemele medii corespund situațiilor în care:

- există un număr mic de puncte de informare/operare;
- amploarea procesului tehnologic nu permite dialogul cu un singur calculator, dar nu necesită un număr de calculatoare "slave" decît de ordinul unităților;

- puterea de calcul cerută sistemului nu necesită în mod imperativ distribuția procesării datelor.

Structura unui sistem mediu este **piramidală**. Calculatorul "master" rezolvă procesarea datelor și oferă un punct de informare/operare pe monitor. El este cuplat prin intermediul unui multiplexor serial de terminalele care constituie celelalte puncte de informare/operare și de echipamentele "slave", care rezolvă dialogul cu procesul (figura 5).

În cazul sistemelor medii (dar și în cazul sistemelor mici cu echipament "slave") apar 2 niveluri, atât hardware, cât și software:

- nivelul de bază - al echipamentelor "slave";
- nivelul de conducere - al calculatorului "master".

În funcție de situație, funcțiile atribuite procesării datelor pot fi concentrate la nivelul de conducere sau distribuite între nivelul de conducere și nivelul de bază. Cerințe de fiabilitate pot impune, de exemplu, ca rezolvarea conducerii directe a procesului să fie atribuită nivelului de bază, nivelului de conducere fiindu-i atribuite funcții de supervizare.

5.3. Clasa sistemelor mari

Sistemele mari corespund situațiilor în care:

- există un număr mare de puncte de informare/operare, dispersate geografic, cu un grad mare de rafinare a funcțiilor de dialog;
- amploarea procesului tehnologic impune dialogul cu un număr mare de echipamente slave;
- puterea de calcul, cerută sistemului, necesită distribuția procesării datelor.

Structura unui sistem mare este de tip rețea. Rețeaua interconectează echipamentul master (PC industrial, calculator modular), cu echipamente slave (calculatoare modulare, automate programabile, cleme inteligente, echipamente dedicate etc.) și cu puncte de dialog cu personalul tehnologic (PC-uri) (figura 6).

La alegerea soluției de structură de sistem apar 2 probleme:

- alegerea între un sistem mediu și un sistem mare, în situații în care un sistem mediu, cu arhitectura piramidală, ar fi acoperitor;

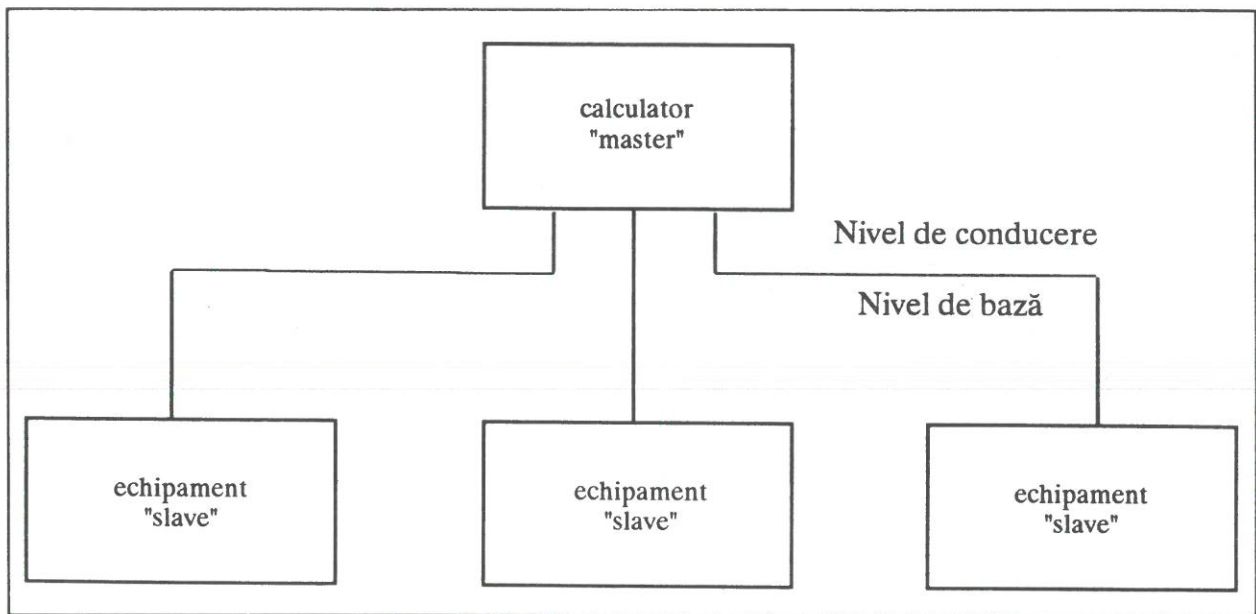


Figura 5: Sistem mediu

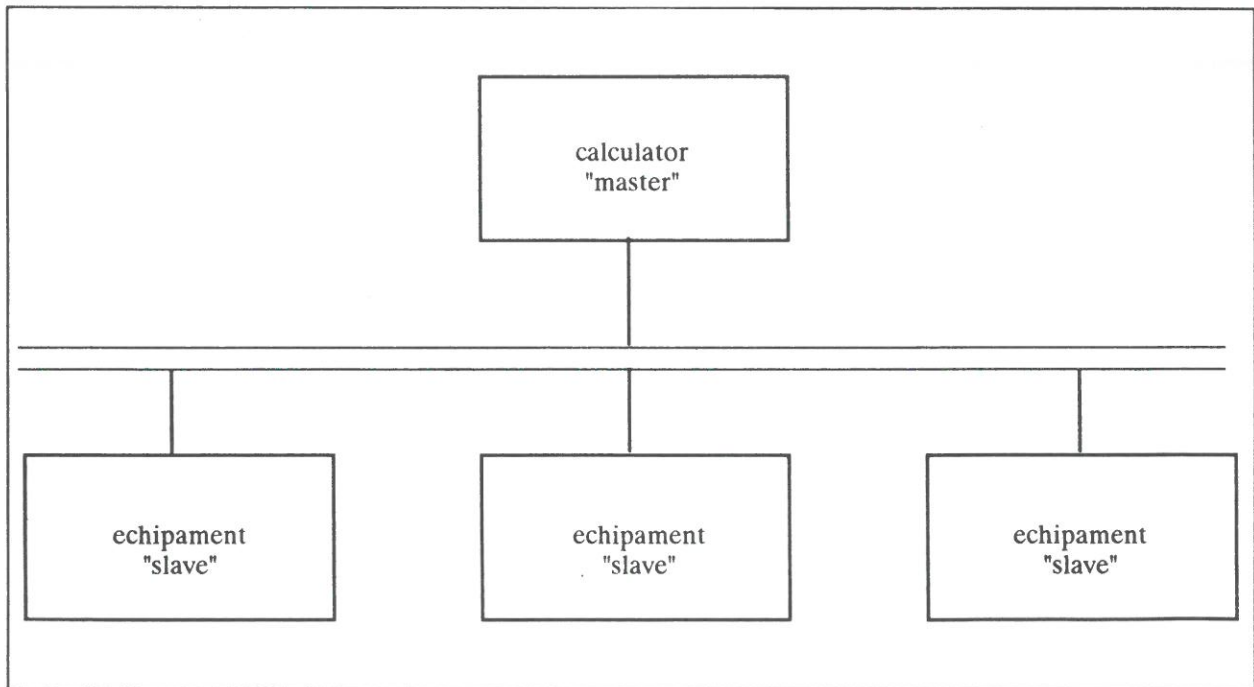


Figura 6: Sistem mare

- alegerea între un sistem mare, cu arhitectura de tip rețea, având PC-uri sau calculatoare modulare, și un sistem clasic, cu arhitectura de tip piramidal, având un minicalculator foarte puternic (ex.: MICROVAX) ca echipament master.

Considerăm că soluția rețea este soluția optimă, fiind o soluție de perspectivă, care oferă posibilitățile cele mai mari de dezvoltare ulterioară a sistemului. De altfel, firmele prestigioase în domeniul conducerii cu calculatorul a proceselor merg pe această linie. Vom menționa firmele Siemens și PEP.

Firma Siemens oferă sisteme de tip rețea în care se interconectează calculatoare industriale SICOMP, compatibile IBM-PC, și echipamente precum:

- calculatoare modulare TELEPERM;
- automate programabile SIMATIC;
- cleme inteligente ET (conțin un modul UC, un număr variabil de module intrări/ieșiri analogice/ numerice, un modul de comunicație);
- echipamente dedicate (cîntare electronice, analizoare, senzori inteligenți etc.).

Firma PEP oferă sisteme de tip rețea, în care se interconectează calculatoare modulare "master" și echipamente "slave" (calculatoare modulare, "controller"-e inteligente), bazate pe microprocesoare MOTOROLA, magistrala VME și rețea PROFIBUS.

În proiectarea unui sistem mare, este de dorit să se urmărească în mod consecvent distribuția procesării datelor, pentru a putea utiliza cât mai bine posibilitățile oferite de arhitectura de tip rețea. Aceasta impune proiectarea unei baze de date distribuite și repartizarea taskurilor sistemului pe echipamentele cele mai apropiate de locurile controlate de taskurile respective.

Mai trebuie să menționăm posibilitatea funcționării nodurilor rețelei pe sisteme eterogene de operare, din motive de cost. Este posibil ca pe calculatorul "master" să fie implementat un sistem de operare timp real, puternic și scump, pe echipamentele "slave", versiuni reduse (ex. Professional OS/9 - Industrial OS/9), iar pe echipamentele de informare/operare, MS-DOS sau WINDOWS. Apare necesar în asemenea situații ca între sisteme să existe utilitare de conversie.

6. Integrarea conducerii cu calculatorul a proceselor tehnologice în sisteme de tip CIME

Tendința modernă este de a integra într-un sistem informatic complex urmărirea tuturor activităților unei companii industriale: gestiunea economică, proiectarea uzinală, pregătirea fabricației, conducerea producției, conducerea proceselor tehnologice, controlul tehnic de calitate. Este vorba de așa numita "COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING AND ENGINEERING" (CIME).

Necesitatea integrării tuturor activităților în sisteme de tip CIME rezultă din faptul evident al existenței unor interacțiuni complexe între aceste activități.

Această tendință se sprijină pe 2 factori:

- dezvoltarea rețelelor de calculatoare;
- apariția conceptului de "sisteme deschise" (OSA - Open System Architecture), care permite legarea în rețea a unor echipamente eterogene, care respintă însă standardizarea de sistem deschis pentru sisteme de operare, comunicații, baze de date, interfețe operator.

Integrarea conducerii proceselor în sisteme de tip CIME conduce în mod evident la necesitatea alegerii clasei sistemelor mari (vezi capitolul 5.3) cu arhitectura de tip și la respectarea conceptului de sistem deschis.

7. Exemple de sisteme informatice de conducere a proceselor tehnologice realizate în I.C.I.

Preocupările specialiștilor din Institutul de Cercetări în Informatică în domeniul conducerii proceselor tehnologice s-au direcționat pe următoarele domenii:

- dezvoltare de sisteme de operare timp real pentru microcalculatoare: se menționează sistemul S-86, implementat pe calculatoare compatibile IBM-PC și pe calculatoare de proces SPOT-86 (compatibile IBM-PC/XT, cu placa de comunicații pentru rețea NOVELL);
- dezvoltare de instrumente de programare pentru conducere procese: generatoare / editoare de baze de date tehnologice, generatoare / editoare de rapoarte tehnologice, generatoare / editoare de scheme tehnologice, protocoale de comunicație etc.;

- dezvoltarea de sisteme configurabile de conducere procese;
- dezvoltare de instrumente în domeniul proiectării asistate de calculator pentru sisteme automate;
- proiectare și implementare de sisteme de conducere procese, pentru diverse întreprinderi din România: se menționează conducerea electrolizei la Întreprinderea de Aluminu din Slatina, dispeceratul energetic de la Combinatul Siderurgic din Reșița etc.

8. Concluzii

Aspectele specifice pe care procesele tehnologice le impun sistemelor informatice, interdependențele strânse între procesul condus, automatizarea procesului și sistemul tehnologic conduc la necesitatea privirii ansamblului ca un sistem de automatizare complexă, în care echipamentele de calcul reprezintă componente, nu întotdeauna esențiale, pentru succesul aplicației.

În cazul aplicațiilor punctuale, clasa sistemelor mici este desigur cea potrivită, dar în celelalte cazuri tendința modernă este spre integrare în sisteme de tip CIME, ceea ce face recomandabilă folosirea arhitecturii de rețea și a respectării

conceptului de sistem deschis. Pe de altă parte, folosirea unor sisteme distribuite face recomandabilă urmărirea consecventă a distribuiri proceselor de calcul.

BIBLIOGRAFIE

1. BORRER, J. : *Microprocessors in Process Control*, Elsevier Applied Science, 1991.
2. SCHEFSTROM, D. , VAN DEN BROEK, G. : *Tool Integration*, John Wiley & Sons, 1993.
3. KALLO, T. : *Sisteme de achiziție date și control cu calculatoare personale compatibile IBM PC/XT/AT*, If nr.3, 1991.
4. DARVAS, A. : *Ce este IEEE 488 ?*, If nr.3, 1991.
5. PRAHM, F. U. , PERGER, W. K. : *Microcomputer als Steuerung auf dem Vormarsch*, Elektronik nr.4, 1992.
6. SCHWAB, E. , REBMAN, R. : *Messdaten in Echtzeit besser visualisieren*, Elektronik nr.2, 1992.
7. SCHRECKE, K. : *A/D - Karten: Die Messpraxis sollte Pate stehen*, Elektronik nr.2, 1992.