

SISTEME DE CONDUCERE CU CALCULATOARE DE PROCES ÎN ENERGETICĂ

Structurile moderne de conducere ale SEE au la bază sisteme informatice integrate, distribuite geografic și ierarhic pe nivele de conducere, de la celulele din stație și până la dispecerul central, capabile să realizeze pentru echipamentele din stații și de pe liniile aferente funcții complete de monitorizare, automatizare, protecție etc.

În cadrul acestor sisteme inteligente, sistemele de tip SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) constituie structura informatică pe baza căreia, prin atașarea altor categorii de sisteme, precum ar fi cele de protecție, automatizare, managementul energiei etc, se obțin sisteme informatice performante ce asigură flexibilitatea și economicitatea maxime în monitorizarea și comanda echipamentelor din instalațiile energetice respective.

Sistemele SCADA au ajuns în prezent la performanțe apreciabile, putând furniza date din sistem la intervale de până la 2-3 secunde. În unele cazuri, însă, cum ar fi de exemplu monitorizarea unor anumite regimuri extreme de încărcare în timp real, această rezoluție a fluxului de date nu este suficientă, caz în care se apelează la sisteme de monitorizare construite pe baza unor echipamente digitale de măsură de ultimă generație, capabile de sincronizare la nivelul întregului sistem prin intermediul tehnologiei GPS și care pot prelua eșantioane de date din sistem la intervale de ordinul microsecundelor. Aceste echipamente se numesc dispozitive pentru măsurări fazoriale (phasor measurement unit, PMU).

La orice nivel de conducere, local sau central, creierul unui sistem de tip SCADA sau PMU este calculatorul de proces.

Un calculator de proces se creează prin adăugarea la un sistem de calcul numeric a unui sistem de interfață cu procesul (SIP), care asigură conectarea acestuia la procesul condus. Pentru asigurarea dialogului cu operatorul, CP este prevăzut și cu un grup de periferice specializate care formează consola operatorului de proces (Fig. CP.1).

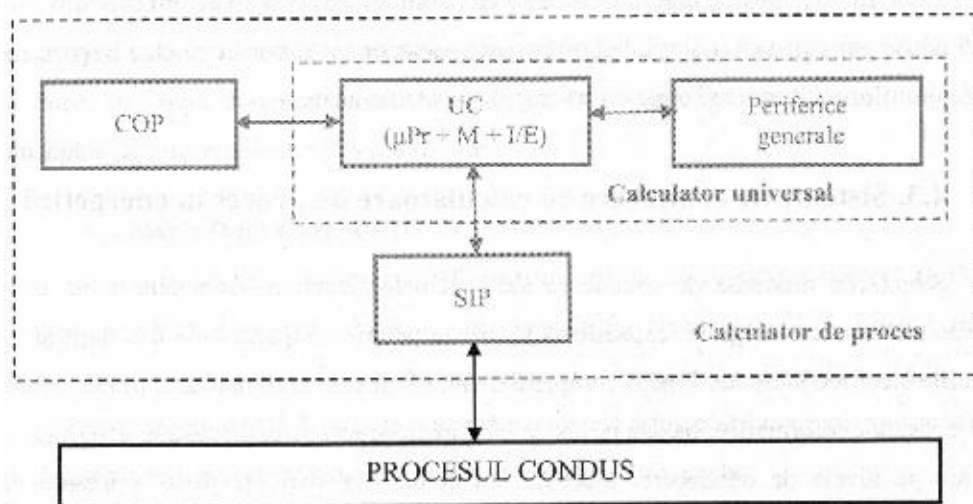


Fig. CP.1 – Structura de principiu a calculatorului de proces

Pentru comanda automată, calculatoarele se pot reduce la simple automate programabile, care sunt niște calculatoare simplificate destinate în mod special prelucrării datelor logice. Prelucrările simple și repetitive sunt adesea implementate pe unități echipate cu microprocesoare. Gestiunea globală a unui sistem este asigurată de minicalculatoare sau calculatoare.

Unitatea centrală (UC) prelucrează informațiile primite din proces în timp real, în conformitate cu algoritmul de conducere implementat în memoria sa, și transmite informații și comenzi către celelalte componente ale CP. În structura UC intră:

- Unitatea centrală de prelucrare (CPU), care este în general un microprocesor
- Blocul de memorie ROM și RAM
- Modulul de intrări/ieșiri.

Aceste elemente sunt interconectate prin intermediul magistralelor de date, adresare și comenzi.

Unitatea centrală de prelucrare, microprocesorul, are caracteristici și performanțe alese în funcție de rolul și poziția CP în cadrul sistemului de conducere. La nivelurile superioare de conducere sau pentru CP cu rol de concentrator de date, vitezele de lucru și volumele de date prelucrate impun utilizarea unor microprocesoare cu performanțe mai ridicate decât în cazul sistemelor de conducere subordonate lor.

Memoria este un sistem electronic capabil să rețină informații și date necesare prelucrărilor efectuate de CP.

Memoria unui sistem cu microprocesor poate fi clasificată în două categorii mari:

- Memoria principală (internă), singura care poate fi accesată direct de unitatea centrală, este locul în care se aduc programele în vederea execuției. Capacitatea ei este limitată fizic de spațiul de adrese al unității centrale, determinat de numărul de linii de adresă al microprocesorului.
- Memoria auxiliară (externă), cu care se comunică doar prin intermediul unor circuite specializate și din care se aduc datele în memoria principală pentru a fi prelucrate. Memoria externă poate fi implementată pe principiul magnetic (HDD) sau optic (CD, DVD).

Circuitele electronice care implementează memoria principală au la bază celula elementară de memorie, bistabilul, și sunt organizate matriceal, sub formă de linii și coloane (Fig. CP.2). Selecția celulei căutate se face prin accesarea liniei și coloanei corespunzătoare, prin intermediul unor semnale externe numite adrese.

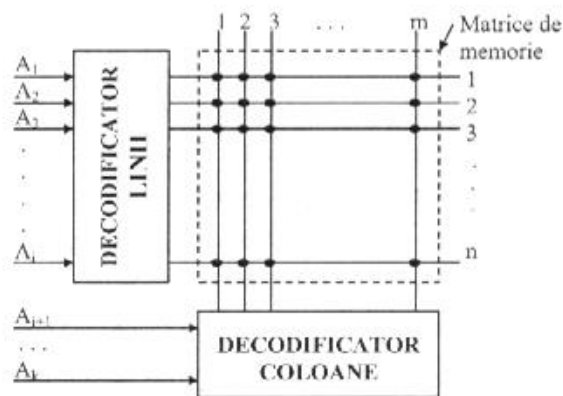


Fig. CP.2 – Structura memoriei principale

Din punct de vedere al accesului la memorie, se definesc

- Accesul aleatoriu, cel mai rapid, care permite operarea directă cu elementul de memorie dorit
- Accesul secvențial, care necesită o trecere ciclică prin toate locațiile anterioare celei dorite.

Din punct de vedere al modului de operare, memoriile sunt de tip

- RAM (Random Access Memory), care stochează informațiile temporar și poate fi rescrisă oricând în timpul operării
- ROM, care conține informații fixe, nemodificabile în condiții normale de utilizare.

Memoria ROM poate fi, la rândul ei, de mai multe tipuri:

- Programată de către producător, o singură dată
- PROM (programmable Read Only Memory), programate o singură dată individual de către fiecare utilizator prin modificarea („arderea”) cu echipamente speciale a biților doriți dintr-o matrice inițială
- EPROM (Eraseable Programmable Read Only Memory), care pot fi șterse cu radiații UV și rescrise
- EEPROM (Electrically Eraseable Programmable Read Only Memory), care pot fi șterse cu semnale electrice.

Modulele de intrare/ieșire ale unității centrale asigură comunicația acestora cu exteriorul, asigurând funcționalitatea sistemului. Este necesară convertirea informațiilor primite de la o gamă largă de echipamente de intrare și ieșire într-o formă compatibilă cu datele vehiculate pe magistralele interne ale sistemului. Circuite utilizate în acest sens se numesc interfețe. Comunicația cu unitatea centrală reprezintă transferul datelor prin aceste interfețe, coordonat de microprocesor. Convențiile utilizate pentru implementarea acestei comunicații se numesc protocoale.

Dispozitivele de intrare/ieșire (perifericele) și procesorul comunică prin interfețe cuplate la magistralele de date ale calculatorului, adresabile prin porturi.

Principalele diferențe dintre CPU și periferice, care impun folosirea circuitelor de interfață, sunt următoarele:

- Funcționarea perifericelor se bazează pe diverse tehnologii (electromecanice, electromagnetice, electronice), care necesită conversia semnalelor într-un limbaj accesibil calculatorului
- Frecvența de transfer al datelor este mult mai scăzută la periferice față de CPU, ceea ce necesită existența unor mecanisme de sincronizare
- Codurile și formatele datelor din echipamentele periferice pot fi diferite față de codurile și formatele folosite în CPU și memorie.

În Fig. CP.3 se prezintă modul de conectare la magistrala de I/E a dispozitivelor periferice.

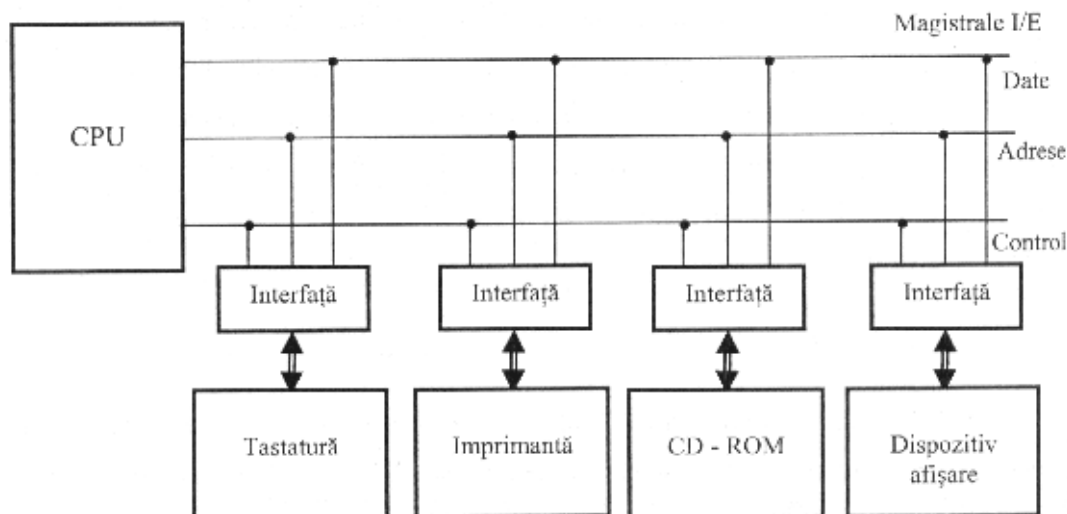


Fig. CP.3 – Conectarea la magistrala de I/E a dispozitivelor periferice

Funcționarea sistemelor de calcul este asigurată de un ansamblu de programe (software), a cărei calitate influențează esențial performanțele sistemului atât din punctul de vedere al vitezei, cât și din cel al flexibilității și fiabilității.

Software-ul poate fi împărțit în mai multe categorii:

- Sistemul de operare (operating system, OS) - coordonează activitatea ansamblului. El asigură alocarea resurselor (memorie centrală, periferice, unitate centrală) către diferitele sarcini, gestiunea sarcinilor (momentul începerii și terminării, prioritățile de execuție), accesul la date, gestiunea intrărilor și a ieșirilor.
- Programele utilitare sunt extrem de diverse și au o paletă largă de funcții. De exemplu, compilatoarele și asamblatoarele traduc programele scrise de către utilizator într-un limbaj accesibil mașinii (cod mașină). Editoarele permit modificarea programelor utilizator și a documentelor. Programele de testare și simulare verifică corectitudinea aplicațiilor nou create și permit simularea pe calculator a proceselor și algoritmilor.
- Aplicațiile scrise pentru a personaliza sistemul în funcție de sarcinile concrete pe care trebuie să le îndeplinească.

Consola operatorului de proces (COP) dintr-un dispecerat energetic este un periferic specializat atașat calculatorului de proces, destinat asigurării comunicației între dispecer și procesul pe care îl conduce sau îl supraveghează.

Informarea operatorului se face prin dispozitive de afișare, care în funcție de volumul de date afișate pot fi:

- LED-uri
- Afișaje cu cristale lichide
- Monitoare
- Panouri sinoptice

Pentru transmiterea comenzilor, consola operatorului de proces conține panouri specializate prevăzute cu grupuri de butoane de comandă, tastaturi și elemente de semnalizare.

Sistemul de interfață cu procesul de interfață cu procesul (SIP) servește la adaptarea informațiilor primite dinspre proces (a datelor achiziționate din acesta). De exemplu, semnalele din proces de natură analogică și binară trebuie convertite în semnale numerice prelucrabile în calculator.

Metodologii de conducere a proceselor

În conducerea unui sistem sau proces, se realizează monitorizarea unor caracteristici ale acestuia, ale căror valori determină aplicarea unor comenzi. Mărimile de intrare provenite de la senzori sunt transformate în valori de control adecvate de un algoritm construit conform strategiei de conducere adoptate la nivelul sistemului.

Pentru aplicarea teoriei de control tradiționale, trebuie îndeplinite anumite condiții;

- Cunoașterea modelului sistemului de control
- Cunoașterea funcției obiectiv formulată în termeni exacți
- Rezolvarea modelului matematic corespunzător

Există cazuri când aceste condiții nu sunt îndeplinite:

- Se cunosc modelul sistemului și funcția obiectiv, dar modelul matematic nu poate fi rezolvat (e complicat sau prea nou)
- Modelul sistemului este cunoscut, dar funcția obiectiv este necunoscută (confortul)
- Modelul sistemului nu este cunoscut (insuficient măsurat, din cauza complexității sistemului)

Apariția interfețelor cu procesul a deschis perspectiva utilizării calculatoarelor în conducerea proceselor. Cele mai utilizate metodologii de conducere sunt:

- Conducerea in-line (ghid operator), care folosește un calculator fără interfață de ieșire. Calculatorul achiziționează datele din proces, le prelucrează conform strategiei implementate și elaborează indicații pentru operator, care le poate accepta sau nu.
- Conducerea on-line (prin fixarea mărimilor de referință) impune existența interfeței de ieșire, comenzile furnizate de calculator servind la furnizarea parametrilor de corecție ai reguletoarelor din proces (cea mai eficientă economic metodă).
- Conducerea numerică directă implică comanda directă de către calculatorul de proces a elementelor de execuție din procesul condus, eliminându-se reguletoarele convenționale (aplicabilă la sistemele noi).
- Conducerea optimală este un caz particular al conducerii on-line, în care elaborarea mărimilor de referință se face în urma extremizării unei funcții obiectiv.

Structuri de conducere a proceselor

- Structuri de conducere ierarhizată
- Structuri de conducere distribuită

Structuri de conducere ierarhizată

Structura de conducere multistrat (Fig. CP.4)

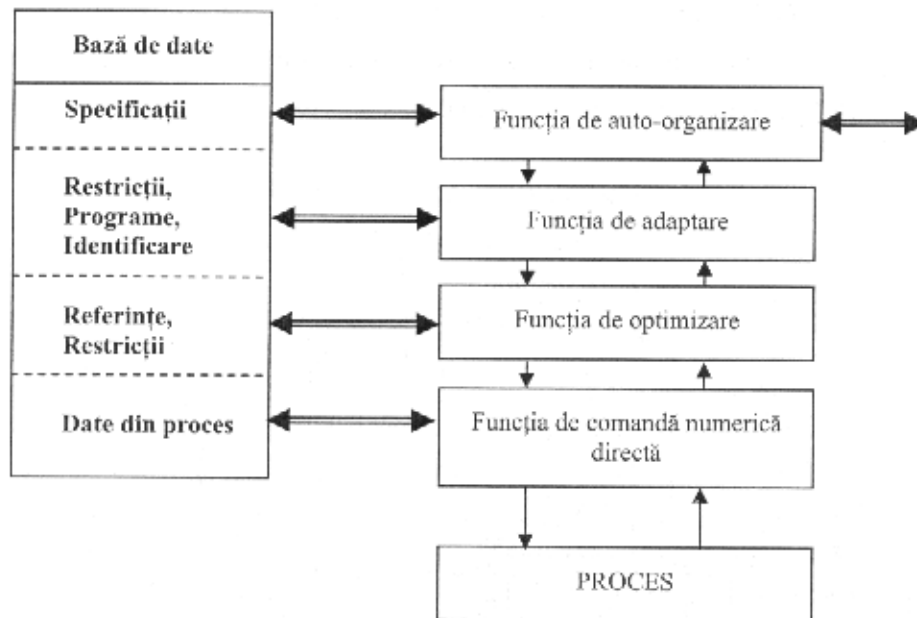


Fig. CP.4 – Structura de conducere ierarhizată multistrat

Prima funcție din ierarhie realizează interfața și interacțiunea cu procesul, realizând achiziția datelor, supravegherea evenimentelor și elaborarea directă a comenzii numerice.

Cel de-al doilea strat stabilește obiectivele primului strat și asigură funcționarea optimă a procesului prin stabilirea referințelor pentru buclele de reglare numerică directă.

Al treilea strat realizează adaptarea strategiei de conducere la o clasă largă de modele ale procesului, în condițiile în care apar modificări structurale ale modelelor proceselor.

Funcția de auto-organizare asociată ultimului strat asigură alegerea algoritmilor și structurilor de conducere în corelație cu regimurile de funcționare asociate procesului, cu criteriile globale de performanță și cu cerințele de coordonare a funcționării întregului sistem.

Toate straturile din cadrul ierarhiei sunt puternic interconectate, schimbul de informații dintre straturi reprezentând o necesitate.

Structura de conducere multinivel (Fig. CP.5)

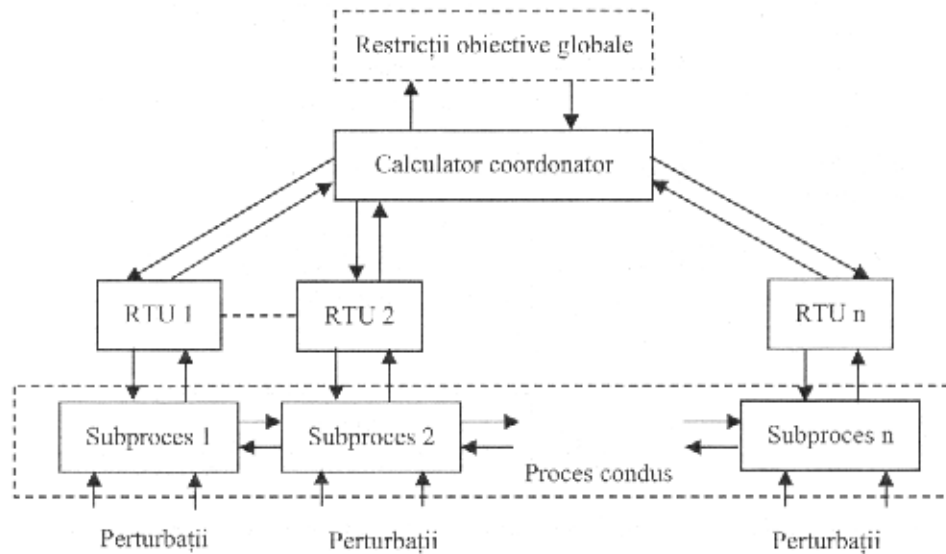


Fig. CP.5 – Structura de conducere ierarhizată multinivel

Procesul global complex este descompus în subprocese conduse de câte o unitate terminală comandată de la distanță (RTU- Remote Terminal Unit).

RTU de la primul nivel asigură conducerea numerică directă a câte unui subproces atât timp cât restricțiile locale nu sunt încălcate. Cel de-al doilea nivel poate modifica criteriile de performanță, referințele și sau restricțiile locale pentru primul nivel, ca răspuns la modificările impuse la funcționarea optimă globală a sistemului. Calculatorul de la nivelul superior coordonează optimizarea întregului sistem, ordonând în timp toate activitățile.

Sisteme de conducere distribuită (Fig. CP.6)

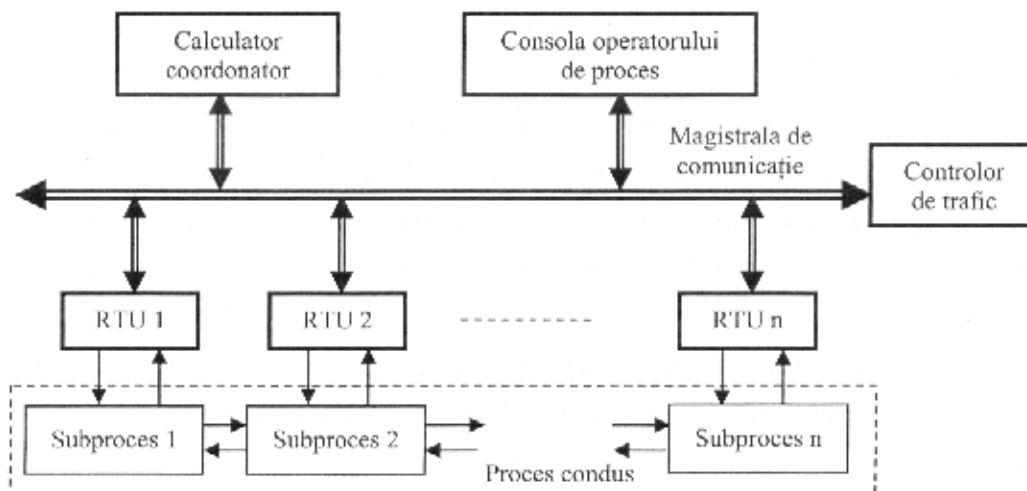


Fig. CP.6 – Structura de conducere distribuită

Conducerea distribuită se caracterizează pe de o parte prin distribuirea sarcinilor pe mai multe echipamente de prelucrare, iar pe de altă parte prin ierarhizarea structurală multinivel a acestora.

Cea mai răspândită structură de sistem distribuit de conducere este cea în care comunicație între RTU și nivelul ierarhic superior se realizează printr-o magistrală globală de comunicație.

Fiecare RTU reglează local un număr de variabile din proces și supraveghează și comandă un subproces. RTU realizează astfel funcții cvasi-independente și total independente în cadrul unei structuri total interconectate.