

Conducerea si monitorizarea proceselor industriale folosind sisteme descentralizate

DCS (Distributed Control System)

In prezent sistemele de productie sunt tot mai complexe, cerintele de productivitate siguranta si calitate sunt tot mai exigente.

Este de neconceput astazi un sistem sau un proces care sa nu fie automatizat sau cel putin monitorizat utilizind sisteme moderne de achizitie si prelucrare avertizare si afisare. Desigur calculatoarele sunt elementele cheie in procesul de automatizare si monitorizare. In multe locuri calculatoarele pot fi folosite cu succes in toate fazele : achizitie prelucrare comanda avertizare monitorizare etc. In acest caz conducerea si monitorizarea unui proces devine centralizata, toate atributiile revenind calculatorului.

Pentru procese relativ simple cu numar mic de parametri de achizitionat precum si cu un numar redus de comenzi relativ simple, metoda centralizata este potrivita. Odata cu cresterea numarului de parametri care trebuiesc monitorizati, se produce suprasolicitarea calculatorului.

Conducerea proceselor in sistem centralizat prin intermediul calculatorului prezinta desigur avantaje certe, insa un astfel de sistem este extrem de vulnerabil.

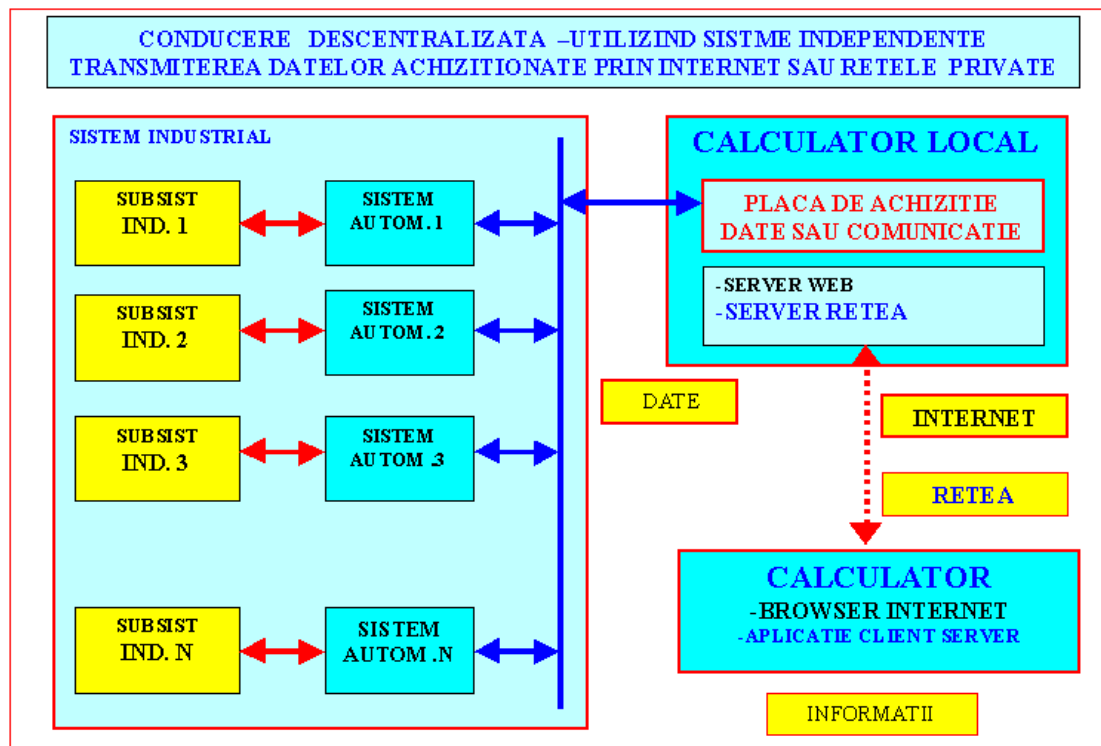
O simpla defectiune a calculatorului central paralizeaza intregul sistem. Pentru a preveni astfel de incidente s-au conceput sisteme descentralizate de comanda si control automat in care sarcinile sunt distribuite mai multor sisteme independente care comunica cu calculatorul central.

Avind in vedere complexitatea sistemelor actuale si necesitatea asigurarii unei fiabilitati deosebite sistemele descentralizate par a fi astazi cea mai viabila solutie.

Nu numai fiabilitatea sporita impune sistemele descentralizate ci si numarul mare de semnale care trebuiesc achizitionate si prelucrate la viteze tot mai mari precum si numarul mare de comenzi tot mai sofisticate si mai precise.

Descentralizarea consta in introducerea unui anumit numar de sisteme de achizitie si control DCS (Distributed Control System) care pot functiona independent pentru a rezolva probleme specifice in diferite puncte ale sistemului de automatizat.

Fiecare astfel de sistem indeplineste functiile particulare pentru care a fost desemnat avind si posibilitati de decizie locala fara a mai interoga calculatorul central, insa comunica cu acesta fie la cererea calculatorului fie din proprie initiativa in functie de tipul de protocol stabilit la proiectarea intregului sistem.



Eventuale disfuncționalități ale calculatorului central sau a altor sisteme nu implică caderea întregului sistem ci numai parțial. De multe ori menținerea în stare de funcționare macar a unor părți din sistem este vitală.

Descentralizarea permite reducerea complexității programelor de aplicații care rulează pe calculatorul central și transferarea complexității pe mai multe sisteme.

Posibilitatea apariției erorilor de programare crește exponențial cu dimensiunea programelor. În sistemele distribuite și programele sunt distribuite în sensul că o dată cu deșervirea calculatorului central acesta trebuie să ruleze programe mai puțin complexe restul de complexitate regăsindu-se pe celelalte sisteme.

Proiectarea și întreținerea aplicațiilor devine deci mai simplă și mai puțin costisitoare. Având în vedere această distribuție a complexității înseamnă că aplicațiile pot fi realizate de echipe de proiectanți și programatori deci o scurtare a timpului de proiectare, implementare și desigur o creștere a performanței pe ansamblu comparativ cu aplicațiile centralizate care sunt greu de realizat în echipă.

Sistemele distribuite pot fi realizate la randul lor din calculatoare sau pot fi realizate din sisteme specifice care utilizează automate programabile, microprocesoare, controlere, traductori inteligenți.

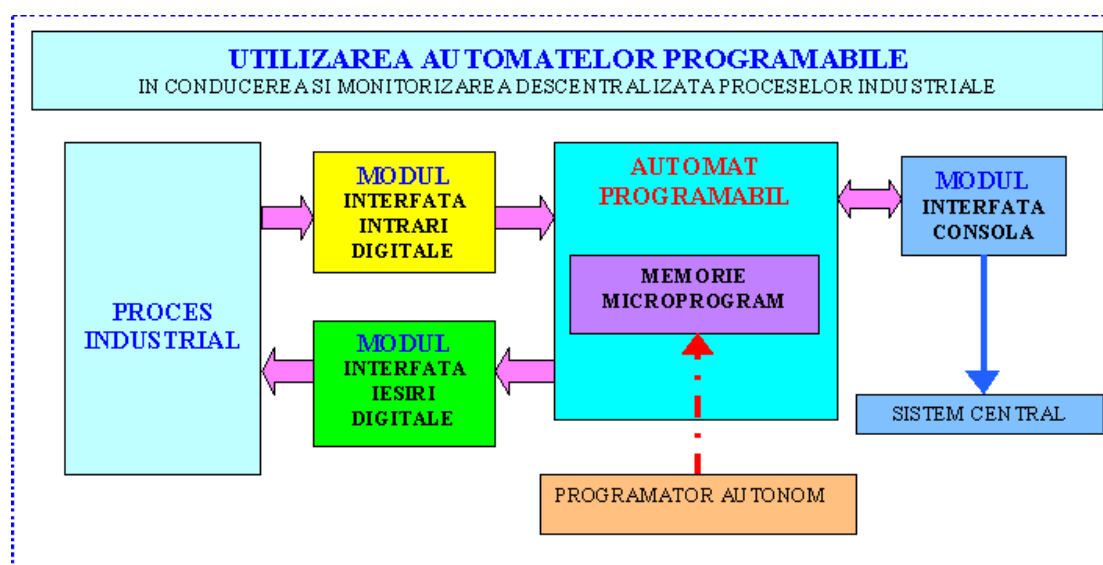
Utilizarea automatelor programabile în sisteme descentralizate de conducere și monitorizare a proceselor industriale.

Atunci când procesele industriale nu necesită automatizare complexă respectiv când nu e nevoie să monitorizăm mărimi analogice ci numai câteva valori digitale și să furnizăm numai comenzi digitale cele mai potrivite dispozitive pentru a realiza comanda și monitorizarea sistemelor industriale sunt automatele programabile.

Chiar dacă sistemul industrial nu este complex pentru a realiza un sistem de comandă și monitorizare cât mai fiabil se folosesc mai multe automate programabile

fiecare automat ocupandu-se de anumite parti ale sistemului industrial. Toate automatele comunica printr-o consola cu sistemul central realizandu-se astfel conducerea unitara a intregului proces industrial. Avantajul major fiind acela ca daca sistemul central sau o parte din automate se defecteaza celelalte automate pot functiona in continuare asigurand functionarea celorlalte parti neafectate astfel se evita caderea intregului sistem in caz de incidente.

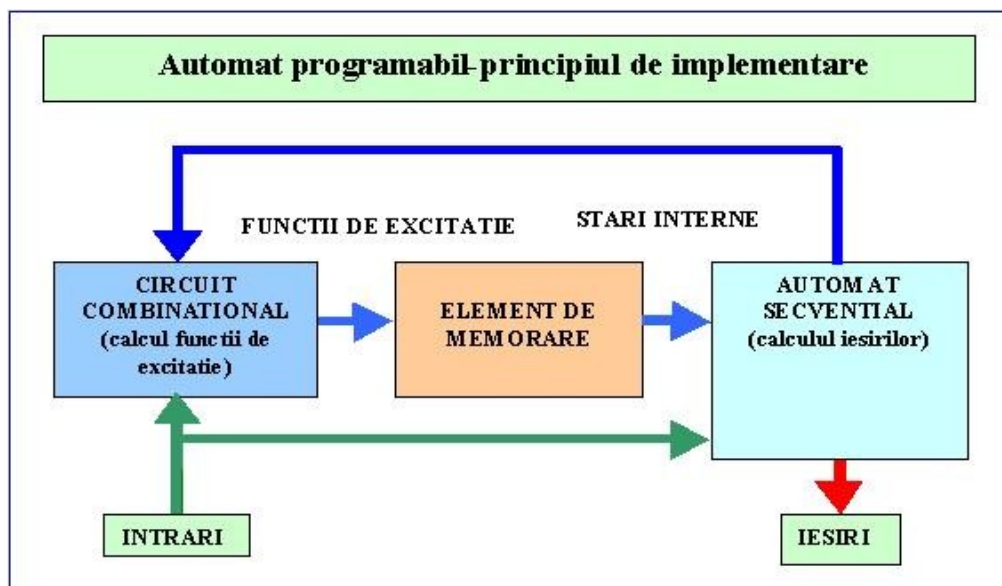
Un automat programabil se conecteaza la procesul industrial prin intermediul modulelor de interfata de intrare si de iesire. Conectarea la sistemul centralizat de comanda se face prin intermediul modulului de interfata cu consola. In figura de mai jos este schitat la nivel de schema bloc modul de conectare a unui automat programabil la sistemul industrial si dispozitivul central.



Partea principala o reprezinta automatul programabil care are inscrist in memoria microprogram respectiv algoritmul de functionare al automatului astfel incit sa rezolve problema specifica din procesul industrial. Avantajul automatelor programabile rezida in faptul ca acelasi automat poate fi folosit in mai multe tipuri de procese industriale, diferind numai microprogramul. Microprogramul se inscrie in memorii prin intermediul programatoarelor autonome. Se scoate memoria din automat se reinscrie un nou program cu ajutorul programatorului dupa care memoriile se instaleaza din nou in automatul programabil. O memorie poate fi reinscrisa de mai multe ori avind deci posibilitatea sa perfectionam aplicatia existenta sau sa reprogramam automatul pentru o alta aplicatie. Principiul de functionare al automatelor programabile este prezentat in cele ce urmeaza.

Automate programabile

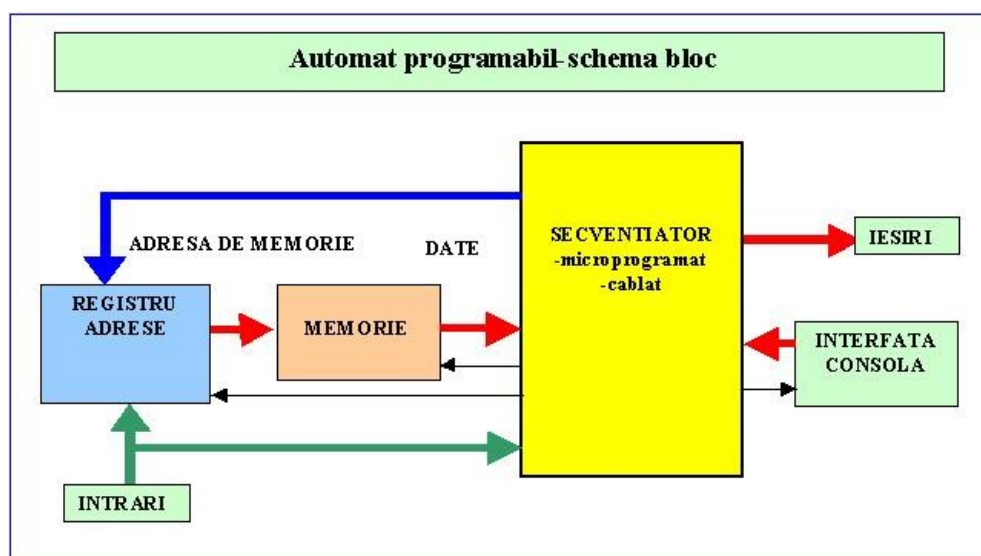
Automatele programabile sunt sisteme dinamice a caror comportare in timp se poate descrie ca o succesiune de evenimente(stari) ce apar la momente discrete in timp. Schema bloc de implementare a unui automat secvential programabil se poate reprezenta astfel:



Elementul principal al automatului este reprezentat de automatul secvential care pe baza intrarilor si al elementelor memorate formeaza niste iesiri pentru momentul curent t si deasemenea furnizeaza elementele necesare calcului functiilor de excitatie pentru momentul $t+1$. Functiile de excitatie necesare pentru a selecta alte elemente pentru momentul $t+1$ sunt calculate de circuitul combinational de la intrare din noile date de intrare si elementele furnizate de automatul secvential in momentul t .

Prin memorarea in prealabil in elementul de memorare a tuturor elementelor care permit calculul iesirilor curente si a noii stari din momentul urmator putem descrie comportarea acestui sistem dinamic. Schema de sus impelmenteaza deci ideea de automat programabil.

Acest automat realizat din componente electronice va arata ca in figura de mai jos:



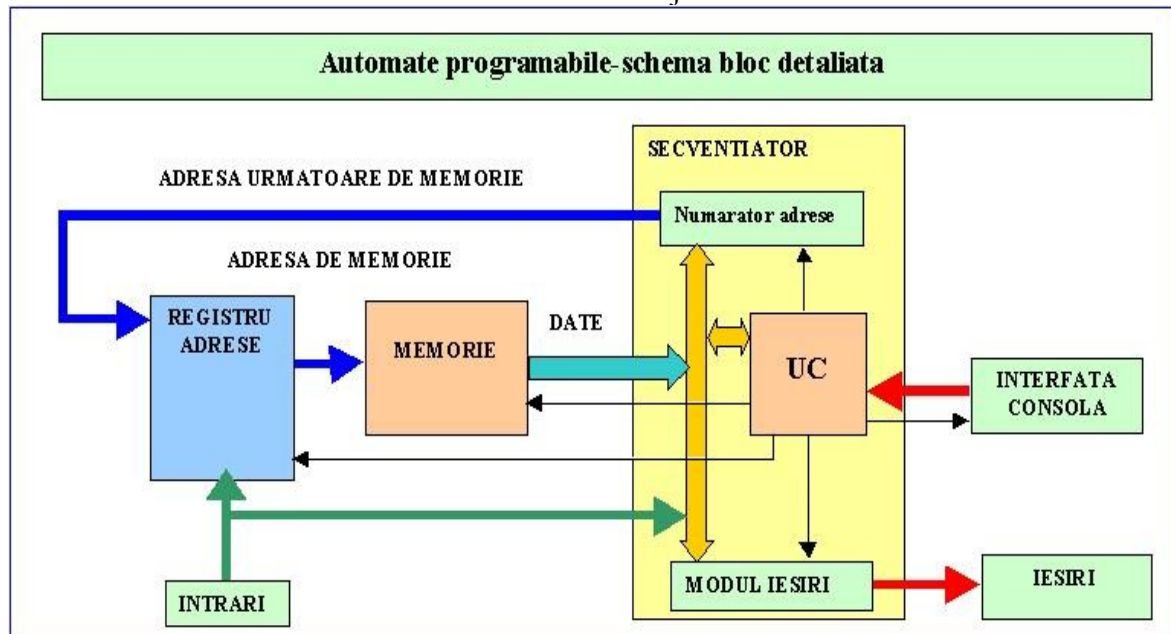
Secventiatorul este un circuit capabil sa furnizeze semnalele de iesire functie de semnalele de intrare si de datele furnizate de memorie la momentul t .

Ca un element de noutate secventiatorul tine cont si de intrarile de la interavata consola .Prin interfata consola automatul poate fi conectat cu alte automate sau cu sistemul central de monitorizare si prelucrare –calculatorul.Acest automat deci se poate integra intr-un sistem descentralizat de monitorizare si conducere.

Secventiatorul furnizeaza si adresa urmatoare pentru momentul $t+1$.aceasta adresa impreuna cu intrarile din momentul $t+1$ vor forma in registrul de adrese adresa absoluta pentru memorie in momentul $t+1$.

Secventiatorul are si rol de sincronizare pentru restul elementelor automatului

Pentru a descrie mai precis functionarea automatului respectiv a secventiatorului sa consideram schema bloc de mai jos:



Secventiatorul este format dintr-un numarator de adrese o unitate centrala UC si un modul de iesiri amplasate in jurul unei magistrale interne comune.UC este unitatea de comanda care practic controleaza functionarea si sincronizarea intregului automat.UC-ul este realizat printr-o logica cablata sau printr-logica microprogramata.

UC-ul ar putea fi deci un nou automat programabil .Se pune problema ca noul automat programabil ar nevoie din nou de un automat programabil si tot asa la infinit.

UC-ul are complexitate mult mai redusa decit auomatul programabil.La fel si noul UC al UC-ului are complexitate mult mai rdusa decit UC-ul parinte deci cu siguranta dupa al doilea nivel el devine suficient de simplu pentru a fi realizat cablat.

La momentul t UC-ul activeaza anumite iesiri prin intermediul modului de iesiri si trimite noua adresa spre memorie pentru momentul $t+1$.In general noua adresa este vechea adresa incrementata, avind in vedere ca cea mai mare parte a secventelor de control sunt operatiuni secventiale si mai putin operatiuni de salt.Din acest motiv noua adresa este formata de un numarator prin activarea unui semnal de incrementare furnizat de UC.In cazul in care noua adresa este o adresa de salt aceasta este luata de pe magistrala si numaratorul este fortat sa incarce noua valoare.

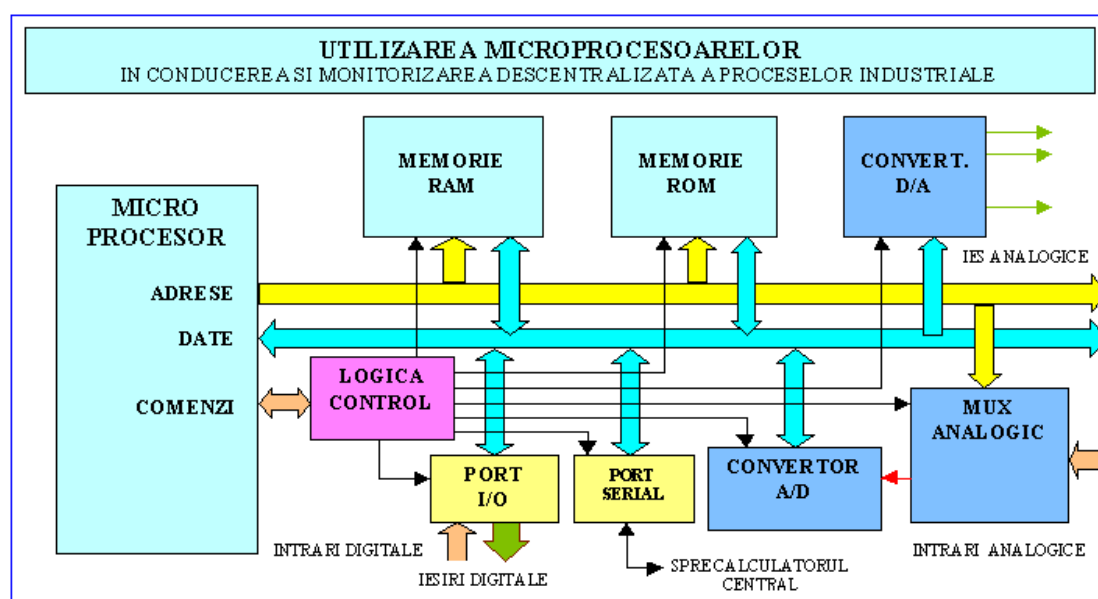
Din noua adresa furnizata de UC impreuna cu anumite date de intrare se formeaza adresa de memorie pentru momentul $t+1$.Comanda de incarcare este furnizata de UC pri linii de comanda speciale.

Pentru a programa automatul este nevoie de analiza sistemului de automatizat pas cu pas in functie de datele de intrare si starea anterioara. Memoria va fi scrisa cu o succesiune de date care functie de intrarile din momentul t vor furniza informatii despre iesirile care trebuiesc activate si noua adresa la care se vor gasi urmatoarele informatii. Automatul dispune si de o interfata cu consola de la care se pot da comenzi locale sau prin intermediul careia se poate comunica cu alte sisteme sau cu calculatorul central. Automatul programabil este potrivit pentru automatizari cu un grad redus de complexitate si in special pentru automatizari in care nu intervin marimi analogice. In cazul cand procesul industrial care necesita automatizare si monitorizare necesita automatizari mai complexe in care intervin marimi analogice se folosesc dispozitive mai complexe cum ar fi procesoarele sau controlerele.

Utilizarea microprocesoarelor in sisteme descentralizate de conducerea si monitorizare a proceselor industriale.

Pentru situatii in care numarul de parametri este foarte mare si avem de-a face cu marimi analogice de intrare sau iesire, algoritmi complicati pentru descrierea procesului industrial utilizarea automatelor programabile devine imposibila.

O schema bloc minimala de comanda si monitorizare realizata cu microprocesoare trebuie sa contina cel putin modulele de mai jos.



Programele aplicatie sunt stocate in memoria ROM fiind inscrite in prealabil cu ajutorul programatoarelor. Pentru a putea rula programele din ROM microprocesorul trebuie sa dispuna de memoria RAM, memorie in care este pastrata stiva program, o serie de operanzi, valori intermediare, valorile variabilelor folosite in program precum si valorile curente ale marimilor achizitionate din procesul industrial.

Semnalele analogice din sistemul industrial sunt conectate prin intermediul unui multiplexor analogic la convertorul A/D.

Multiplexorul selecteaza un anumit semnal analogic (functie de adresa canalului stabilita pe magistrala de adrese) si il trimite convertorului A/D care il

converteste intr-o valoare digitala care poate fi citita prin intermediul magistralei de date de catre multiplexor.

Semnalele digitale de intrare sau iesire sunt citite respectiv trimise prin intermediul portului I/O.

Comunicarea cu dispozitivul central de comanda se realizeaza de obicei prin intermediu portului serial.

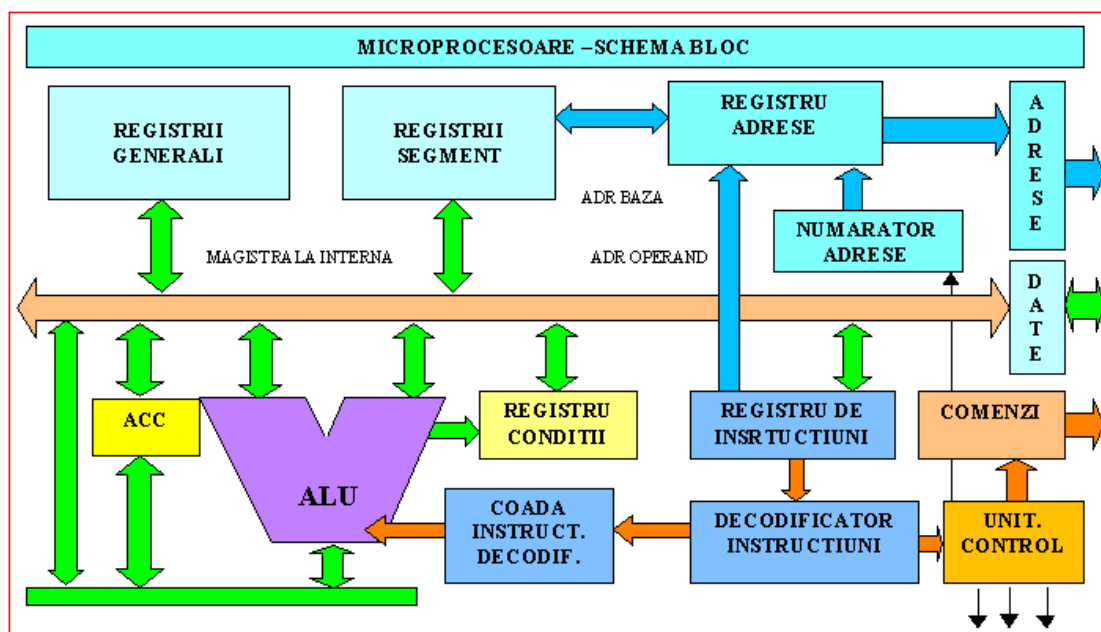
In procese industriale in care sunt necesare comenzi de tip analogic sistemele de automatizare realizate cu microprocesoare dispun si de un numar de convertoare digital analogice care transforma valorile digitale transmise de procesor in semnale analogice necesare pentru a realiza comenzi analogice .

Toate modulele sunt coordonate de microprocesor prin magistrala de comenzi prin intermediul unui bloc de control care contine logica de control .

Microprocesorul executa programul inscris in ROM, program care ghideaza microprocesorul pas cu pas astfel incat pe ansamblu sistemul rezolva automatizarea si monitorizarea specifica unui anumit proces sau subproces industrial.

Microprocesoare

Microprocesoarele sunt circuite secventiale cu un set propriu de instructiuni , definite de producator. Microprocesoarele lucreaza cu o memorie externa in care se pun instructiunile si datele specifice unei aplicatii. Microprocesorul extrage si executa secvential instructiunile din memorie.



Dupa cum se observa in schema bloc de mai sus microprocesorul este realizat dintr-o serie de subansamble functionale dispuse pe o magistrala comuna.

Partea principala o constituie ALU –unitatea aritmetico logica care poate executa diferite operatii intre doi operanzi oferind rezultatul si o serie de indicatori de conditii care sunt inscrisi in registrul de conditii. Operatia efectuata este dictata de

instrucțiunea în curs, instrucțiune care este păstrată în registrul de instrucțiuni și este decodificată. În urma decodificării instrucțiunii unitatea de control activează linia de comandă pentru toate subansamblele microprocesorului. ALU execută deci operația selectată de unitatea de control în funcție de instrucțiunea în curs. Pentru valori intermediare sau rezultate există o serie de registre de uz general. Un registru special este ACUMULATORUL la care accesul este cel mai rapid și care este de multe ori accesat implicit în diferite operații. Registrul segment ține adresa de bază pentru memorie în timp ce adresa relativă este dată fie de un numărator de program fie de registrul de instrucțiuni în cazul când instrucțiunea în curs conține adresa unui operand sau adresa de salt la o altă adresă. Din cele două adrese este formată adresa absolută pentru memoria externă adresă păstrată în registrul de adrese.

Pentru comandă și sincronizarea diferitelor sisteme din afara procesorului sunt trimise semnale de comandă furnizate de unitatea de control și adrese furnizate de registrul de adrese.

Schimbul de date cu perifericele se realizează pe magistrala de date.

Principala dezavantaj al sistemelor cu microprocesoare este faptul că periferia din jurul procesorului este destul de complexă. Este nevoie atât de memorie externă (memorie ROM pentru program și memorie de lucru numită memorie RAM) cât și de diferite interfețe pentru conectarea cu procesul industrial sau cu sistemele de comandă centralizate.

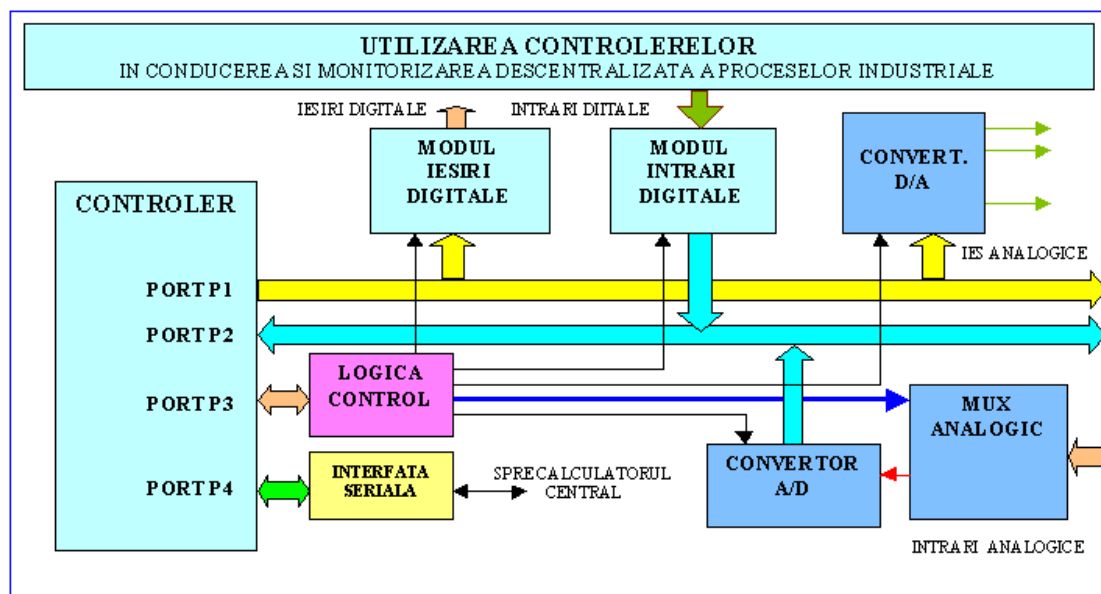
Controlere fac un pas înainte integrând o mare parte din periferie în interiorul lor.

Utilizarea controlerelor în sisteme descentralizate de conducere și monitorizare a proceselor industriale.

Nevoia de a obține fiabilitate cât mai mare la costuri cât mai mici a dus la apariția controlerelor. Controlerele sunt circuite VLSI care includ pe lângă procesorul propriu-zis și memoria de lucru, memorie FLASH, memorie EEPROM, Timere, interfețe paralele seriale etc. Aplicațiile sunt mult mai ușor de realizat, sistemele sunt mult mai simple deci mai ieftine și mai fiabile. Faptul că memoria se află în interiorul controlerului crește mult fiabilitatea și viteza de lucru a sistemului. Sistemele cu microprocesoare sunt mult mai pretentioase la zgomote având magistrala de adrese și date în exterior în vederea conectorii memoriei externe. La sistemele cu controlere influența zgomotelor este mult redusă din cauza simplității sistemului pe ansamblu, memoria fiind mai aproape de procesor posibilitatea captării unui zgomot este mai redusă deci situațiile în care programele se blochează sau rulează necontrolat sunt mult diminuate. În afara controlerului sunt dispuse mult mai puține circuite în general numai circuite de interfata sau multiplexare. În cazul în care controlerul nu dispune de convertoare A/D sau D/A schema bloc poate fi reprezentată la nivel de schema bloc ca în schița de mai jos.

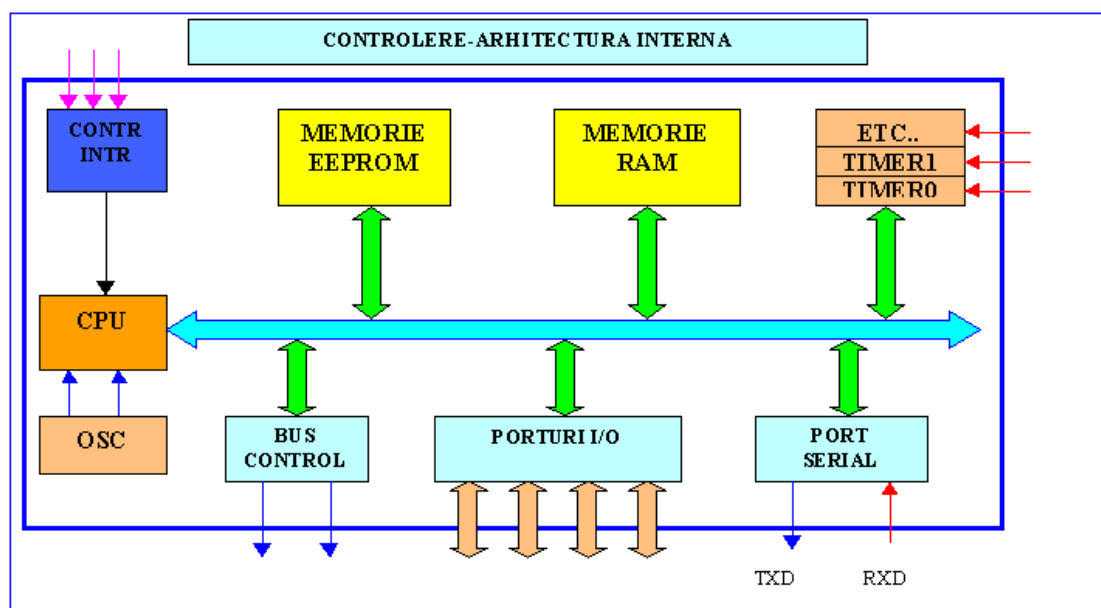
Multiplexorul primește o adresă de la logica de control și selectează una din intrările analogice. Tot logica de control este cea care comandă convertorului să înceapă conversia A/D a semnalului selectat de multiplexor. Valoarea rezultată este citită de controler pe unul din porturile existente, în cazul de față portul P2.

Controlerul dispune de porturi seriale deci pentru conectarea cu dispozitivul central respectiv cu calculatorul central nu avem nevoie decât de o interfata serială pentru adaptarea semnalelor la tipul specific de legătură serială folosit la conectarea cu dispozitivul central.



Rolul principal al sistemului il detine controlerul. Acest dispozitiv integreaza cea mai mare parte din periferia unui sistem cu microprocesor dind posibilitatea sa se realizeze sisteme mult mai simple si mai eficiente.

Se prezinta in continuare structura minimala a unui astfel de controler.

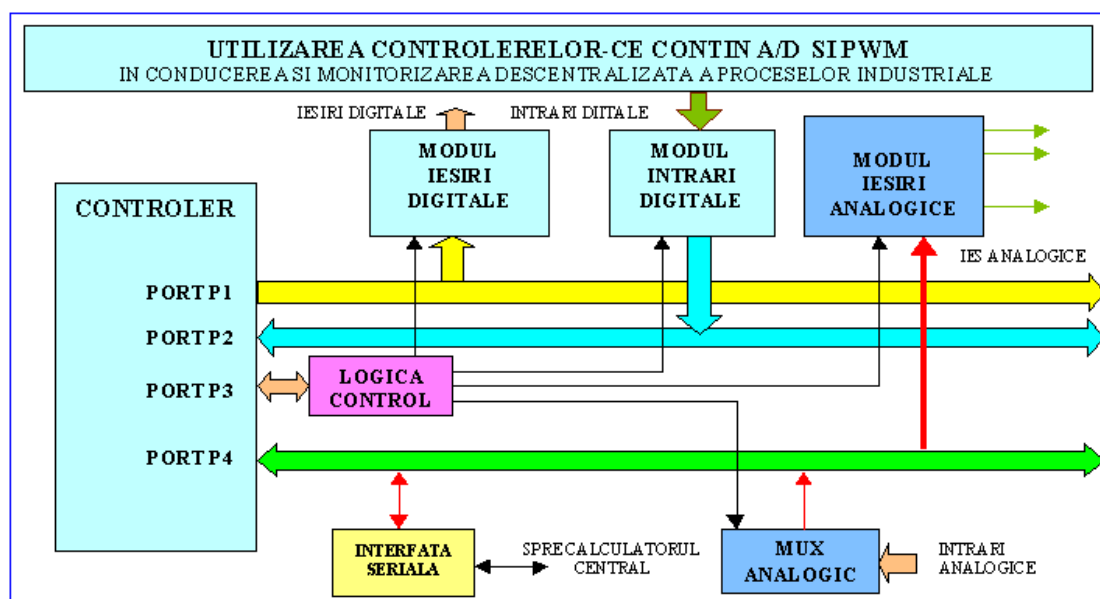


Porturile sunt bidirectionale, putind fi folosite atat ca intrare cit si ca iesire.

Controlerul dispune de mai multe intrari de intreruperi a caror nivele de prioritate poate fi programata. De foarte mare importanta sunt Timerele programabile car asigura atat frecventa programabila necesara portului serial cit si frecvente necesare la implementarea aplicatiei pentru realizarea Timerelor soft. Memoria ram exste folosita pentru stiva sau ca memorie de lucru .Memoria EEPROM se foloseste in general pentru a pastra programul aplicatie cit si pentru parametrii necesari diferitor programe aplicatie.

In prezent controlerele inglobeaza si convertoare A/D circuite PWM (Pulse Width Modulation) care pot fi folosite pentru a genera iesiri analogice suplinind deci convertoarele D/A. Controlerele dispun de memorii tot mai mari de tip Flash care pot fi reinscrise de un numar foarte mare de ori deci aplicatiile pot fi tot timpul upgrdate. Majoritatea dispun de facilitati In Circuit Programming astfel incit controlerele pot fi reinscrise cu noile programe fara a mai fi demontate, fiind reinscrise direct in sistemul in care se afla de unde si denumirea "Programare in circuit"

Disponind de astfel de controlere sistemele realizate pe baza lor devin si mai simple.



Controlerul dispunind deja de convertoare A/D, PWM etc practic in afara controlerului nu mai montam decat module pentru conditionarea semnalelor si eventual multiplexoare pentru extinderea numarului de canale

Un astfel de controler conform schemei bloc de mai jos contine porturi complexe care pot fi programate sa devina: intrari digitale, iesiri digitale intrari analogice iesiri PWM, linii de comunicatie pentru porturi seriale, linii de intrerupere, linii de intrare pentru timere etc.

Se remarca complexitatea de Timere oferite pentru oscilator, reset , pornire, Supraveghiere, frecventa de baud etc. Timerele de uz general foarte importante in dezvoltarea aplicatiilor in care e nevoie de a cronometra diferite intervale de timp. Disponind de astfel de cronometre care pot primi intrarea de ceas din exterior sau din interior programatorul nu mai trebuie sa ocupe unitatea centrala cu rutine de temporizare focalizindu-se pe rezolvarea si implementarea algoritmului de functionare.

Este de remarcat si stiva cu 8 nivele care este de sine statatoare si nu ocupa loc din memoria de lucru, ramanand mai multa memorie de lucru disponibila.

