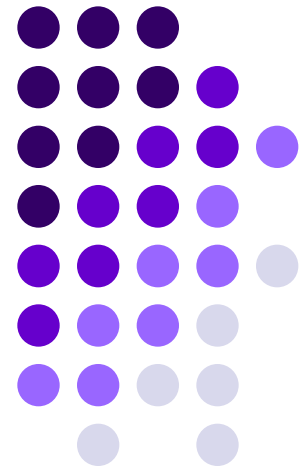
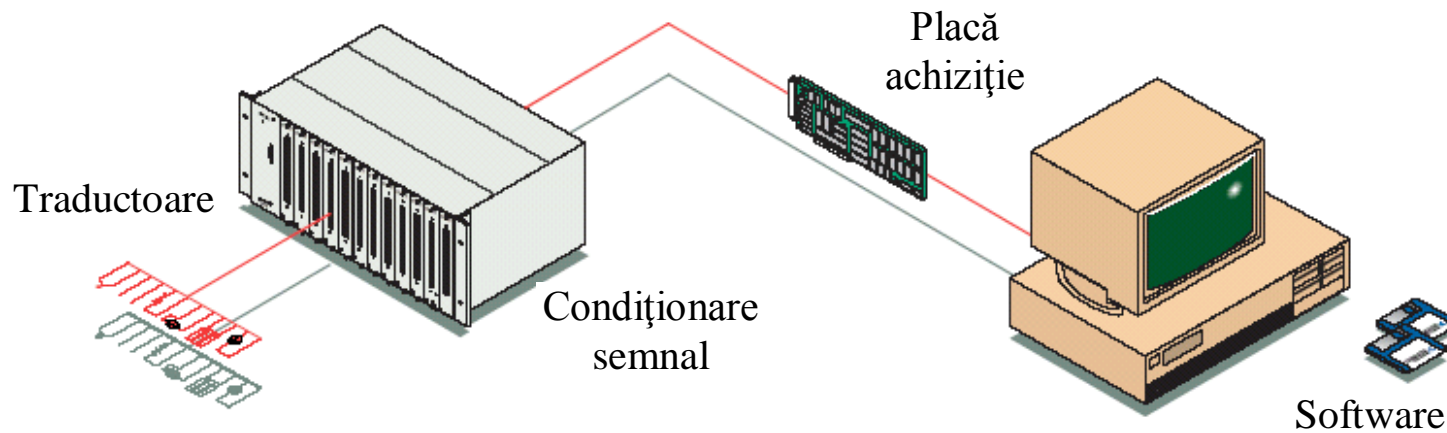
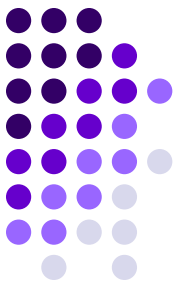


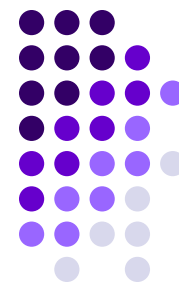
# Senzori inteligenti si achizitii de date





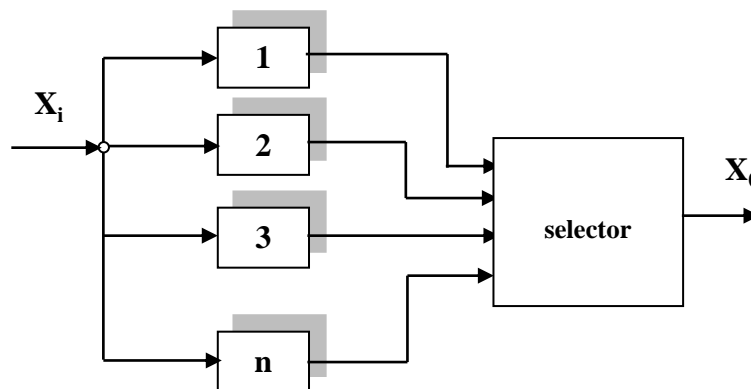
# Cuprins

- Sisteme tolerante la defecte
- Strategii de implementare a tolerantei la defecte
- Metode de detectie si diagnoza
- Integrare software în X – by – wire
- Proiectare in mecatronica - checklist



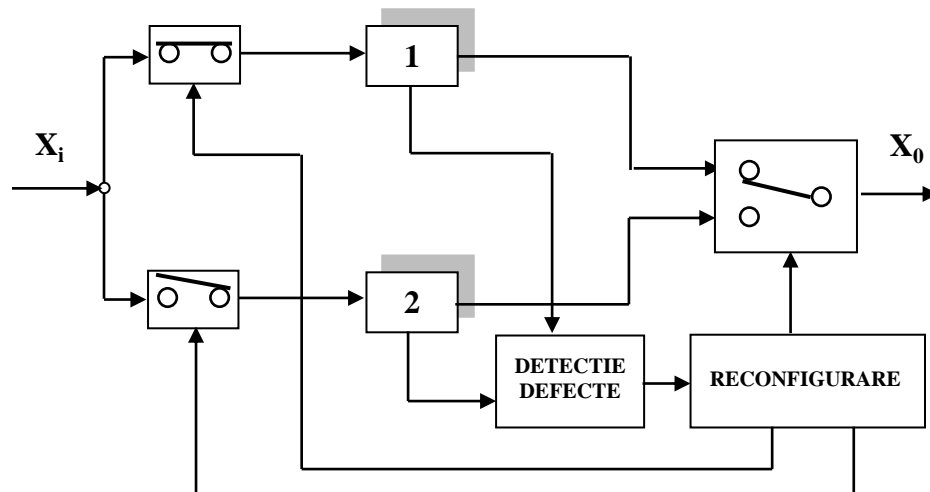
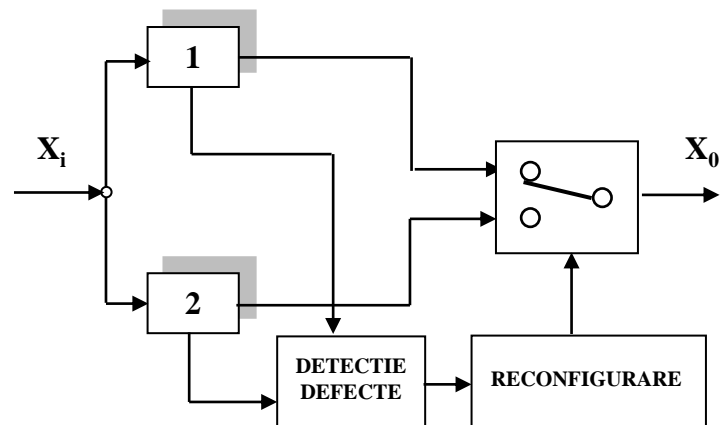
- **Sisteme cu redundanta statica**

- ☐ Hardware
- ☐ Software

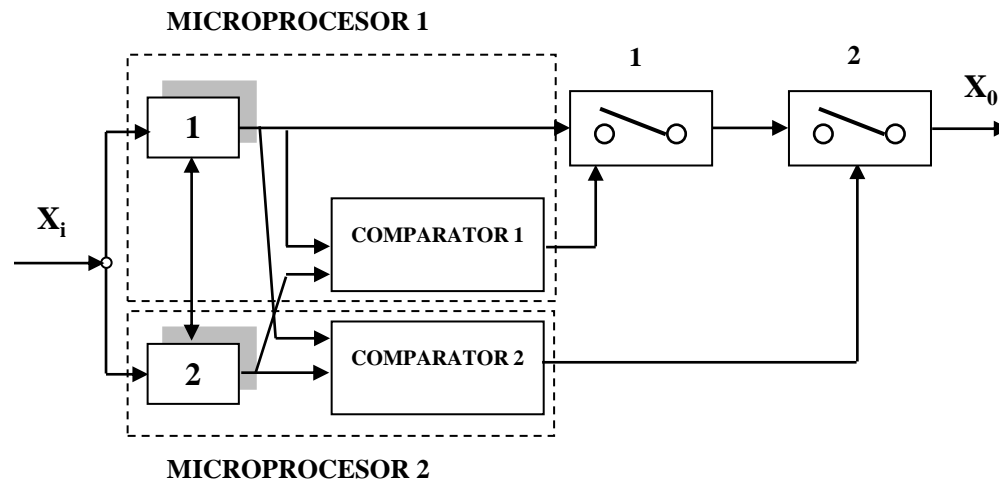


- Esența metodei - existența a  $\{1, 2, \dots, n\}$  module cu același semnal de intrare;
- Semnalele de ieșire sunt conectate la modulul “selector” care compară aceste semnale;
- Semnalul de ieșire - selectat prin votul majoritar;
- Acele traductoare ale căror semnale rămân invalide un timp mai îndelungat sunt declarate defecte și în final isolate.

## • Sisteme cu redundanta dinamica



## Redundanta duplex – in sistemele de calcul



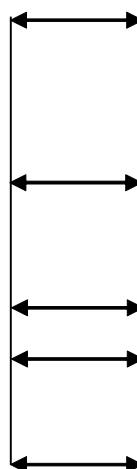
*Redundanța dinamică pentru sistemele software:*

- *detectarea defectelor* (identificare prin mediu, identificare prin aplicație);
- *diagnoza defectelor*;
- *restaurarea sistemului*;
- *tratarea erorii si continuarea service-ului*

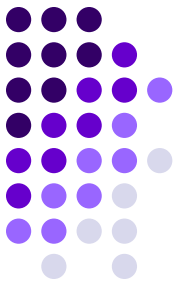
## Strategii de implementare a toleranței

Implementarea toleranței la defecte:

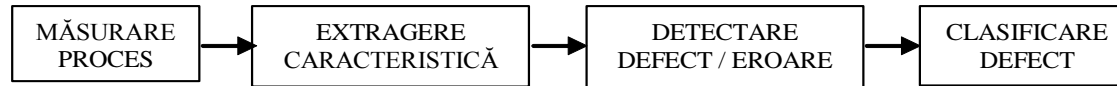
- *Strategii bazate pe mascarea defectelor* – este cazul sistemelor proiectate și realizate cu coeficienți de siguranță mari;
- *Strategii bazate pe detecția și localizarea defectelor (failure detection and identification)* – aplicabilă sistemelor mecatronice
- *Strategii hibride*
- **Strategia de integrare software este esențială în detecția prezenței defectelor, localizarea acestora și reconfigurarea sistemului.**

	<b>Definirea obiectivului și a scopului</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obiectivele sistemului</li> <li>- structura sistemului</li> <li>- aspectele (scopul) fiabilității</li> <li>- nivelul de siguranță dorit</li> </ul>
	<b>Identificarea hazardului (vezi cap.3)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- modelul defectului (FMEA)</li> <li>- propagarea defectului (FPA)</li> <li>- nivelul de rigurozitate</li> <li>- analiza cauzelor</li> <li>- analiza evenimentelor</li> </ul>
	<b>Măsurile de reducere a riscului</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analiza structurală</li> </ul>
	<b>Calculul costurilor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- calculul costului</li> </ul>
	<b>Proiectarea de detaliu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- strategia diagnozei defectelor</li> <li>- strategia de tratare a defectelor</li> <li>- proiectarea logică</li> </ul>

# METODE DE DETECTIE SI DIAGNOZA

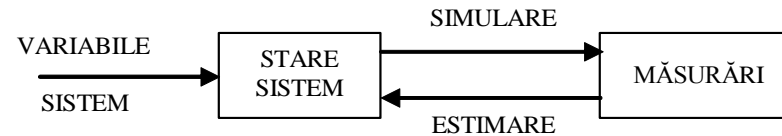


**Scopul** detectării automate a unui defect și a **izolării** acestuia

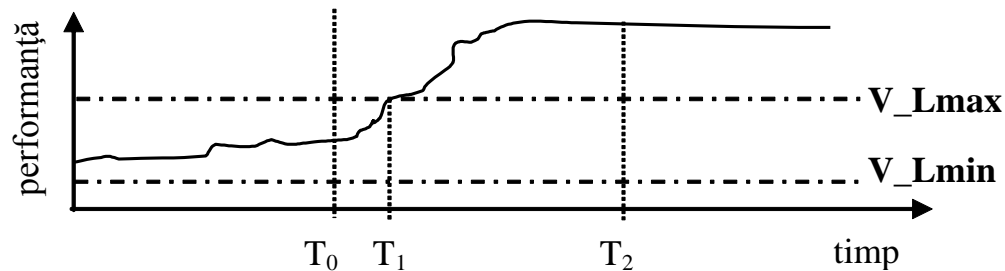


Simulare si estimare

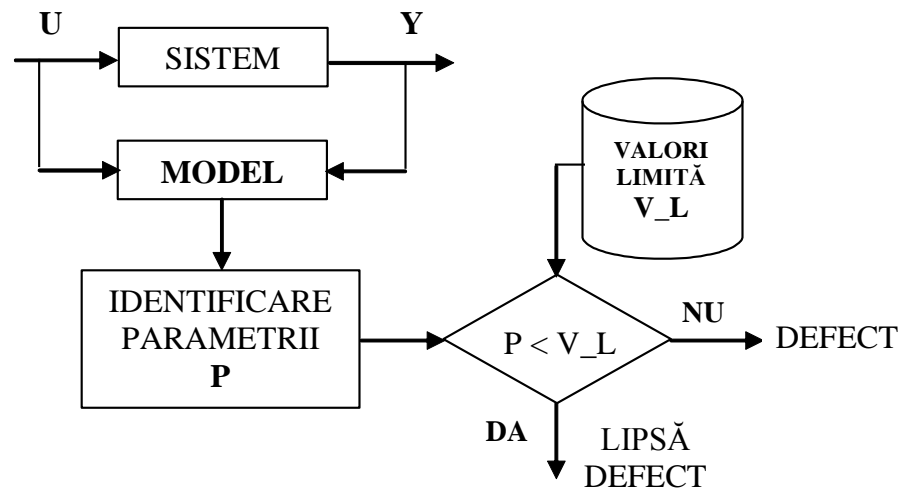
$$S_{nom} : \begin{cases} x_{k+1} = A \cdot x_k + B \cdot u_k \\ y_k = C \cdot x_k + D \cdot u_k \end{cases}$$



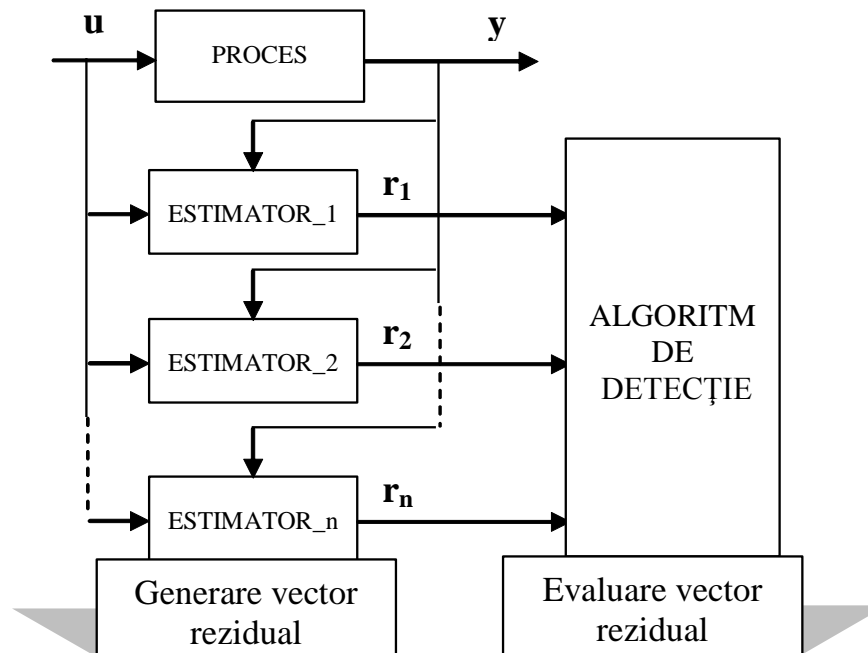
Defectul in timp



## Detectia defectelor prin identificarea parametrilor



## Metoda observatorului dedicat





# Integrare software în X – by - wire

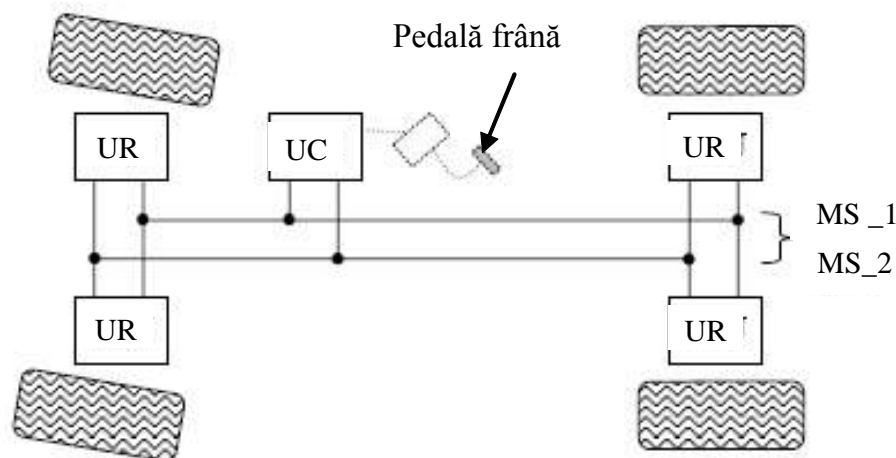
- conexiune directă design – integrare software – diagnoză;
- “X-by-wire” - integrare hardware și software în industria automobilului: comanda direcției, frânarea etc.
- avantaje: funcționare de bază fără componenta complexă mecanică, adaptare simplă a sistemelor de asistare ABS, ESP prin software, cost redus

## **brake – by – wire**

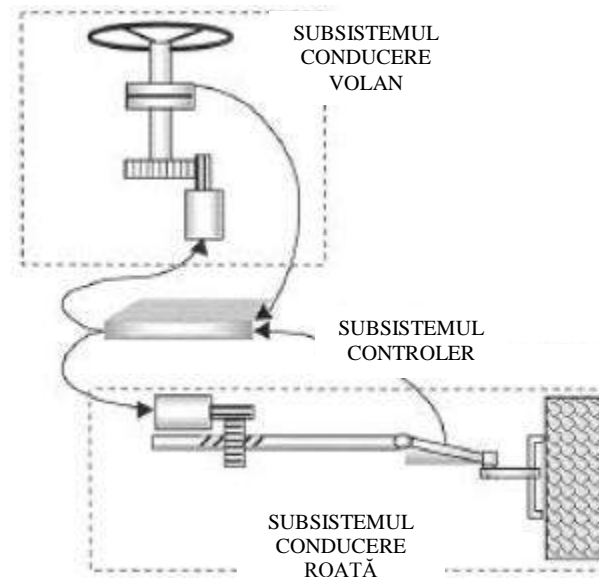
UC - unitate de control

UR – unitate roata

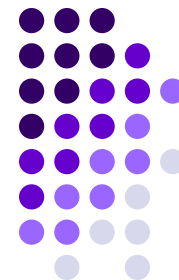
MS\_1, MS\_2 - magistrale



## Conducere prin fir (*steer - by - wire*)

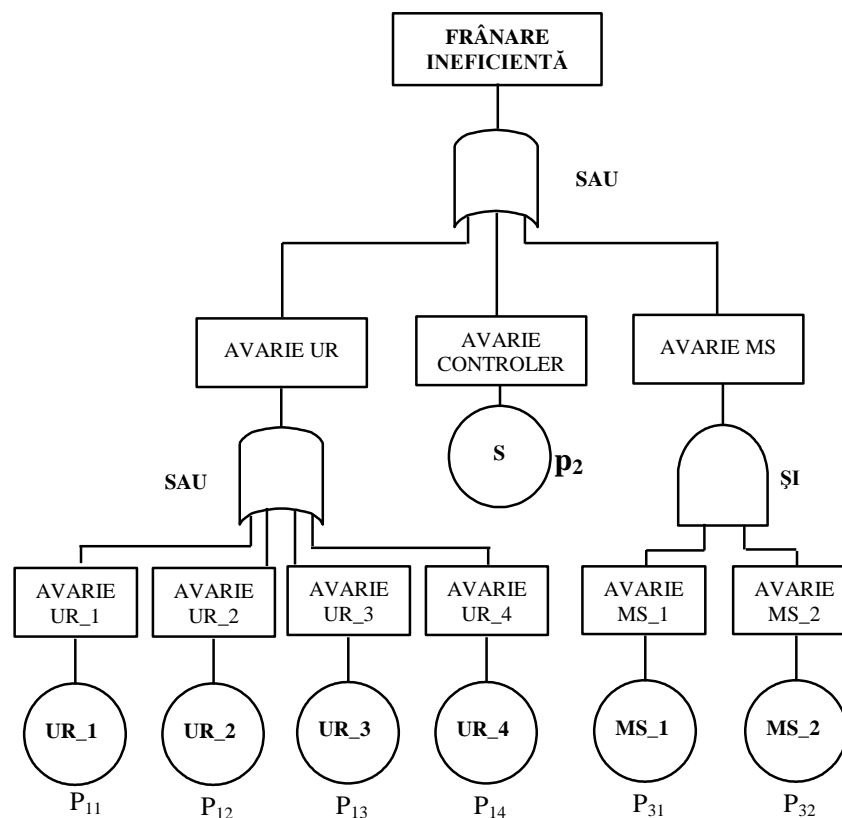


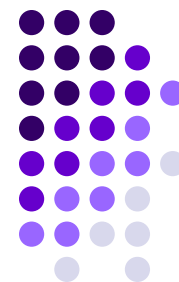
- Creșterea siguranței utilizării automobilului - proiectarea sistemului tolerant la defecte;
- Variante în construcția sistemului:
  - ❑ Fiecare componentă este tolerantă la defecte;
  - ❑ Componentele sunt netolerante la defecte dar intră în componența unor unități / subsisteme de ordin superior tolerante la defecte.



## “Frinarea prin fir”

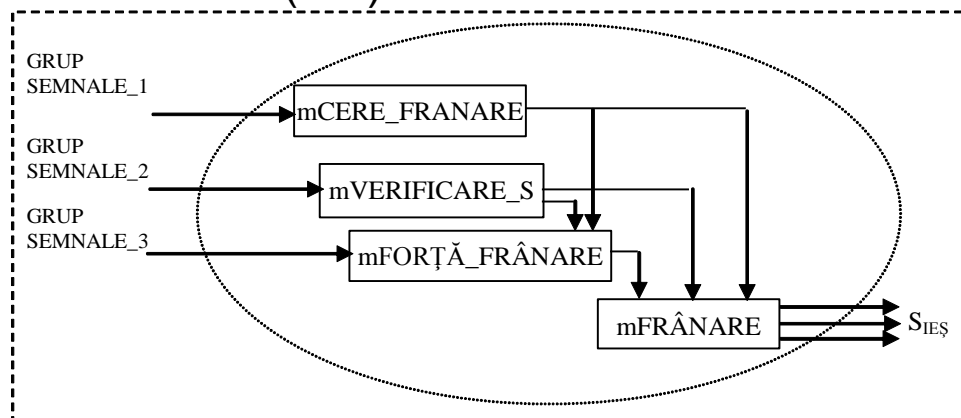
- Varianta A: corectă în totalitate – ceea ce ar presupune funcționarea celor patru unități (UR), unitatea centrală și cel puțin o magistrală MS\_1 sau MS\_2;
- Varianta B: parțială - ceea ce ar presupune funcționarea a cel puțin trei unități (UR), unitatea centrală și cel puțin o magistrală MS\_1 sau MS\_2.





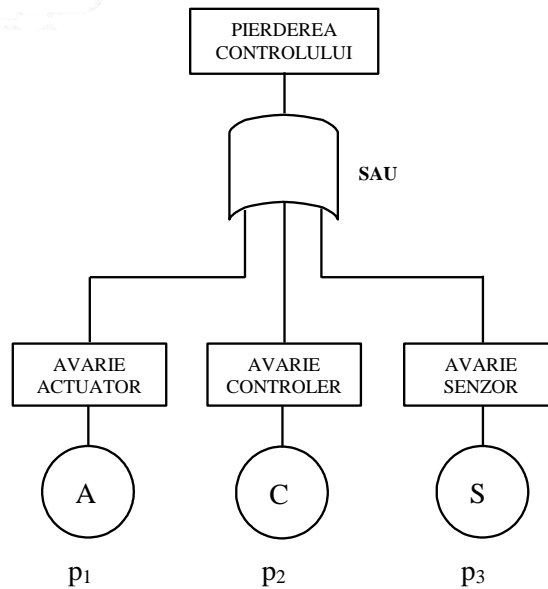
• Structura unei FTU (*fault tolerant unit*) din (UC) și arhitectura software-lui se stabilesc funcție de cerințele structurale ale acesteia:

- ❑ de a detecta *cerința de frânare* prin interpretarea informației senzoriale de la pedala de frână;
- ❑ de a calcula *forța de frânare* pentru cele patru actuatori;
- ❑ de a *verifica* corectitudinea operațiilor la toate componentele sistemului;
- ❑ de a *distribui* valorile calculate prin rețeaua de comunicare la componenta de control a (UR).

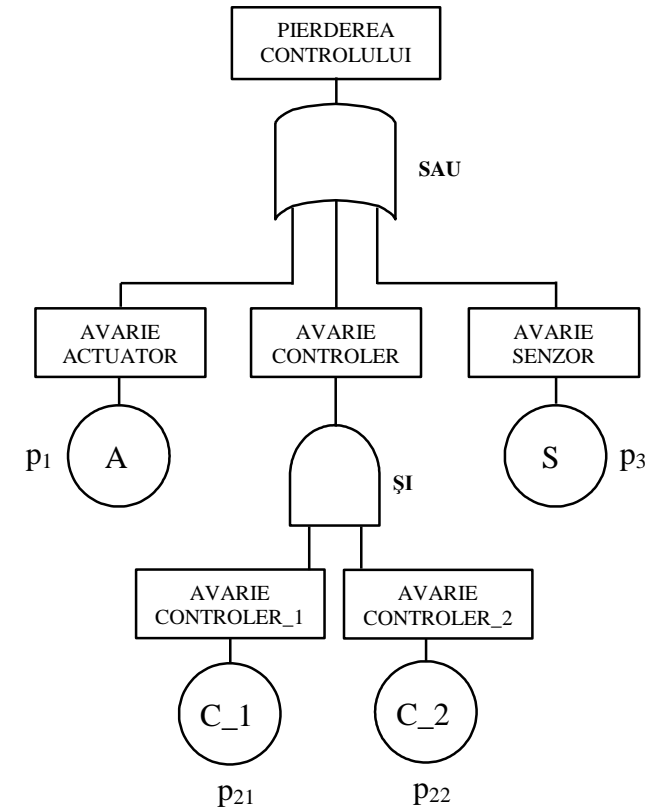
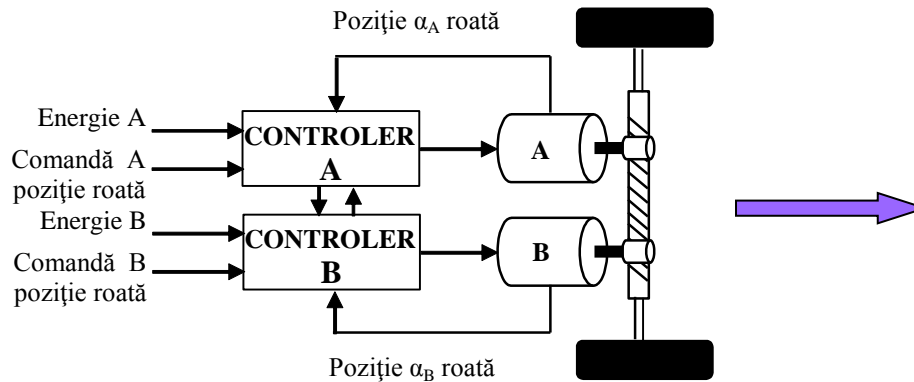


Semnalele de ieșire  $S_{IES}$  permit: *fixarea la zero a setului de puncte pentru fiecare unitate (UR), fixarea setului de puncte calculate prin modulul mFORTĂ\_FRÂNARE, constrânge FSU de a funcționa în modul fail – silent, activează semnalizarea frânării*

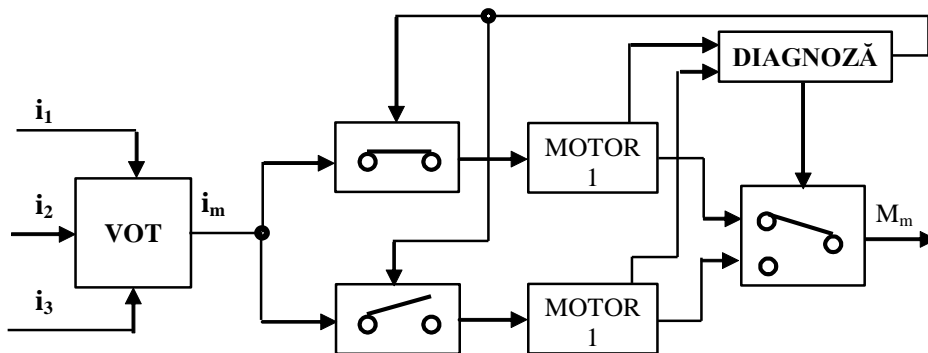
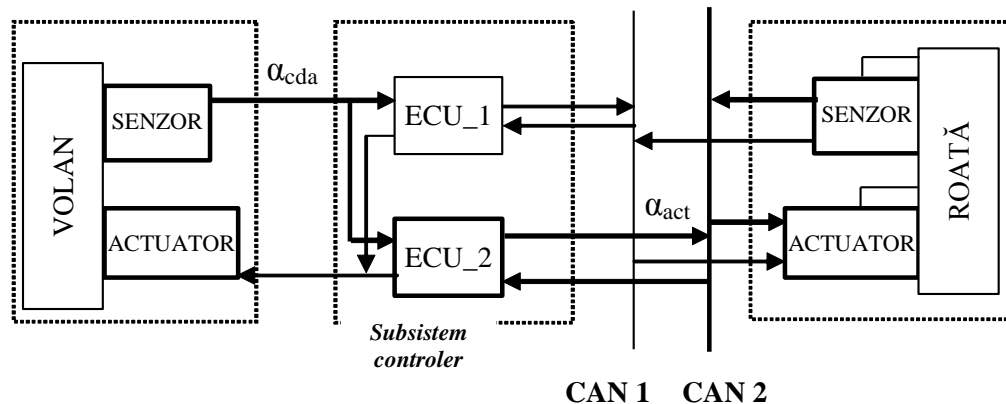
## Conducerea prin fir



## Arhitectură redundantă



## Arhitectura hardware redundanta

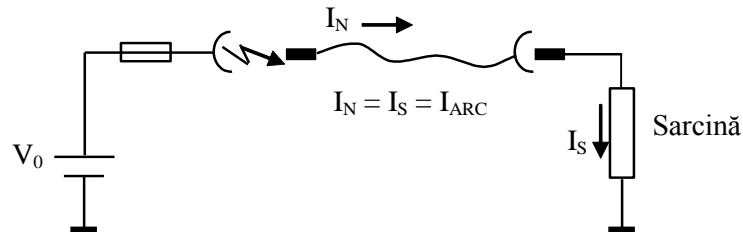


Sunt posibile determinările:

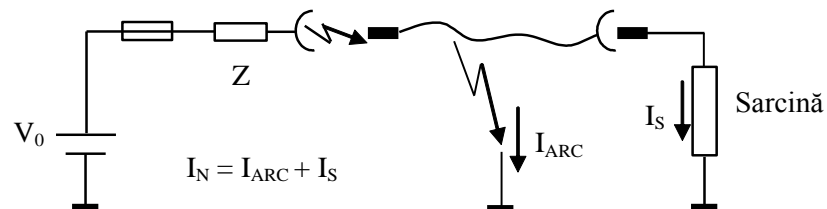
- poziția roților (unghiul  $\alpha$ );
- viteza de rotație  $\omega$  a motorului;
- cuplul motor  $M_m$ .

Pentru poziția roților – necesare trei informații: de la volan (**S1**) și de la actuator (**S2, S3**).

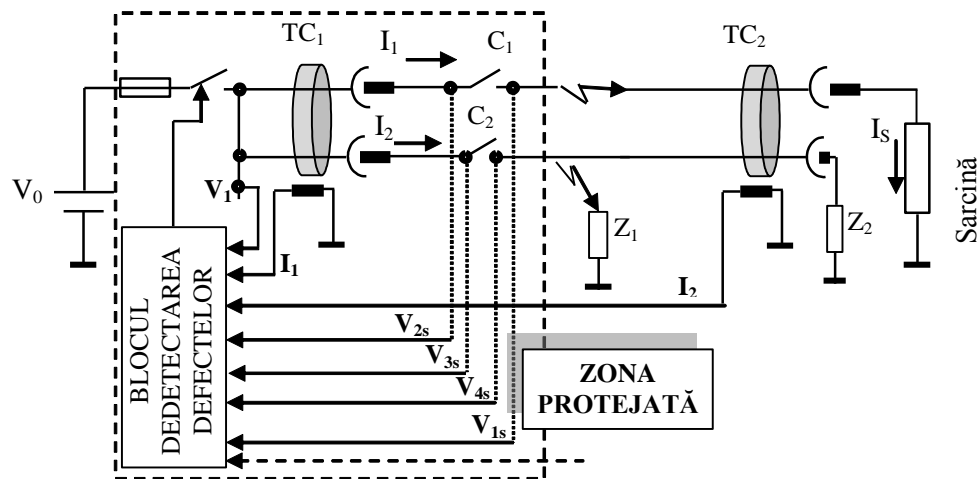
## Defect prin arc serial



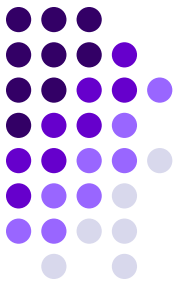
## Defect prin arc paralel



## Schemă de detecție a defectelor de tip arc electric



# Proiectarea in mecatronica - checklist



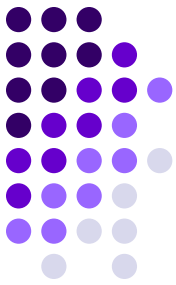
Listă de cerințe = *checklist*

- activitate de grup susținută în diverse momente de timp;
- organizare eficientă;
- fiecare dintre problemele incluse în lista de specificație - suportă la rândul său o dezvoltare separată.

## LISTĂ DE SPECIFICAȚII

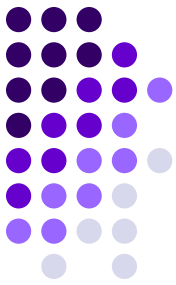
- factorul uman și siguranța în funcționare
- gradele de libertate
- actuatorile
- senzorii
- interferența electromagnetică
- precauție privind “zgomotul”
- cablurile și conectorii
- achizițiile de date
- calcule și proiectare software
- timpul de întârziere
- erorile de software
- dezvoltările de software
- structura mecanică
- rigiditatea și flexibilitatea
- frecarea
- sursele de tensiune constantă
- darea în exploatare
- instalarea
- mentenanță
- dezinstalare





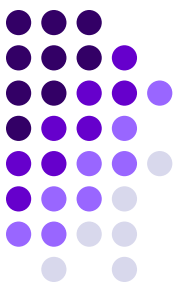
### ***Posibilitatea deplasării în spațiu a unui punct material ?***

- care este numărul minim de mișcări decuplate și acționate necesare pentru a rezolva problema în cauză ?
- este necesară energie de antrenare pentru toate aceste mișcări?
- se poate accepta o acționare pasivă pentru oricare dintre aceste mișcări: gravitațional, prin elemente și cuple cinematice elastice, rezistența aerului etc.?
- trebuie să existe o aliniere a două componente sau o conectare a acestora?
- Cum se preîntâmpină o abatere de coaxialitate între componentele respective?
- Cum se pot anula jocurile dintre elemente?
- Care sunt ajustajele necesare ?



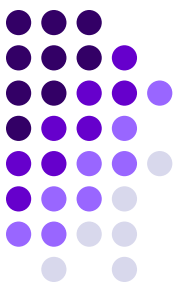
Pentru oricare dintre *actuatorele* utilizate proiectantul trebuie să definească sau să măsoare:

- forța generalizată (forță sau cuplu) ce trebuie dezvoltată;
- dependența forței generalizate motoare de viteză (caracteristica mecanică motoare);
- variația forței generalizate cu poziția punctului de aplicație;
- viteza impusă și eventualele restricții suplimentare referitoare la aceasta (dependentă de poziție, de solicitare / sarcină etc.) ;
- precizia impusă și eventualele restricții suplimentare referitoare la aceasta (poziție, dependență de viteză etc.);
- inerția efectivă a sistemului, rigiditatea sau flexibilitatea a acestuia, frecarea sau amortizarea;
- domeniul mișcării;
- sarcina constantă sau variabilă, alta decât inerția, din sistem.

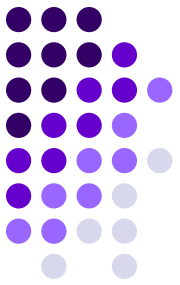


Proiectantul trebuie să estimeze în plus:

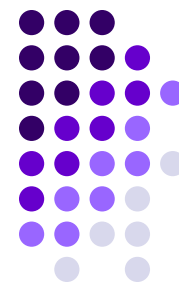
- care sunt limitele în proiectul dat ( de ex.: raportul putere / forță / cuplu capabile și cerințele putere / forță / cuplu impuse pentru fiecare actuator);
- se poate utiliza o aceeași formă de energie pentru toate sistemele de acționare (de ex. energia pneumatică) ?
- se poate reproiecta actuatorul pentru mobilitatea care nu respectă cerința anterioară (de ex.: actuatorul nu utilizează energia pneumatică) ?
- se poate renunța la elementele senzoriale pentru sistemul de acționare ? Se poate utiliza un STOP mecanic sau dependent de timp ? Se poate utiliza un motor pas cu pas pentru a elimina necesitatea unui traductor de poziție ?
- sunt disponibile pentru actuatore facilități de utilizare a dispozitivelor absorbante de energie (pentru coliziune, șoc) ?
- care sunt cerințele impuse actuatorului de menținere a elementului condus într-o poziție dată ? Care sunt posibilitățile de aplicare automată a frânării la apariția unor defecțiuni ale sistemului de alimentare ? Care sunt limitele admise pentru deplasările elementului condus pe intervalul de timp determinat de apariția defecțiunii și momentul realizării frânării ?



- care sunt posibilitățile de control a mișcării pentru fiecare actuator astfel încât să fie eliminate efectele tranzitorii ?
- care este elasticitatea din sistem (compresibilitatea fluidului, elasticitatea mecanică în transmisie etc.) ? Se poate reduce această elasticitate ? Care sunt variantele ?
- care sunt “jocurile” din sistem ? Cum afectează aceste neliniarități controlul sistemului ?
- care sunt consecințele defectării actuatorului ?
- Cum poate fi detectat un defect sau o funcționare în afara parametrilor impuși în mod automat ?
- Care sunt alte posibilități disponibile de detectare a defectelor ?
- Există posibilități de simulare a unei funcționări anormale (în afara parametrilor impuși) a actuatorului ?



- care sunt senzorii necesari în conversia parametri fizici – semnal electric ?
- care sunt condiționările de semnal necesare: amplificare, filtrare etc. ?
- care este forma de lucru: analog sau digital ?
- care este forma de transfer a informației: serial, paralel ?
- care este banda de frecvență necesară pentru semnalele de intrare achiziționate din sistem ?
- care sunt condițiile de eșantionare necesare pentru achiziția întregii bande de frecvență ? Sunt utilizate filtre anti-alias ?
- Care este siguranța funcționării corecte a senzorilor ?
- Există posibilitatea detectării funcționării incorecte a senzorilor ? Cum sunt eliminate valorile eronate ?
- Există posibilitatea fuziunii informației ?
- Toate elementele senzoriale sunt necesare ? Se pot elimina unul sau mai multe elemente senzoriale ?
- Care sunt posibilitățile de măsurare direct / indirect? Care este cea mai bună locație pentru un sensor ?
- Există posibilitatea utilizării senzorilor cu semnal de ieșire standard discret ? Se pot utiliza acești senzori pentru parametric continui: semnale modulate în lățime, semnale de frecvență variabilă, traductoare numerice ?
- Care sunt influențele negative în achiziția semnalelor provocate de uzură, vibrații, câmpurile termice exterioare, radiații etc. ?
- Care sunt limitele admise în proiectare pentru elementele senzoriale ?



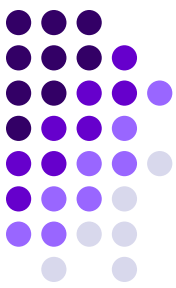
***interferența electromagnetică*** “ acțiunea unor fenomene electromagnetice asupra circuitelor și aparatelor electrice, asupra sistemelor fizice abiotice sau biotice”.

***imunitate electromagnetică*** - capacitatea unui sistem electric / electronic de a funcționa normal fără a-și degrada parametrii funcționali în prezența perturbației electromagnetice.

***Susceptibilitatea la perturbații*** este inabilitatea sistemului de a funcționa normal din cauza perturbațiilor.

***Parametrii de compatibilitate și perturbație ai mediului:***

- *nivelul semnalului util;*
- *nivelul pragului de perturbații (valoarea minimă a semnalului util sub care dacă se scade se face simțită prezența perturbațiilor);*
- *nivelul de perturbații funcționale, nivelul de zgomot galactic;*
- *intervalul de compatibilitate electromagnetică (diferența în dB dintre nivelul semnalului util și nivelul pragului de perturbații reglementat pentru o anumită configurație de sistem).*

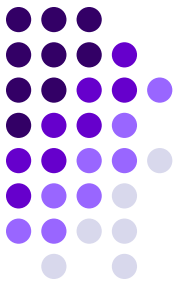


Trebuie să se aibă în vedere și să se facă diferența calitativă a următoarelor noțiuni:

- *Legarea la pământ* (earth, ground) – care definește legarea unui sistem printr-un conductor electric la priza de împământare în scopul limitării supratensiunilor accidentale;
- *Legarea la masă* (signal ground, signal common) – care definește legarea printr-un conductor la punct de referință de potențial 0 V.

Trebuie să se identifice sursele de zgomot electromagnetic:

- există surse de putere de c.a. ? Care este frecvența sursei (50 Hz, 60 Hz) ?
- sistemul conține motoare electrice ?
- există amplificatoare de comutație ?
- există circuite redresoare necomandate
- există componente de electronică de putere (de ex. invertoare) sau surse de putere variabilă ?
- există telefoane mobile sau transmisii radio ?



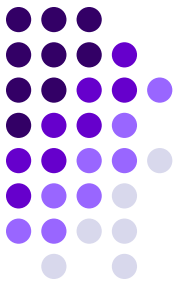
- sistemul conține bobine cu miez feromagnetic, relee electromagnetice ?
- există surse de lumină fluorescentă, comutator de fază ?
- sistemul dispune de display, calculatoare ?
- există circuite logice de mare viteză ? există în sisteme oscilatoare ?
- există procese tehnologice c folosesc arcul electric (cuptoare, instalații de sudare etc.), instalații electrice de electroliză ?

***Proiectantul trebuie să identifice soluții corespunzătoare pentru limitarea zgomotului electromagnetic pentru fiecare semnal de intrare.***

Proiectantul trebuie să se precizeze dacă:

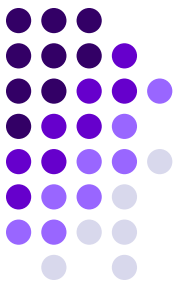
- există un singur punct de masă de referință ? Există puncte multiple ?
  - toate firele sunt protejate, ecranate (dacă este cazul)?
  - conductoarele flexibile au posibilități largi de mișcare (în cazul vibrațiilor)?
- Capacitatea variabilă creată de fire poate afecta semnalul de intrare.
- există posibilitatea utilizării unui filtru digital pentru a reduce zgomotul pe semnalele de intrare ?





Trebuie să se răspundă astfel la o serie de probleme cheie:

- au fost eliminate toate conexiunile care nu sunt necesare ? Se pot reduce numărul de conexiuni prin reducerea numărului de module ?
- pot fi eliminate firele de legătură prin utilizarea transmisiilor radio, a interfeței seriale sau a fibrelor optice ? se pot utiliza transmisiile de date pe frecvență înaltă pe baza cablurilor de alimentare cu energie ?
- au fost eliminate toate mobilitățile inutile ale cablurilor ? Se utilizează cabluri de calitate ? Care este influența costului ?
- au fost reduse / eliminate solicitările de încovoiere pentru toate cablurile din instalație ? S-a analizat influența razei de încovoiere ? Care sunt parametrii de calitate ai cablurilor referitor la durata de viață – cicluri de solicitare ? Care sunt implicațiile referitoare la legătura cost – defecte ?
- au fost protejate toate cablurile împotriva vibrațiilor ?
- S-au utilizat conectori de calitate ? Se poate utiliza conectorul monobloc (injectat) pentru a crește fiabilitatea sistemului ? există teste de verificare pentru toate cablurile și conectorii utilizați ? care sunt procedurile de schimbare a cablurilor ?



- Ce se întâmplă cu sistemul dacă alimentarea cu energie se întrerupe ? La revenirea alimentării cu energie în cât timp software-ul pentru control devine operațional ?
- Există posibilitatea centralizării operațiilor de calcul într-un singur processor ? Care sunt posibilitățile de optimizare a organizării software pentru creșterii fiabilității sistemului și a vitezi de lucru ?
- Care sunt posibilitățile de configurare a software-lui pentru hardware-ul instalat ? care parametri pot fi setați prin măsurările efectuate ?
- Este posibil să detectăm erorile software ? Sunt suficiente informații pentru a putea separa erorile software de eorile de intrare în sistem ?
- Cum este posibilă detectarea erorilor software în oricare modul ? Cum sunt detectabile erorile de intrare a datelor ?
- Ce se constituie în eroare și ce se constituie într-o defecțiune ?Cum se poate distinge o eroare hardware de o eroare software ?
- Cum poate fi asigurat procesul proiectat la o detecție software sau hardware ?
- Este posibilă conectarea la internet a echipamentului și realizarea în mod automat a update – lui ?