

SISTEME ELECTROMECHANICE

- **NOTIUNI INTRODUCTIVE**
- **STRUCTURA SISTEMELOR ELECTROMECHANICE**
- **SISTEME ELECTROMECHANICE TIPICE**
- **ELEMENTE DE PROIECTARE A SISTEMELOR ELECTROMECHANICE**
- **COMANDA, REGLAJUL SI CONTROLUL IN SISTEMELE ELECTROMECHANICE**
- **MONITORIZARE, TESTARE SI DIAGNOZA IN SISTEME ELECTROMECHANICE**

NOTIUNI INTRODUCATIVE

ENERGIA este o mărime care definește capacitatea materiei de a efectua lucru mecanic, fie ca rezultat al **mișcării**, fie ca rezultat al **modificării poziției**, în relație cu forțele care acționează asupra acesteia.

Energie cinetica

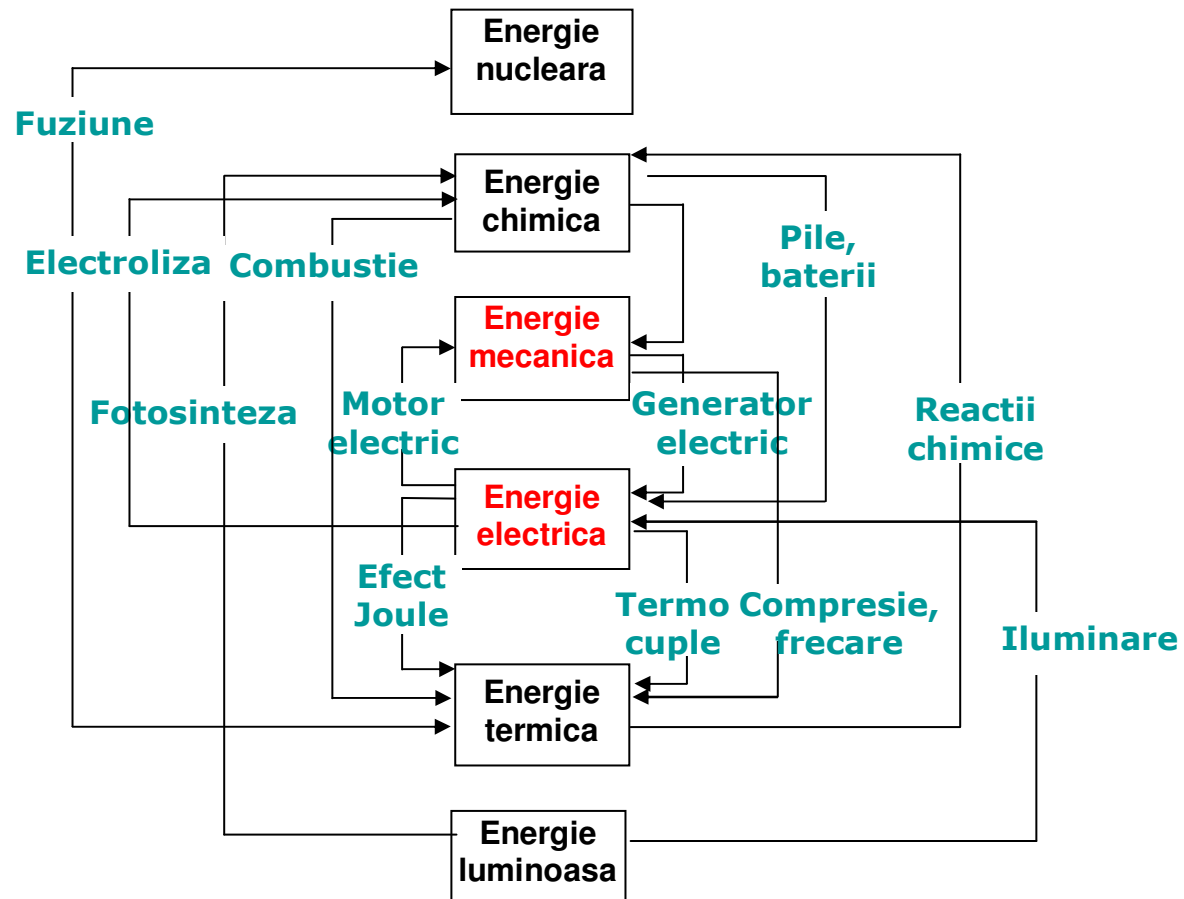


Energie potentiala



Partea din energia totală a unui sistem fizic care depinde exclusiv de mărimile de stare interne se numește **energie internă**.

CONVERSIA DE ENERGIE



Energia electrica : forma intermediara de energie nepoluanta, usor de transportat si cu multe posibilitati de conversie.

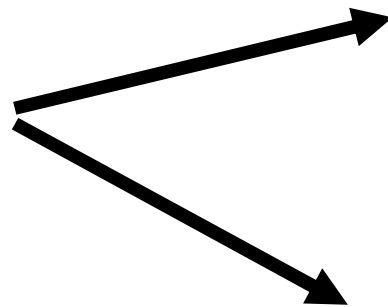
ELECTROMECHANICA ➤ Trateaza ansamblul problemelor asociate conversiei electro-mecanice sau mecano-electrice

Observatie.

99% din energia electrica se realizeaza prin conversie mecano-electrica

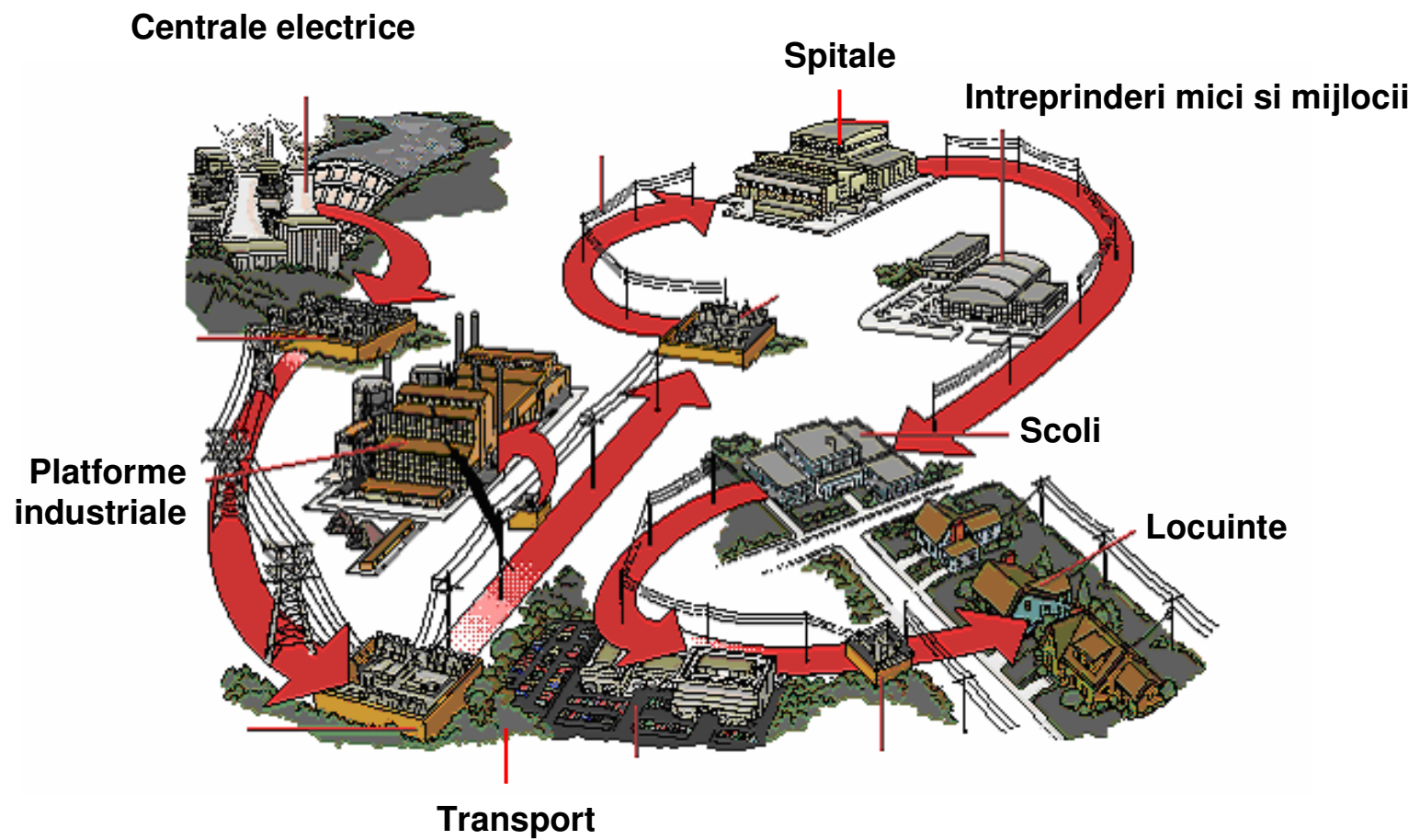
Conversia electromecanica are o gama larga de aplicatii, in domenii foarte variate.

**Conversia electro-
mecanica sau
mecano-electrica**



● **conversie de energie**

● **conversie de energie si
semnal**



Avantajele conversiei electromecanice :

- randament energetic ridicat
- reversibilitate
- fiabilitate si durata de viata
- gama extinsa de puteri din domeniul μW pana in domeniul GW
- posibilitatea asigurarii, pe langa conversia de energie, a unei conversii de semnal

Dezavantajele conversiei electromecanice :

- dependenta de o retea de alimentare
- puterea pe unitatea de volum sau de masa este mai scazuta decat anumite sisteme hidropneumatice, mecanice sau termice
- sistemele electromecanice prezinta pericolul electrocutarii pentru operatorul uman

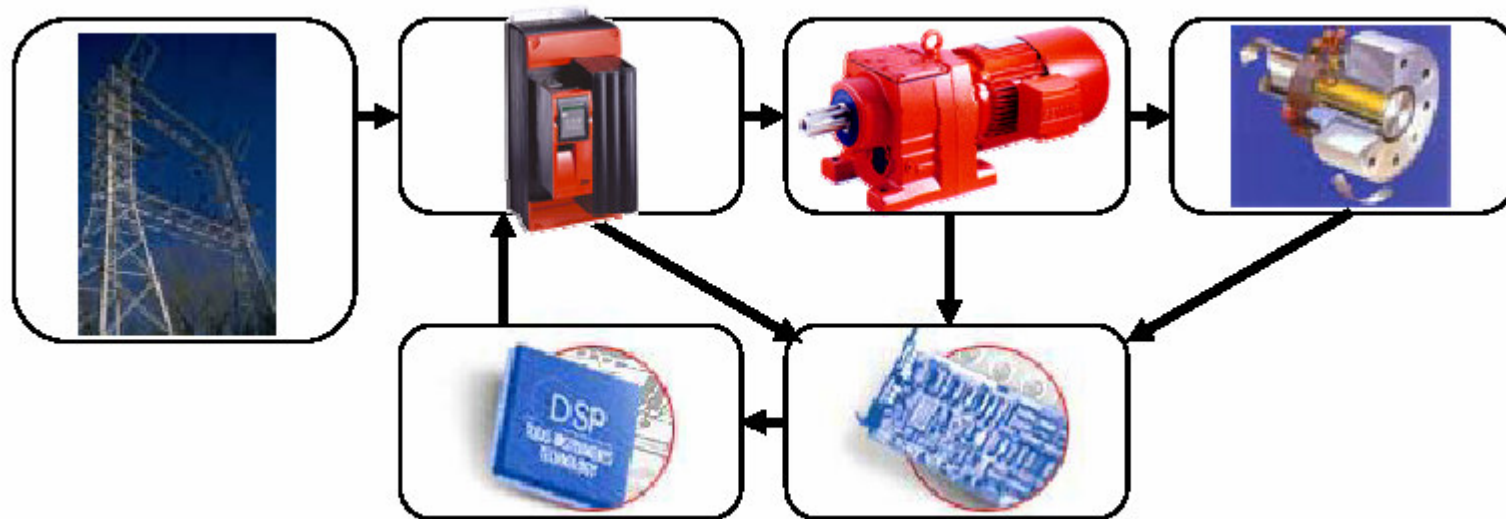
Sistem electromecanic

➤ Ansamblul de dispozitive care transforma energia electrica in energie mecanica si asigura controlul energiei mecanice astfel obtinute



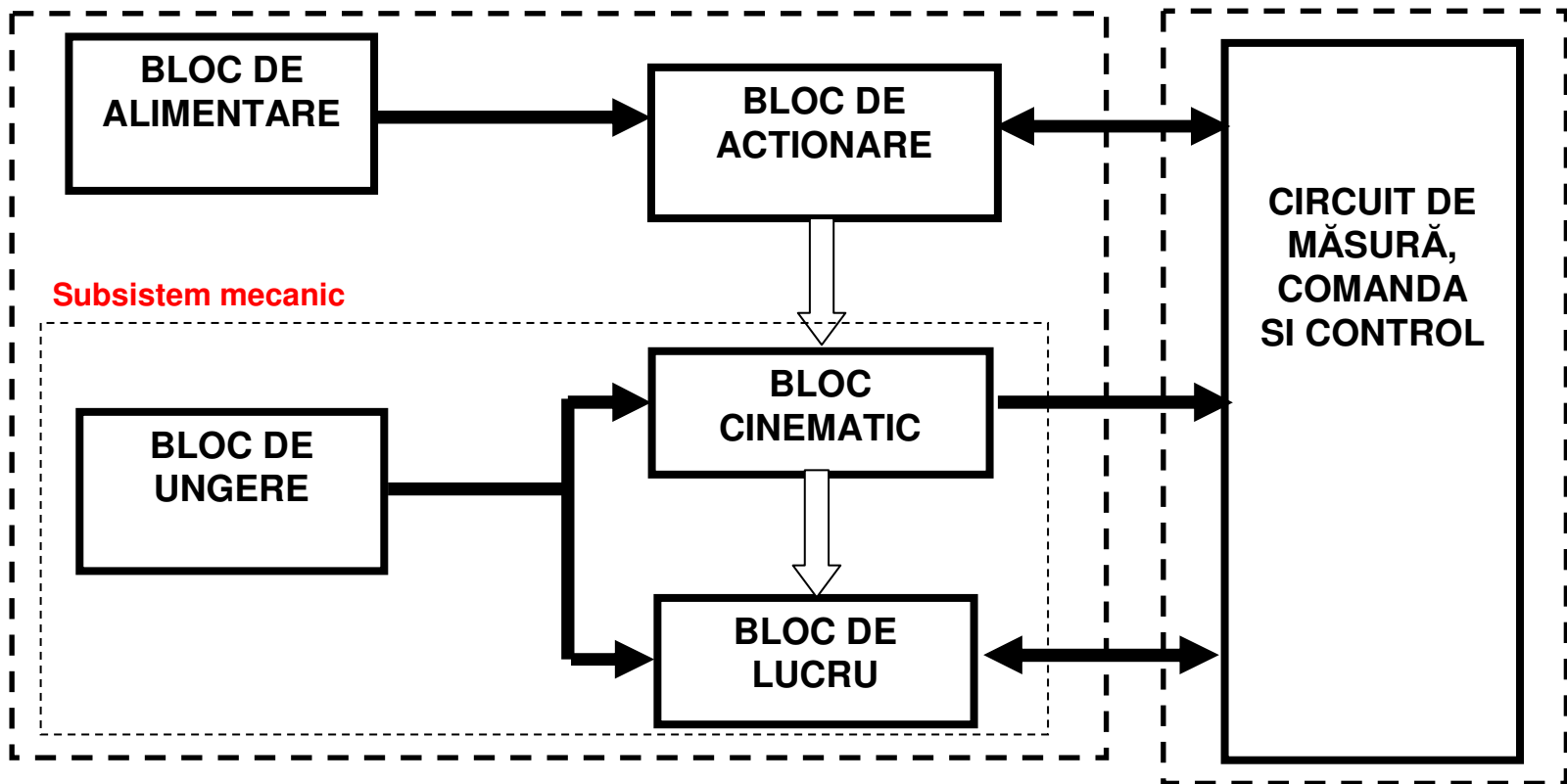
Studiul SEM va face deci apel la elemente de analiză a circuitelor **electrice** și **magnetice** și a **conversiei electromecanice**.

STRUCTURA SISTEMELOR ELECTROMECHANICE



COMANDĂ ȘI CONTROL

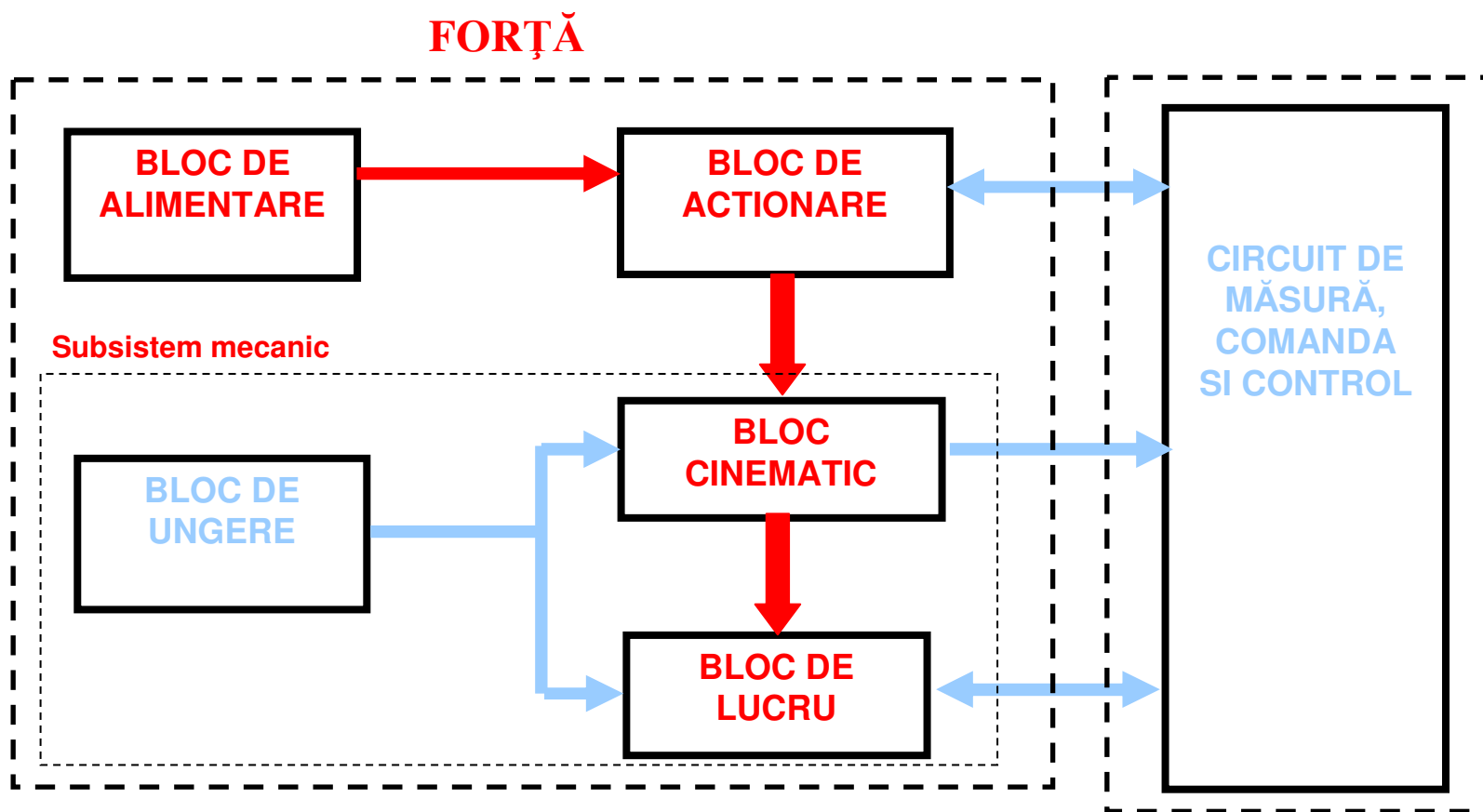
FORȚĂ



bloc de alimentare – bloc de acționare – bloc cinematic – bloc de lucru



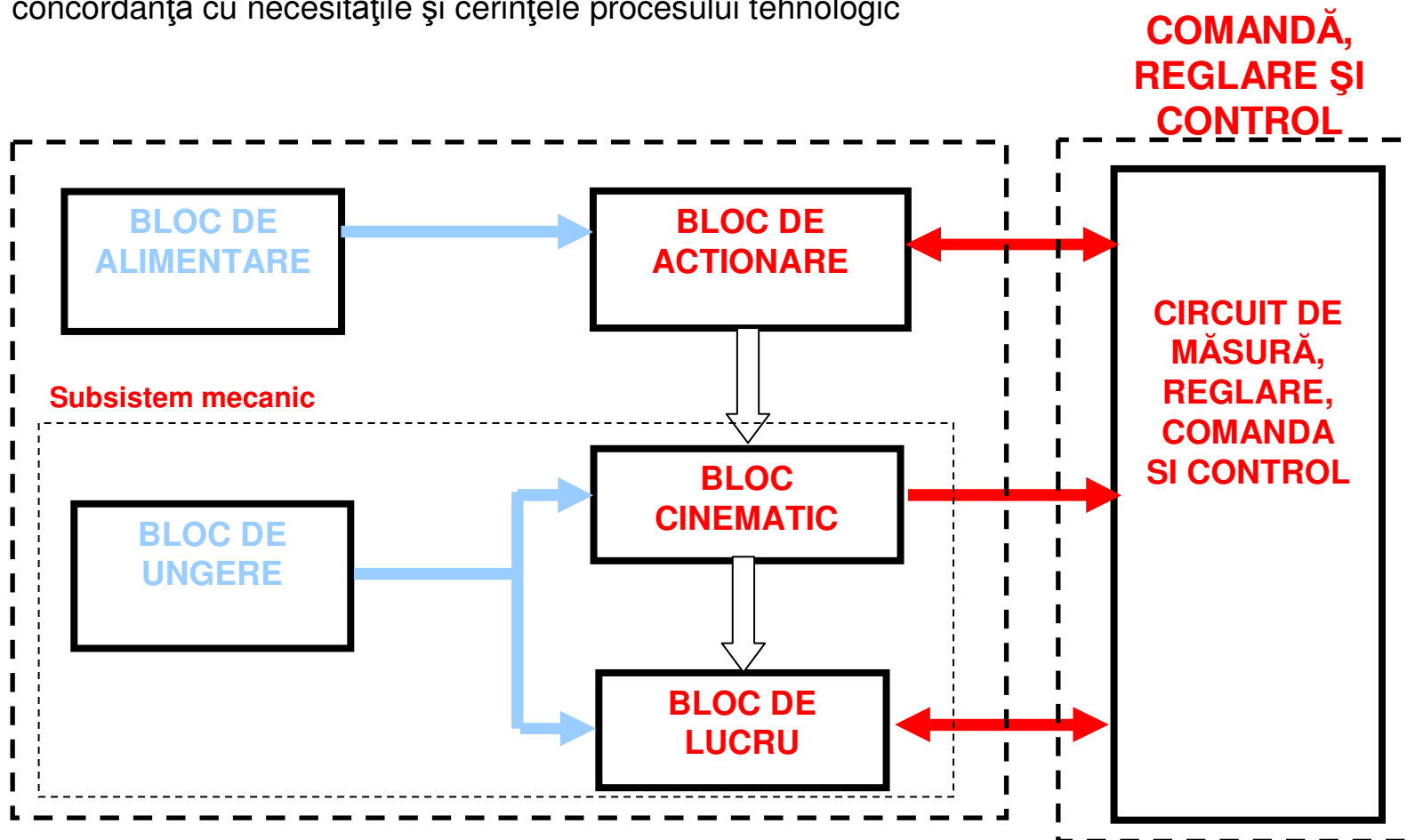
➤ **Flux de energie** - determină punerea în mișcare a elementelor blocului de lucru

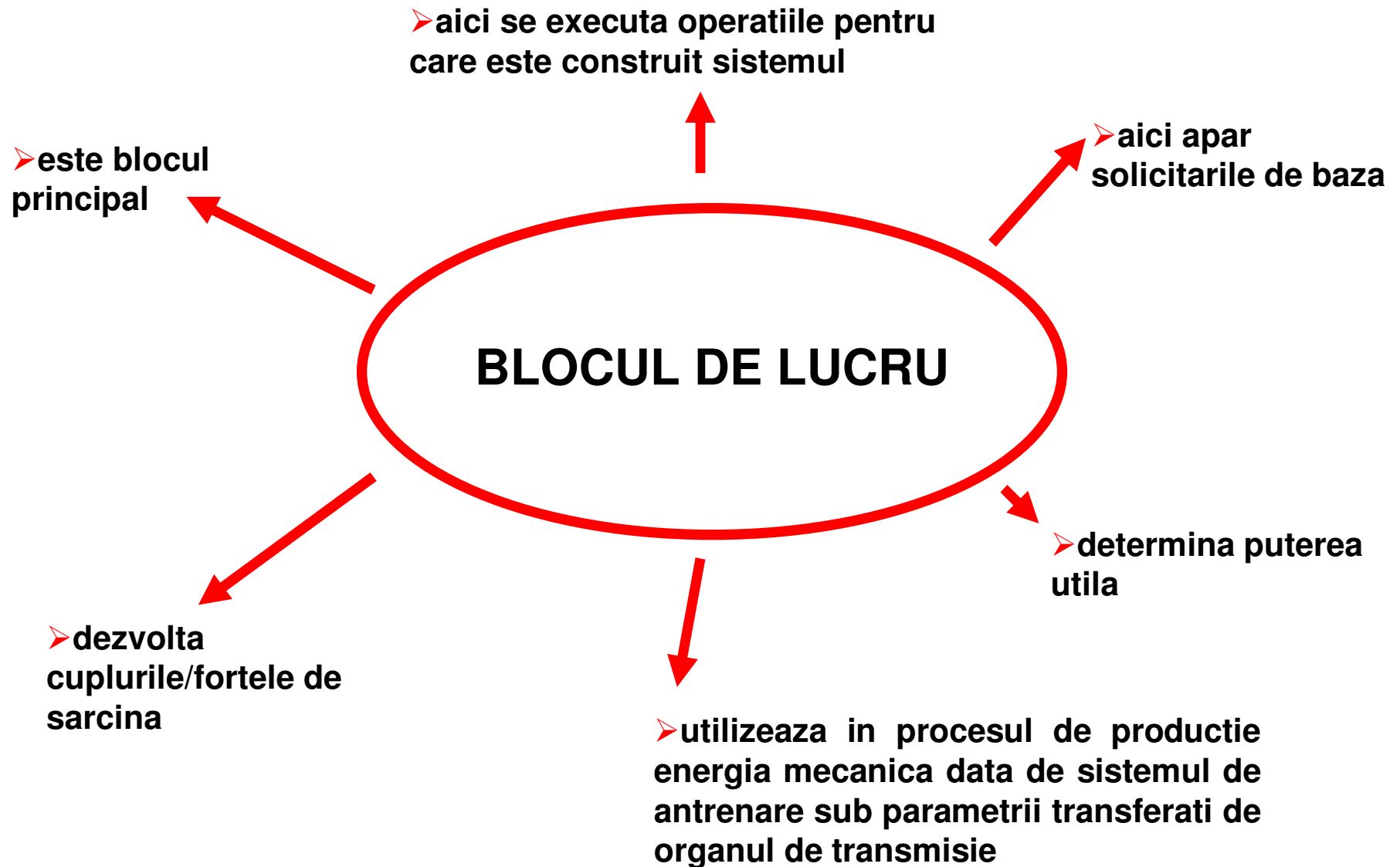


bloc de lucru/bloc cinematic – bloc de comandă, reglare și control – bloc de acționare



➤ **Flux de semnal** - are rolul de a modela energia mecanică transmisă blocului de lucru în concordanță cu necesitățile și cerințele procesului tehnologic



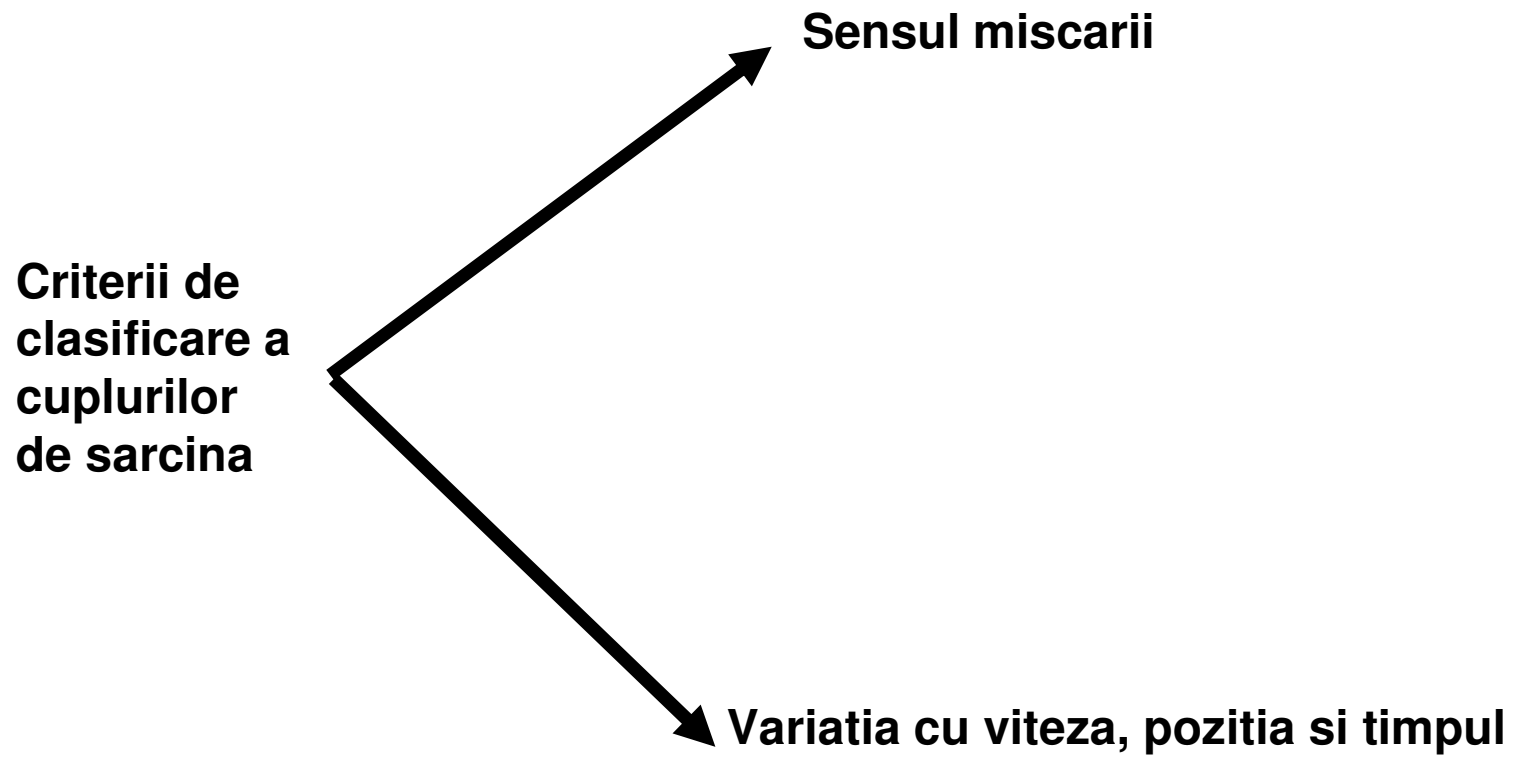


CARACTERISTICI FUNDAMENTALE ALE MASINII DE LUCRU

Caracteristica mecanica – variatia in functie de viteza a cuplului static de sarcina

Diagrama de sarcina – variatia cuplului de sarcina in functie de timp

$$\text{Cuplu de sarcina} = \text{Cuplu dat de masina de lucru} + \text{Cuplu de frecare cu aerul} + \text{Cuplu de datorat sistemului de transmisie}$$



In functie de sensul
miscarii

Cupluri de sarcina reactive sau rezistive –
sunt intotdeauna de semn contrar fata de
sensul miscarii

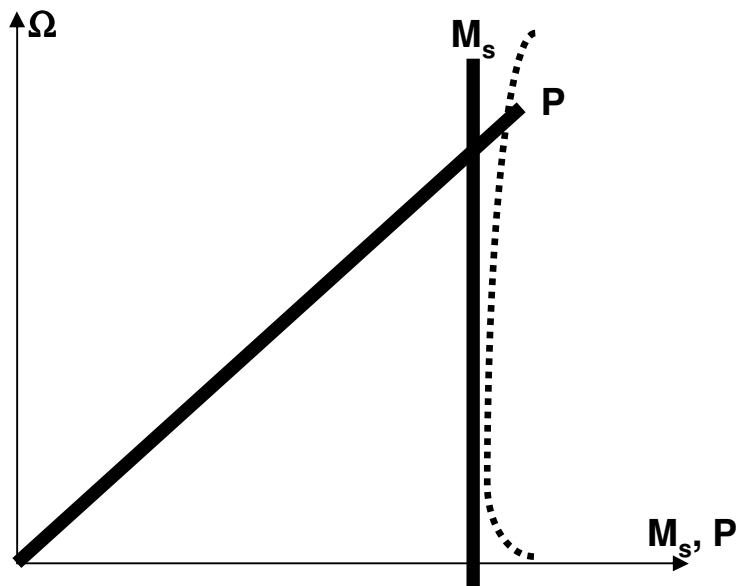
Cuplu de frecare
Cuplu datorat deformării plastice a pieselor
prelucrate prin aşchiere, laminare

Cupluri de sarcina potentiale – isi pastreaza
semnul indiferent de sensul miscarii,
putand avea un caracter oscilant fata de
sensul miscarii

Cuplu datorat gravitației
Cuplu datorat deformării elastice

In functie de variatia cu **viteza, pozitia si timpul** → 5 grupe de masini de lucru

GRUPA 1 – masini de lucru al caror cuplu de sarcina statica nu depinde de viteza unghiulara si de pozitie



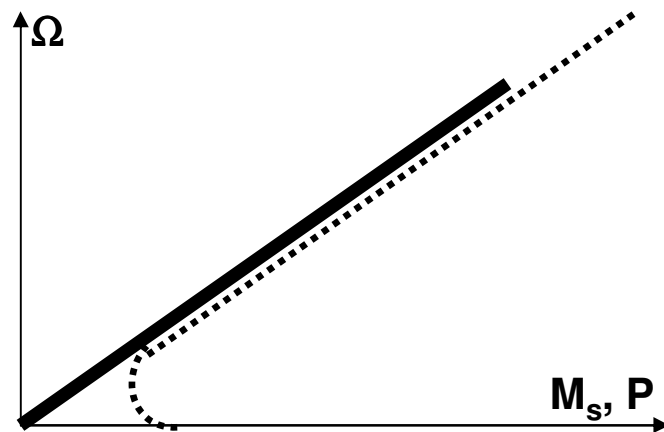
Exemple :

- carucioare si poduri rulante de viteza mica
- masini de hartie si calandre
- masini unelte cu viteza de taiere proportionala cu avansul de taiere
- elevatoare la care greutatea sarcinii ramane aceeasi atat la ridicare cat si la coborare

Puterea $P = M \cdot \Omega$

GRUPA 2 – masini de lucru al caror cuplu de sarcina variaza in functie de viteza unghiulara

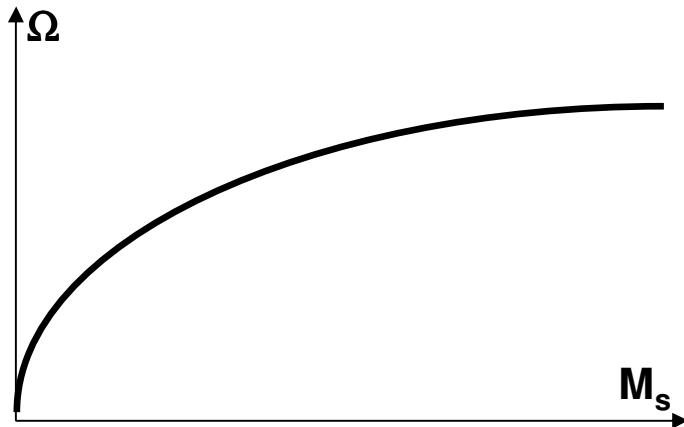
$$M = M_0 + (M_N - M_0) \left(\frac{\Omega}{\Omega_N} \right)^\alpha$$



$$M = M_N \left(\frac{\Omega}{\Omega_N} \right) \longrightarrow P = P_N \left(\frac{\Omega}{\Omega_N} \right)^2$$

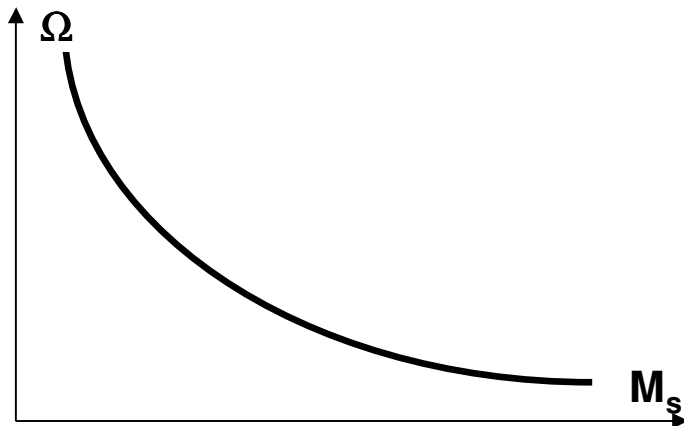
➤ cuplu de sarcina ce creste liniar cu turatia

- generator de c.c. cu excitatie independenta, debitand pe o rezistenta constanta,
- calandree pentru prelucrarea hartiei,
- franele electromagnetice cu curenti turbionari



$$M = M_N \left(\frac{\Omega}{\Omega_N} \right)^2 \longrightarrow P = P_N \left(\frac{\Omega}{\Omega_N} \right)^3$$

- **cuplu de sarcina ce variaza dupa o parabola**
 - pompe centrifuge,
 - ventilatoare,
 - suflante

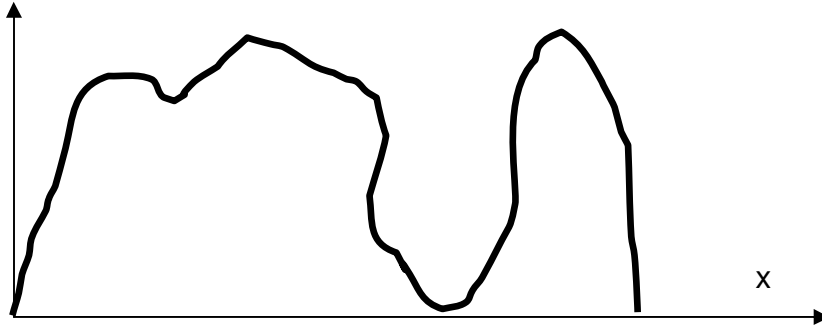


$$M = M_N \left(\frac{\Omega_N}{\Omega} \right) \longrightarrow P = M * \Omega = k * M$$

- **cuplu de sarcina pentru masini de lucru la care forta de intindere si viteza materialului trebuie mentinute constante, independent de diametrul de infasurare**

- masini de infasurat hartie, tabla, banda

GRUPA 3 – masini de lucru care au cuplul rezistent variabil cu drumul



- compresoare cu piston ;
- foarfeci mecanice ;
- razboaie de tesut ;
- pompe de adancime pentru petrol.

GRUPA 4 – masini de lucru care au **cuplul rezistent variabil cu viteza si drumul parcurs**

Datorita rezistentei
aerului

Datorita:

- fortelor de frecare la rulare;
- modificarii fortei de tractiune din cauza pantei sau limitarii de viteza ;
- micsorarii greutatii cablului

- Vehicule electrice
- Instalatii de extractie miniera fara echilibrarea funiei

GRUPA 5 – masini de lucru care au **cuplul rezistent variabil in timp**

- laminoare ;
- defibratorul din industria hartiei ;
- concasoare de piatra;
- escavatoare.

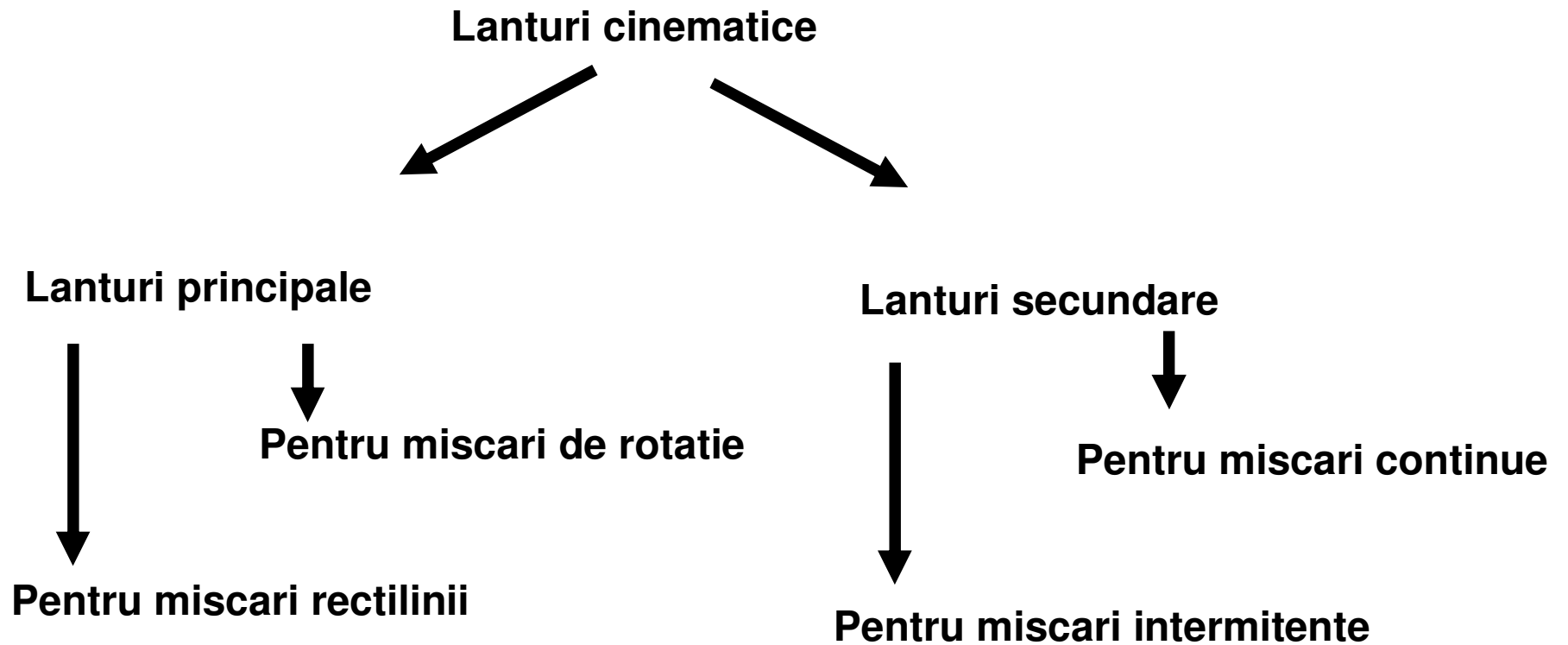
BLOCUL CINEMATIC - totalitatea mecanismelor si lanțurilor cinematice care asigură **transmiterea**, **transformarea** sau **reglarea** mișcărilor principale și secundare impuse blocului de lucru, precum și valoarea mărimilor caracteristice



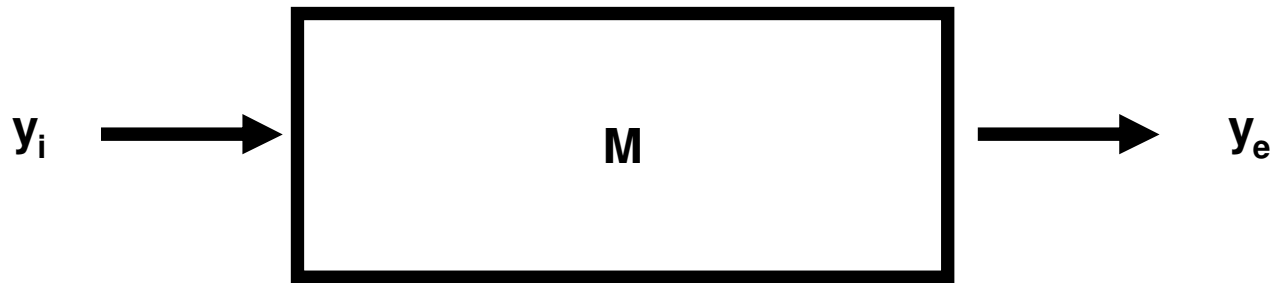
SCHEMA CINEMATICA

Elemente:

- **mecanice;**
- **pneumatice;**
- **hidraulice;**
- **electrice;**
- **mixte.**

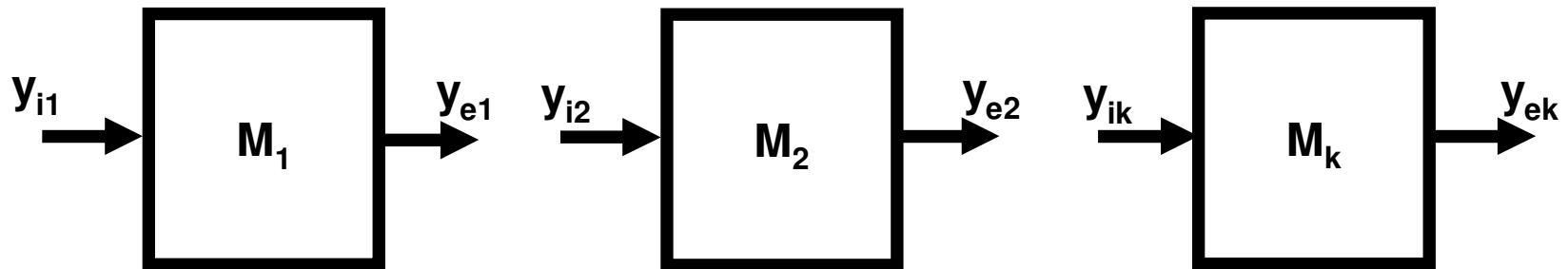


Lant cinematic simplu
(realizeaza o transmitere si o transformare a unei marimi fizice date)



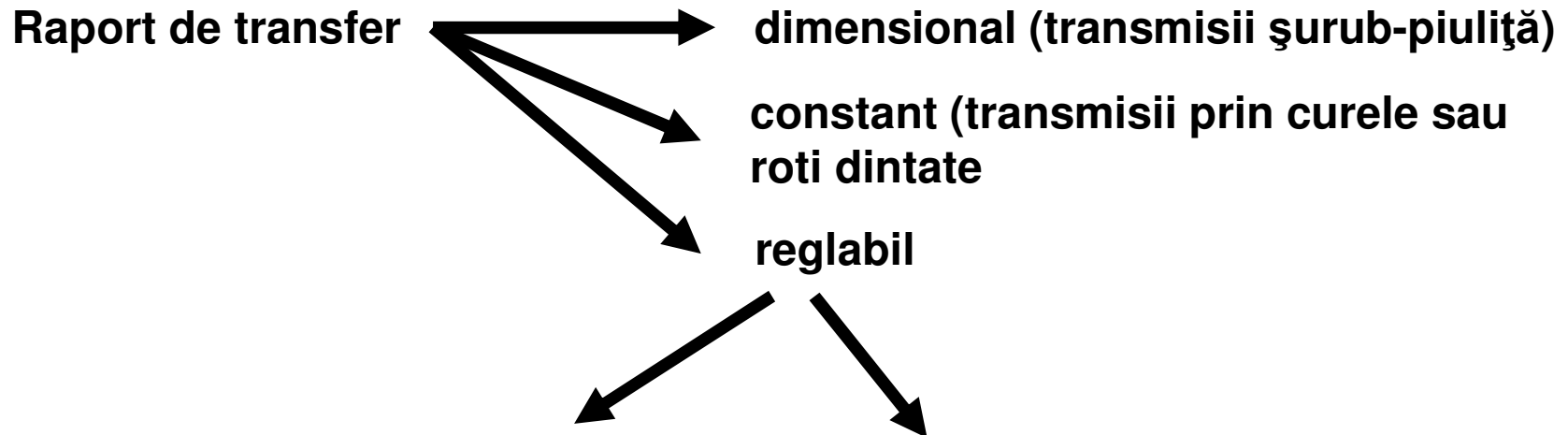
Raport de transfer $i = \frac{y_e}{y_i}$ \longrightarrow marime de iesire
 \longrightarrow marime de intrare

Lant cinematic complex



Raport de transfer

$$i_{total} = \frac{y_{ek}}{y_{i1}} = \prod_1^k i_k$$



cu reglarea marimii de iesire

•raportul de variație

$$R_{y_e} = \frac{y_{e \max}}{y_{e \min}}$$

•câmpul de variație

$$\Delta y_e = y_{e \max} - y_{e \min}$$

cu reglarea marimii de iesire și de intrare

•capacitatea de reglare a lanțului

$$C_{RL} = \frac{R_{y_e}}{R_{y_i}}$$

Asocierea lanturilor cinematice → la realizarea a doua sau mai multor miscari concomitente (exemplu: pod rulant)

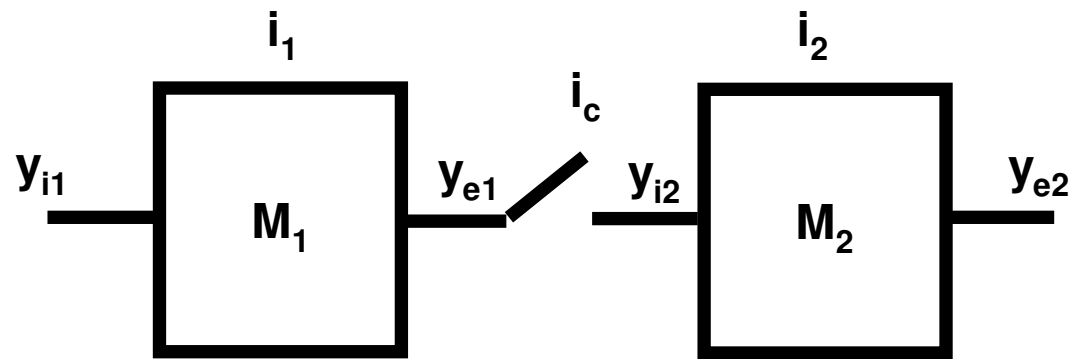
EXEMPLU: miscarile la un pod rulant

- Ridicare – coborare carlig
- Deplasare carucior dreapta – stanga, transversal
- Deplasare pod inainte – inapoi, longitudinal

Conditii de respectat

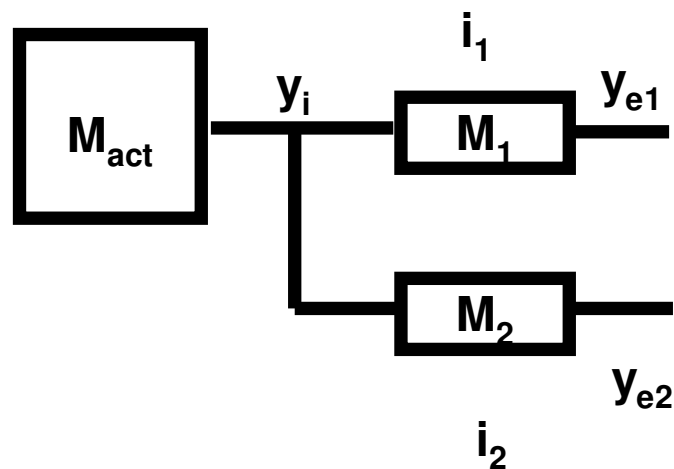
- Functionala: vitezele miscarilor corelate
- Tehnologica: calitatea operatiilor de ridicare si transport
- Economica: cat mai putine mecanisme folosite

1. Serie – legarea lanturilor componente se face prin intermediul unui mecanism de comutare, care poate fi cuplaj sau ambreiaj

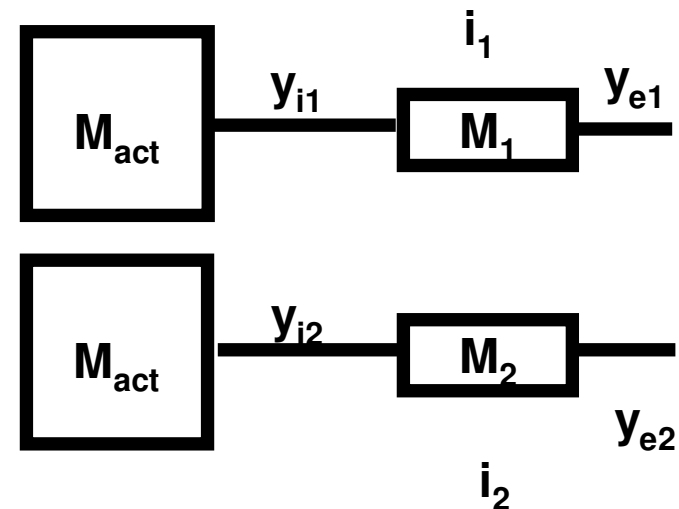


2. Paralela

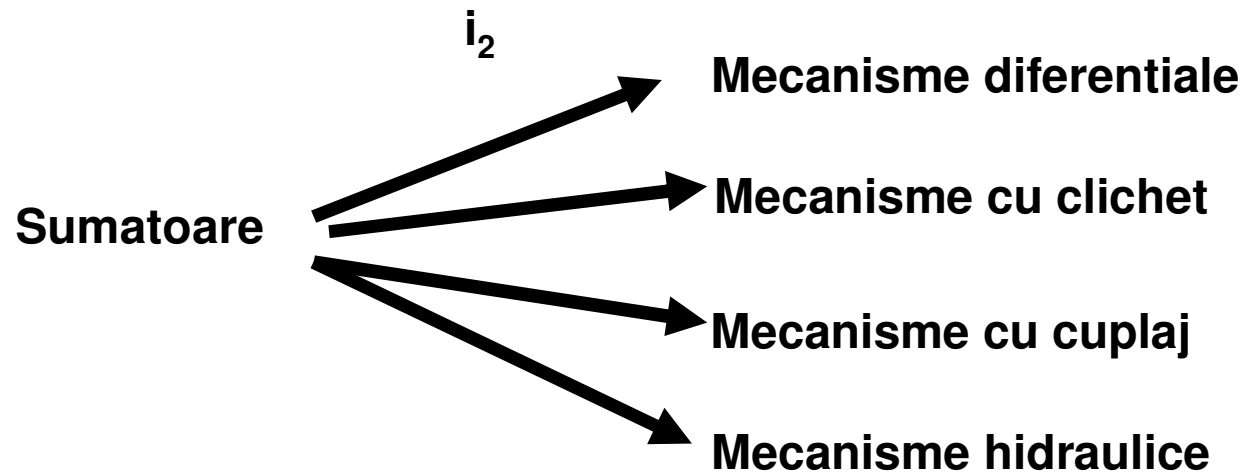
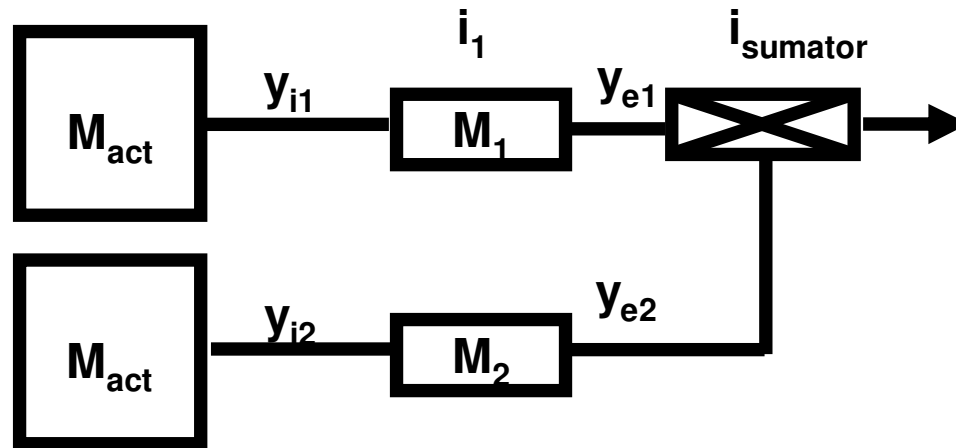
Conditionata – lanturile sunt actionate de acelasi mecanism de actionare



Neconditionata – lanturile sunt actionate de mecanisme de actionare diferite



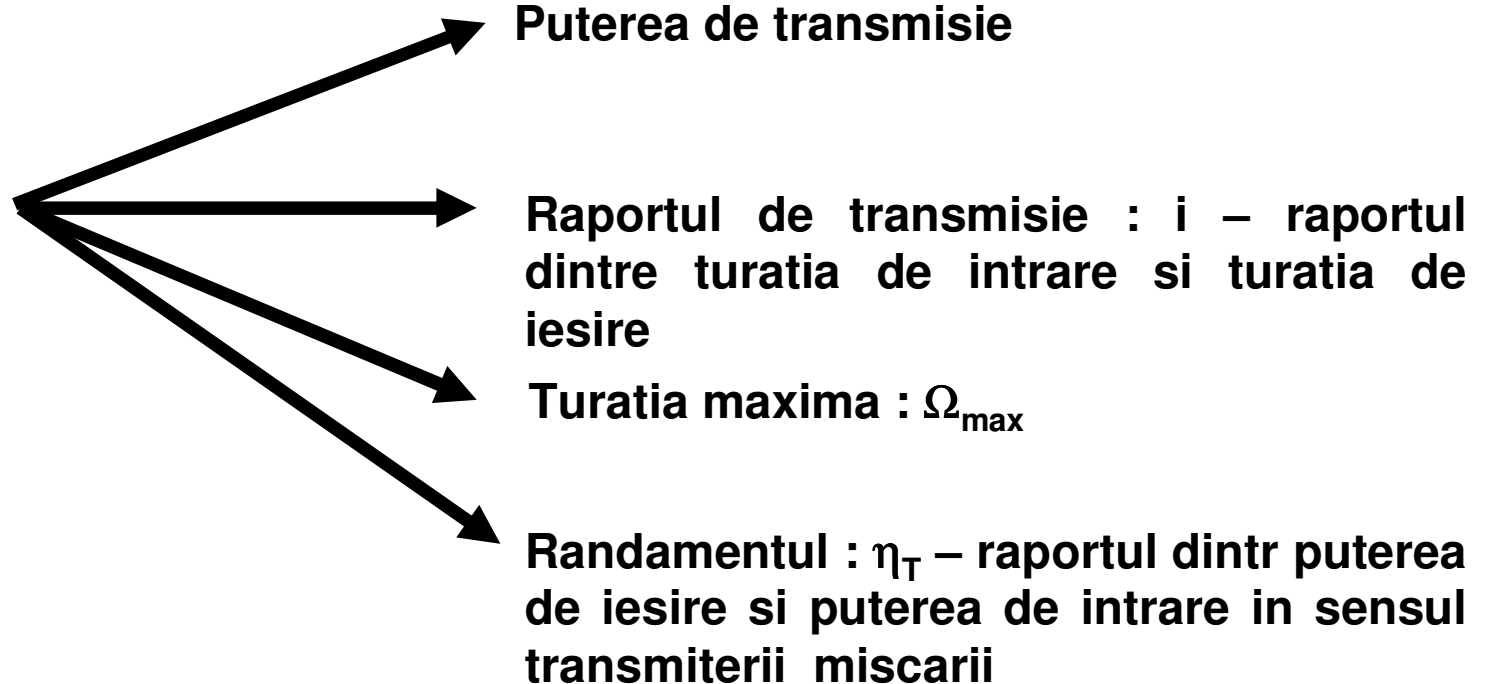
3. Mixta – urmareste obtinerea unei singure marimi de iesire sau a mai multora



MECANISME DE TRANSMISIE

- transmit si adapteaza miscarea la necesitatile blocului de lucru
- trebuie sa asigure transmiterea energiei mecanice cu randament cat mai mare si cu adaptarea vitezei sistemului de antrenare la viteza masinii de lucru

Parametri
principali



**MECANISME
FOLOSITE LA ALCĂȚUIREA LANȚURILOR CINEMATICE**

➤ **SIMPLE**

➤ **DE REGLAJ A TURATIEI**

➤ **PENTRU TRANSMITEREA INTERMITENTĂ A MIȘCĂRII**

➤ **DE INVERSARE A SENSULUI DE ROTAȚIE**

➤ **PENTRU TRANSFORMAREA MIȘCĂRII**

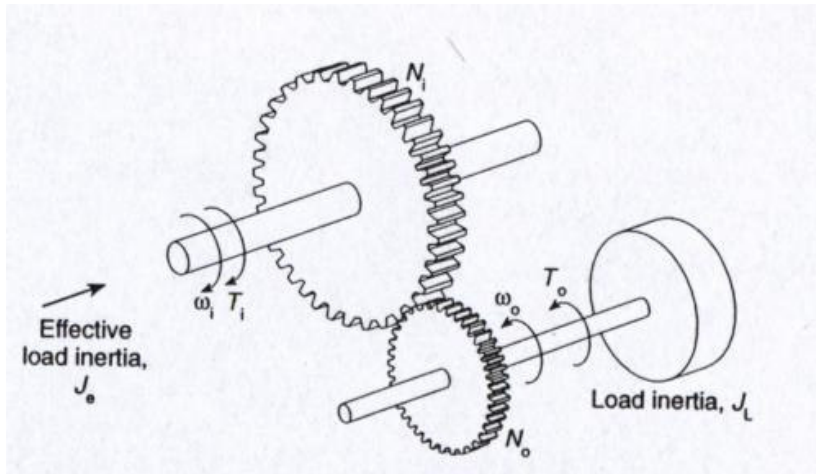
- reprezintă cea mai simplă și mai ieftină soluție de cuplare
- se poate folosi numai în cazul când vitezele de rotație ale motorului și mașinii de lucru sunt egale

Tipuri de cuplaje directe

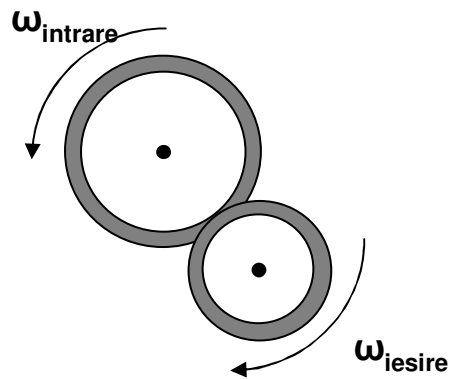
→ **Cuplaj rigid**, folosit între doi arbori cu lagare de alunecare, dacă piesele în mișcare sunt echilibrate static și dinamic

→ **Cuplaj flexibil**, care poate compensa anumite erori unghiulare ale arborilor unul față de celălalt, cât și mici erori laterale sau de înălțime. Este folosit între doi arbori unul cu lagare cu rulmenți și altul cu alunecare.

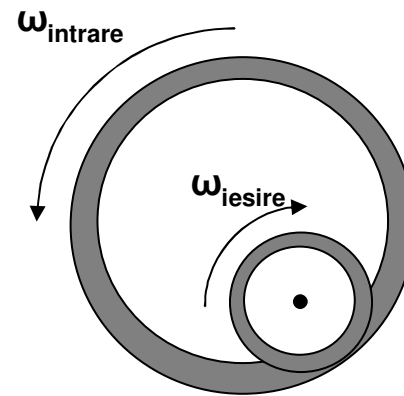
Angrenaje cu roti dintate – mecanisme simple, rigide



$$\omega_0 = \frac{N_i \cdot \omega_i}{N_o} = \frac{\omega_i}{n}$$

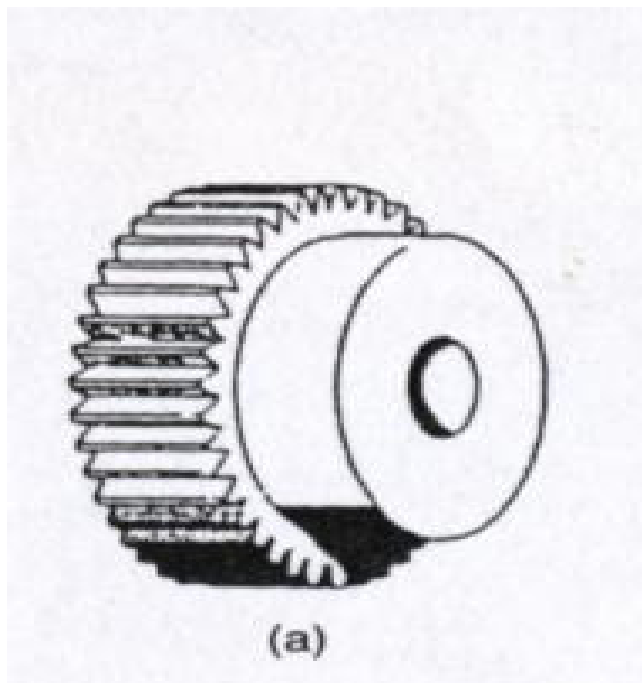


Angrenare exterioara



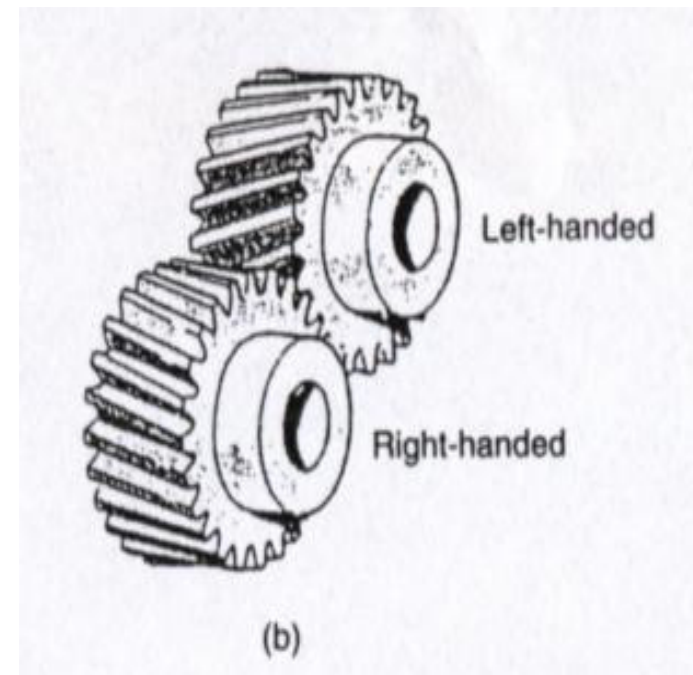
Angrenare interioara

Roti dintate cu dinti drepti



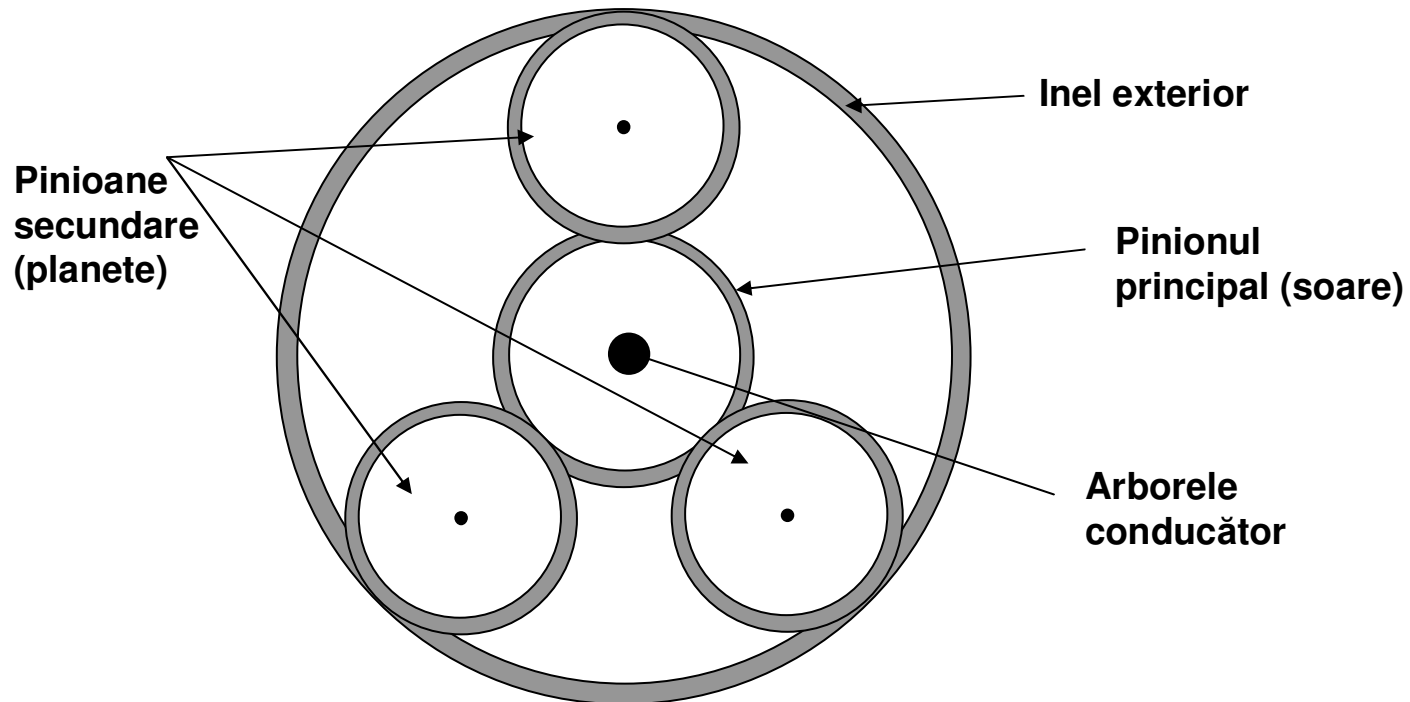
- forte axiale reduse

Roti dintate cu dinti inclinati



- suprafata de contact mai mare

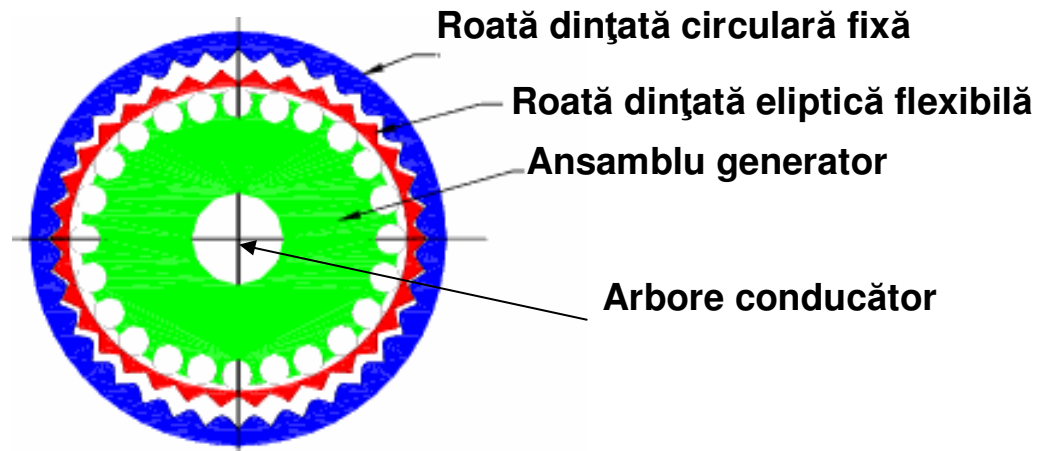
Angrenaje de tip planetar



$$\frac{\omega_{pinion_principal} - \omega_{iarbore_conducator}}{\omega_{inel_exterior} - \omega_{iarbore_conducator}} = \frac{N_{inel_exterior}}{N_{pinion_principal}}$$

- Rigiditate ridicata
- structura compacta a sistemului in ansamblu

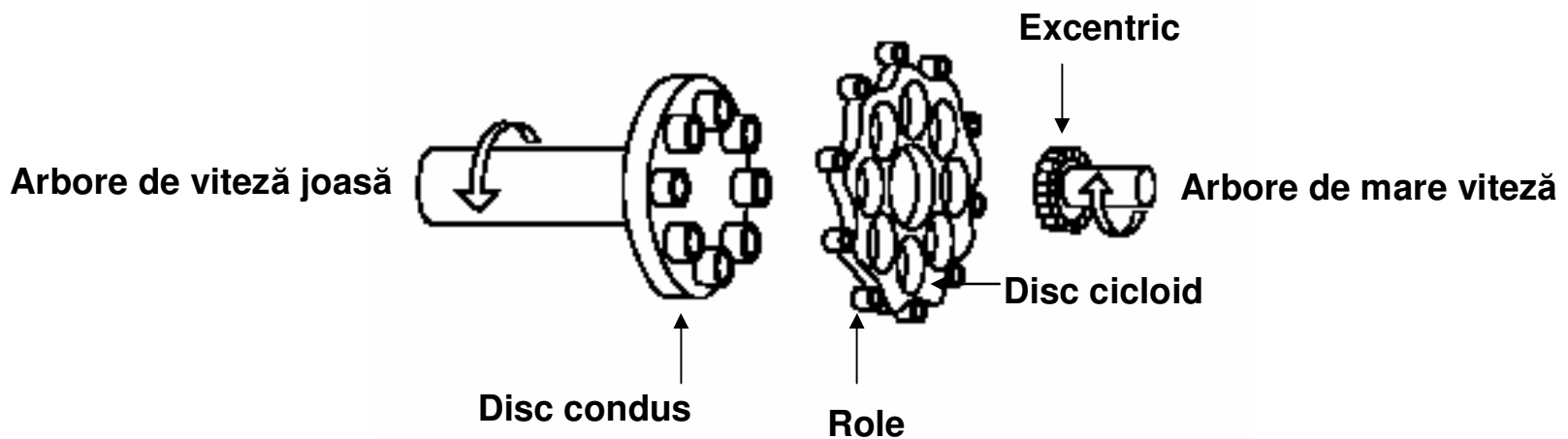
Angrenaje de tip armonic



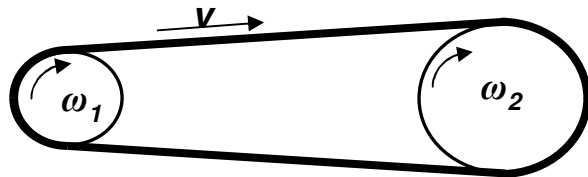
- rapoarte de transmisie în domeniul 30:1 până la 350:1,
- un grad mare de acoperire,
- zgomote și vibrații reduse

Angrenaje de tip cicloid

capacitate mare de rezistență la șocuri de sarcină, de până 500%



Sisteme de transmisie prin curele sau lanturi – mecanism simplu, elastic



Pot fi utilizate ca :

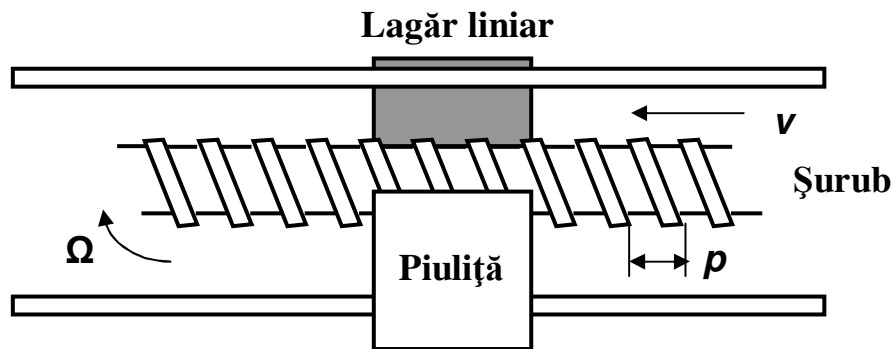
- sisteme de actionare liniare

$$\omega = \frac{v}{\pi D}$$

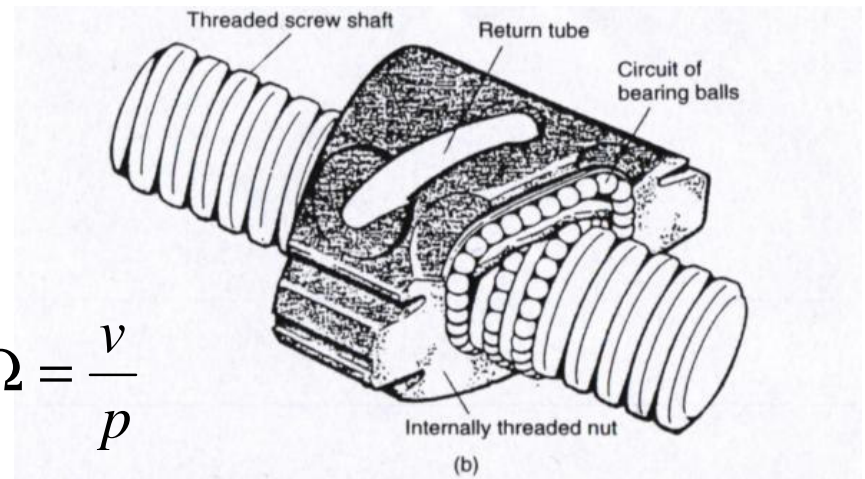
- sisteme de transmisie cu modificarea vitezei

$$n = \frac{D}{d}$$

Mecanism surub-piulita – mecanism rigid, cu modificarea tipului miscarii



Mecanism roata melcata-surub cu bile rigid, cu modificarea tipului miscarii



$$\Omega = \frac{v}{p}$$

$$\omega = \frac{v}{L}$$

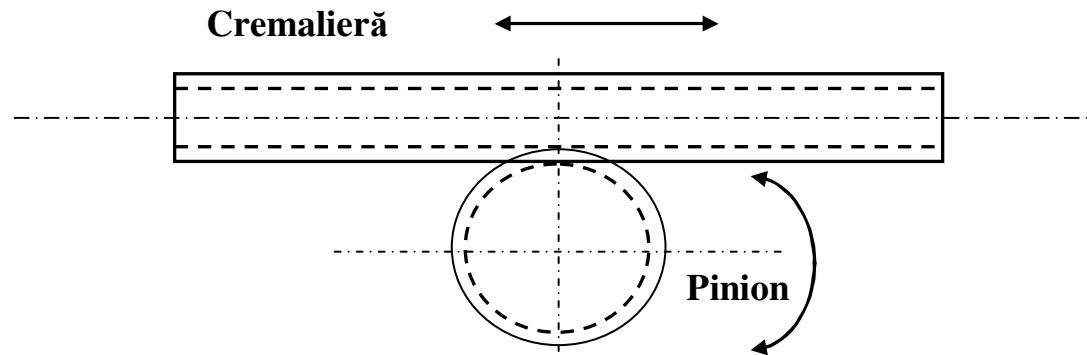
ω - viteza de rotatie

v – viteza liniara

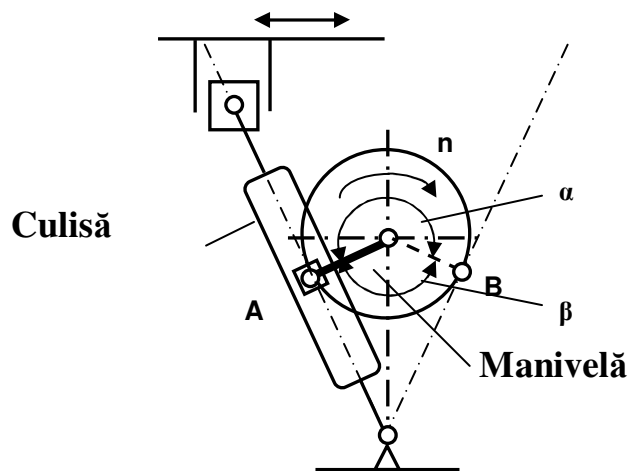
L – pasul surubului

- mișcări de translație de precizie ridicată, măsurabile cu exactitate,
- raport de transfer cu valori în limite largi,
- lipsa zgomotului în funcționare
- o rigiditate și un randament foarte bune, ceea ce permite adaptarea lor la motoare electrice de curent continuu, motoare pas cu pas și la motoare hidraulice rotative.

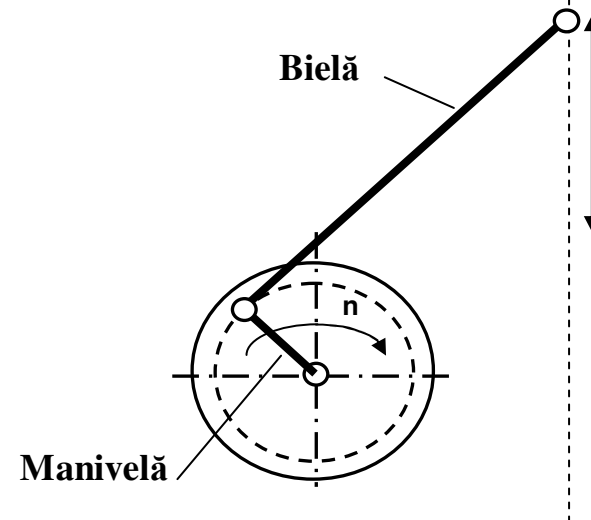
Mecanism pinion-cremalieră - rigid, cu modificarea tipului miscarii



Mecanism cu culisă oscilantă – rigid, cu modificarea tipului miscarii si autoinversare a sensului miscarii

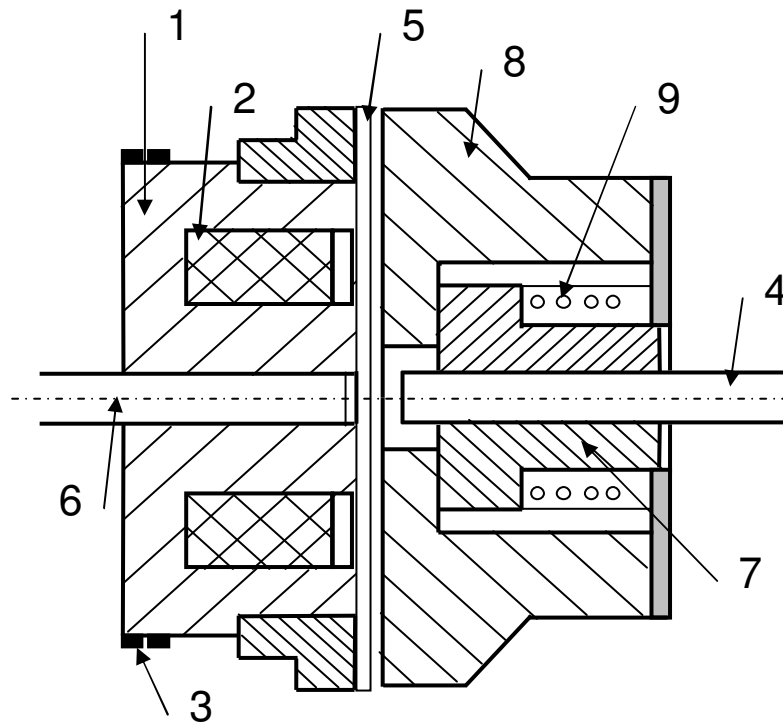


Mecanism bielă-manivelă – rigid, cu modificarea tipului miscarii



CUPLAJE ELECTROMAGNETICE - permit modelarea fluxului de energie mecanica de la motorul electric spre masina de lucru prin semnale electrice de comanda de putere redusa

Cuplaje electromagnetice cu frictiune



- 1 – corp de forma inelara
- 2 – bobina de excitatie
- 3 – inele de alimentare a bobinei
- 4 – arborele condus
- 5 – suprafata de frezare (forma de disc)
- 6 – arborele conductor
- 7 – buca dintata
- 8 – armatura
- 9 – resort

SOLUTII CONSTRUCTIVE pentru partea de cuplare mecanica:

- prin forta de frezare intre doua sau mai multe suprafete, supuse la o forta axiala;
- prin forte tangential, rezultate din descompunerea unei forte pe planuri inclinate (cuplaje cu dinti).

AVANTAJE :

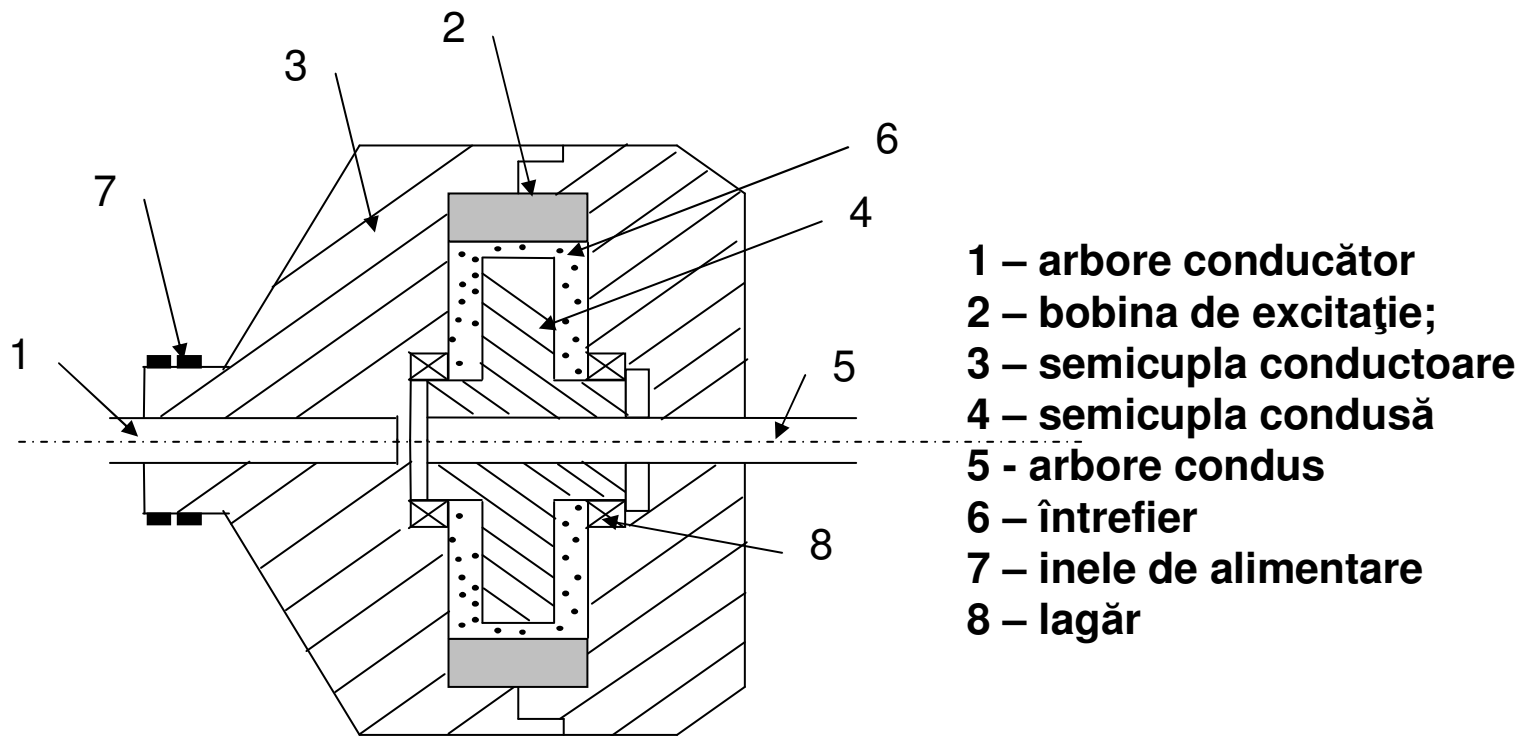
- asigura protectia motorului electric la cupluri de sarcina periculos de mari, prin alunecarea partii conduse fata de cea conductoare ;
- permite realizarea unor acceleratii mari de pornire ;
- permite comanda de la distanta si automatizarea.

DEZAVANTAJE :

- suprafetele de frecare trebuie curatate, pentru a impiedica scaderea coeficientului de frecare ;
- datorita uzurii discurilor este necesara reglarea periodica a distantei dintre cele doua semicuple si dupa un timp inlocuirea discurilor de frecare ;
- reglarea vitezei arborelui condus se poate realiza numai prin impulsuri, ceea ce implica uzura suplimentara a discurilor de frecare.

Cuplaje electromagnetice cu pulbere - realizeaza legatura dintre arborele conducator si condus prin intermediul unei suspensii de material feromagnetic in ulei

- fier carbonil sau fier pulverizat
- aliaj pulverizat de otel cu nichel sau crom amestecat cu oxid de magneziu, sticla fin dispersata, etc.



AVANTAJE :

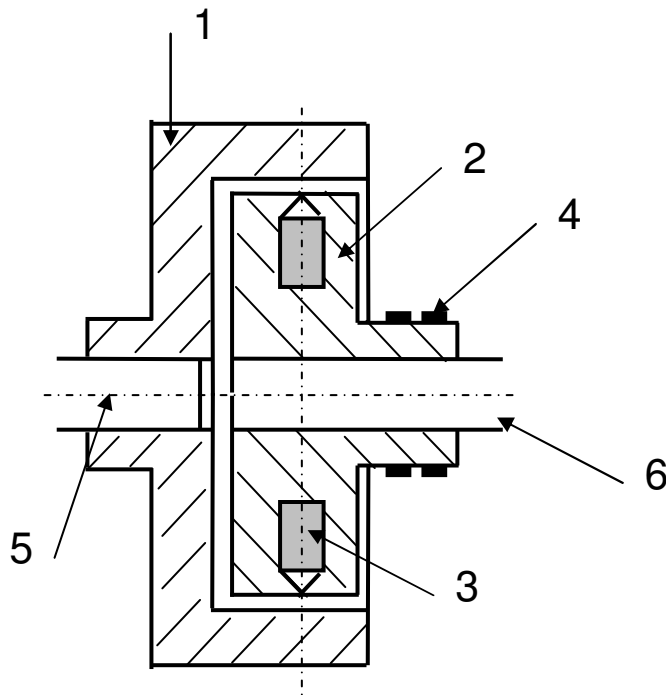
- timp de actionare mai mic si datorita inertiei mai scazute a semicuplei conduse ;
- uzura mai mica, in regim de alunecare ;
- randament mai ridicat.

DEZAVANTAJE :

- constructie relativ complicata, datorita etanseitatii superioare ;
- la viteze mari, sub actiunea fortei centrifuge, apare o functionare nestabila sau griparea ;
- - caracteristicile mecanice sunt determinate de imbatranirea amestecului, fenomen care impune si reimprospatarea amestecului la fiecare 1500 ore de functionare

Cuplaje electromagnetice cu alunecare de tip:

- asincron, dacă există o înfășurare în colivie pe semicupla conductoare ;
- sincron, dacă pe suprafața dinspre întrefier semicupla conductoare este prevăzută cu dinți ;
- cu curenți turbionari, dacă semicupla conductoare se execută din oțel masiv .



- 1 – semicupla conducătoare
- 2 – semicupla condusă
- 3 – înfășurarea de excitație alimentată în c.c.
- 4 - inele de contact
- 5 - arbore conducător
- 6 – arbore condus

AVANTAJE :

- **nu au piese supuse uzurii ;**
- **nu necesita intretinere ;**
- **permit modificarea turatiei ;**
- **protejeaza mult mai bine motorul electric.**

DEZAVANTAJE :

- **dimensiuni de gabarit si greutate mai mari ;**
- **inertie mai mare ;**
- **caracteristicile sunt influentate de incalzire.**