

LUCRAREA NR.24
CARACTERISTICI FUNCTIONALE ALE
TRANSMISIILOR MECANICE

LUCRAREA NR. 24

CARACTERISTICI FUNCTIONALE ALE TRANSMISIILOR MECANICE

24.1. Considerații teoretice

Două sau mai multe roți dințate aflate în angrenare, configurează o transmisie mecanică prin roți dințate (prin angrenare/ formă), sau, pe scurt, un "angrenaj". Funcția de bază a angrenajelor este asigurarea transferului puterii mecanice (mișcării și momentului de torsiune) între doi sau mai mulți arbori consecutivi ai unui sistem mecanic (lanț cinematic). Avându-se în vedere criteriile de bază ale clasificării angrenajelor (forma dinților și poziția relativă a axelor) se pot distinge o serie de configurații tipice prezentate mai jos (Fig. 1)

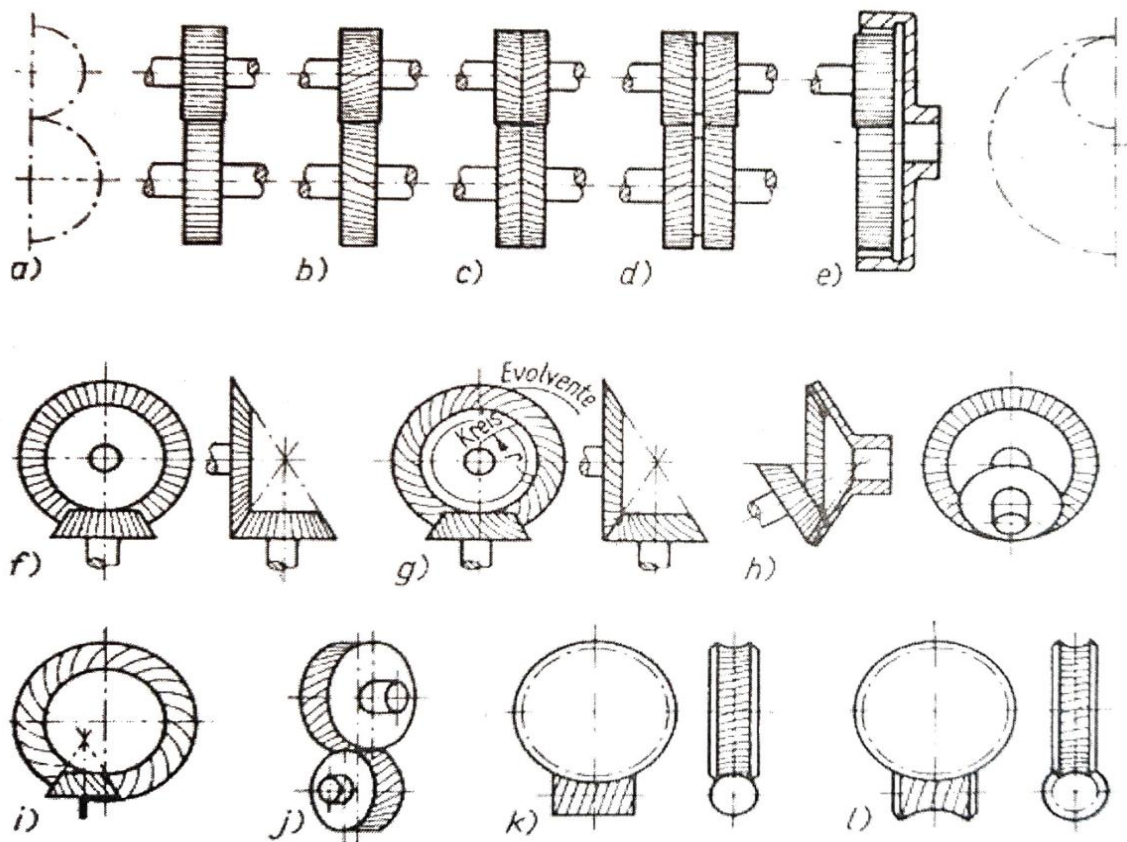


Fig.1

Angrenaje (Fig. 1) :

- a) cilindrice / (axe paralele) cu dinți drepiți; b) cilindrice cu dinți înclinați; c) și d) cilindrice cu dantura în V; e) cilindrice interioare cu d.d. sau d.i.; f) conice/axe concurente cu d.d. sau d.î.; g) conice cu dinți curbi; h) conice interioare; i) pseudo-conice (axe încrucișate); j) elicoidale; k) melcate/melc cilindric; l) melcate/melc globoidal

Printre avantajele remarcabile ale angrenajelor melcate în raport cu cele cilindrice și conice, se pot menționa:

- Capacitate de încărcare (portanță) sporită față de cele cilindrice, datorită contactului majorat între dinți (de "suprafață", față de cel "liniar");
- Funcționare silențioasă și vibrații amortizate;
- Randament energetic bun, la rapoarte de transmitere ridicate și angrenaje de calitate, la angrenaje lente și unghiuri scăzute ale elicei, acesta se poate diminua cu până la 50%;
- Ireversibilitatea mișcării datorită proprietății de autofrânare (autoblocare)
- Gabarite și greutate mai reduse, comparativ cu cele ale angrenajele cilindrice/conice la aceleași rapoarte de transmitere (mai ales ptr. valori mari).

Pornindu-se de la relațiile consacrate pentru definirea randamentului energetic " η " în cazul unei transmisii mecanice.

$$\eta = \frac{L_{util}}{L_{cons}} = \frac{P_{util}}{P_{cons}} = \frac{P_{iesire}}{P_{intrare}} = \frac{P_2}{P_1} \quad [-] \quad (1)$$

respectiv

$$P_{1,2} = M_{t1,2} \omega_{1,2} = M_{t1,2} \frac{2\pi}{60} n_{1,2} \quad [W] \quad (2)$$

se ajunge, prin înlocuire, la ecuația generală a transferului energetic în cazul unei transmisii mecanice oarecare (TM), sub forma:

$$M_{t2} = \eta i M_{t1}$$

Notatii: $M_{t1,2}$ --- momentele de torsiune la "intrare" (de antrenare, '1') respectiv la "ieșire" (antrenate sau rezistente, "2") exprimate în [Nm], η – randamentul energetic [-] i- raportul de transmitere [-], definit astfel:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad [-] \quad (4)$$

Așadar, randamentul energetic poate fi evaluat în două moduri, teoretic echivalente. În primul caz, se poate folosi relația fundamentală (1) determinându-se prin calcule, pe baze experimentale, valorile $P_{1,2}$ [W] ,admițând ca și parametri: tipul transmisiei (angrenajelor), sarcina de lucru (încărcarea/momentul de frânare) și, eventual, turația de antrenare a motorului electric respectiv a frânei, în ipoteza unei transmisii oarecare. In cazul al doilea, cel al unei transmisii cunoscute (cu "i" dat) se poate extrage direct randamentul din relatia (3) :

$$\eta = \frac{M_{t2}}{i M_{t1}} \quad [-] \quad (5)$$

unde

$$M_{t1,2} = F_{1,2} I_{1,2} [Nm] \quad (6)$$

$F_{1,2}$ [N] și $I_{1,2}$ [mm] fiind parametri experimentali, direct masurabili sau anteprecizati.

24.2 Scopul lucrării

Lucrarea de laborator își propune studiul experimental al eficienței transferului energetic în cazul unor angrenaje de diferite tipuri puse să funcționeze în condiții ergo-cinematice variabile.

24.3 Instalația experimentală

Compunerea instalației experimentale poate fi urmarită în figura următoare (Fig.2) cu semnificatia poziționărilor numerice cuprinsă în legenda explicativă atașată.

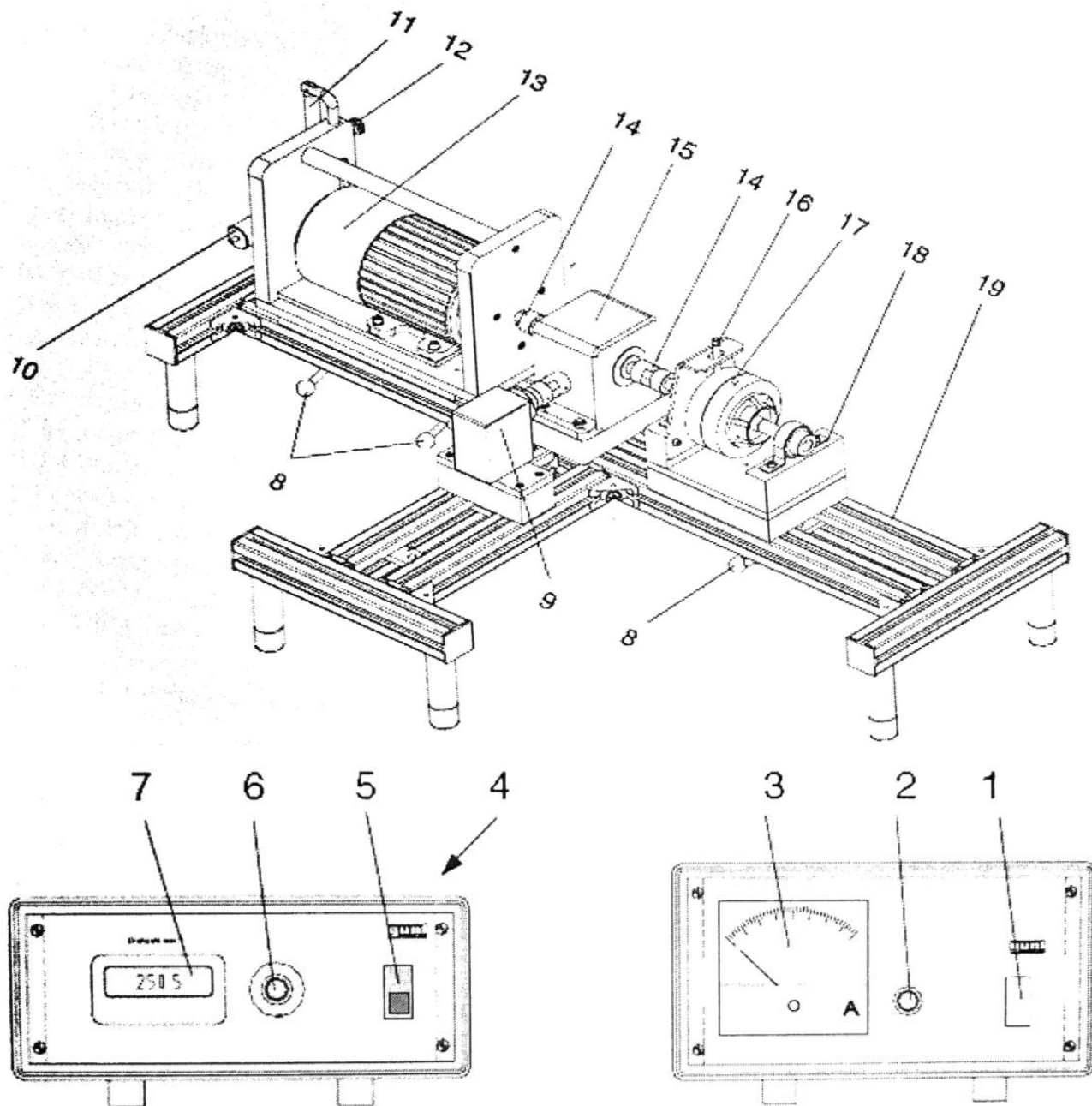


Fig. 2

1. Întrerupător 1110dul (panou) de comandă frânare
2. Potențiomtru reglaj curent de excitație frână cu inducție
3. Aparat pentru măsuraea curentului de excitație al frânei (miliampermetru)
4. Comutator sens de rotație motor (în spate)
5. Întrerupător modul (panou) de comandă antrenare motor
6. Potențiomtru reglaj turație motor electric
7. Aparat indicator digital al turației motorului electric (turomtru)
8. Manete de blocare
9. Reductor melcat
10. Contragreutate pentru echilibrare
11. Dinamometru
12. Șurub fixare dinamometru

13. Motor electric de c.c. ptr. antrenare
14. Cuplaj mecanic
15. Reductor cilindric
16. Pârghie basculare frână
17. Frână cu inducție
18. Suport lagăr modul de frânare
19. Șasiu (suport) general

Determinările experimentale, vizează antrenarea unui consumator virtual, materializat prin frâna cu inducție **(17)**, de către un motor electric **(13)**, prin intermediul unor transmisii cu roți dințate tip reductor cilindric **(15)** sau reductor melcat **(9)**. Interconexiunile dintre module se fac cu ajutorul unor cuplaje mecanice **(14)**. Atât motorul electric cât și frâna cu inducție sunt montate în varianta cu "stator basculant/oscilant", situație care va permite evaluarea momentelor $M_{t1,2}$ indirect, prin momentele antagoniste acestora. Descărcarea la șasiu (la elementul fix) a acestora, se face experimental, prin intermediul a două dinamometre cu arc, etalonate, ce permit măsurarea directă a forțelor tangențiale $F_{1,2}$ [N], în timp ce "brațele" $I_{1,2}$ [mm] sunt niste mărimi constante cunoscute, fixe, ale instalației. Prin acționarea celor două potențiometre de reglaj **(6)**, respectiv **(2)**, se pot regla continuu, pe cale electrică, turația motorului respectiv momentul de frânare (acesta, indirect, prin reglarea intensității curentului de excitație al frânei cu inducție).

24.4 Mersul lucrării. Prelucrarea datelor experimentale

a) Date inițiale

În referatul lucrării sunt prezentate informațiile cu privire la parametrii energo-funcționali pentru următoarele module ale instalației experimentale:

- motorul electric de antrenare (tip, putere nominală, turație nom., cuplul nom. etc.)
- cutia de comandă/reglare a motorului (tensiune, frecvență, domeniul termic etc.)
- reductoare experimentale cilindric și melcat (putere, raport de transmitere, cuplu nominal de ieșire, mod ungere al angrenajelor)
- frâna cu inducție (cuplul nominal, turația maximă, cuplul maxim admisibil, tensiune bobinaj, puterea disipată).

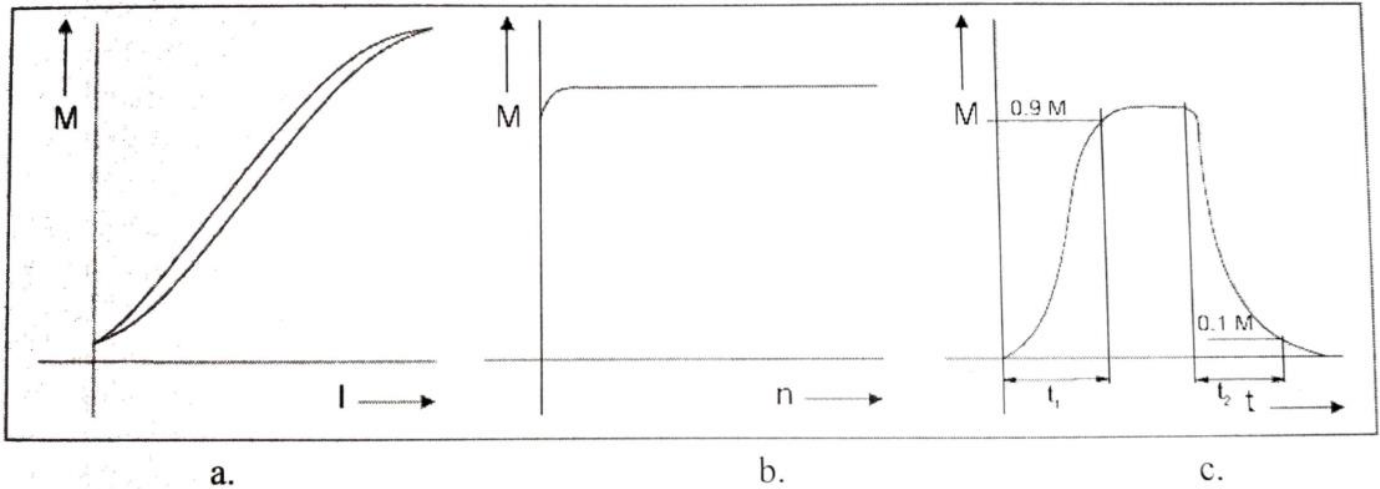
b) Pregătirea instalației

În vederea amorsării experimentelor se fac următoarele operații de principiu:

- Se verifică conexiunile electrice la rețeaua de alimentare;
- Se verifică deconectarea întrerupătoarelor de panou **(1)** și **(5)**, punerea la "zero" a celor două potențiometre de reglaj **(2)** și **(6)** respectiv, bascularea liberă a motorului și a frânei cu inducție;
- Se conectează cele două panouri și se reglează la o turație joasă **(10-20%)** n_{max} motorul, lăsându-l să funcționeze în gol, cca. **(3-5)** min., pentru încălzirea lubrefiantului din angrenaj. Uleiul rece, mai vâscos, poate diminua randamentul.

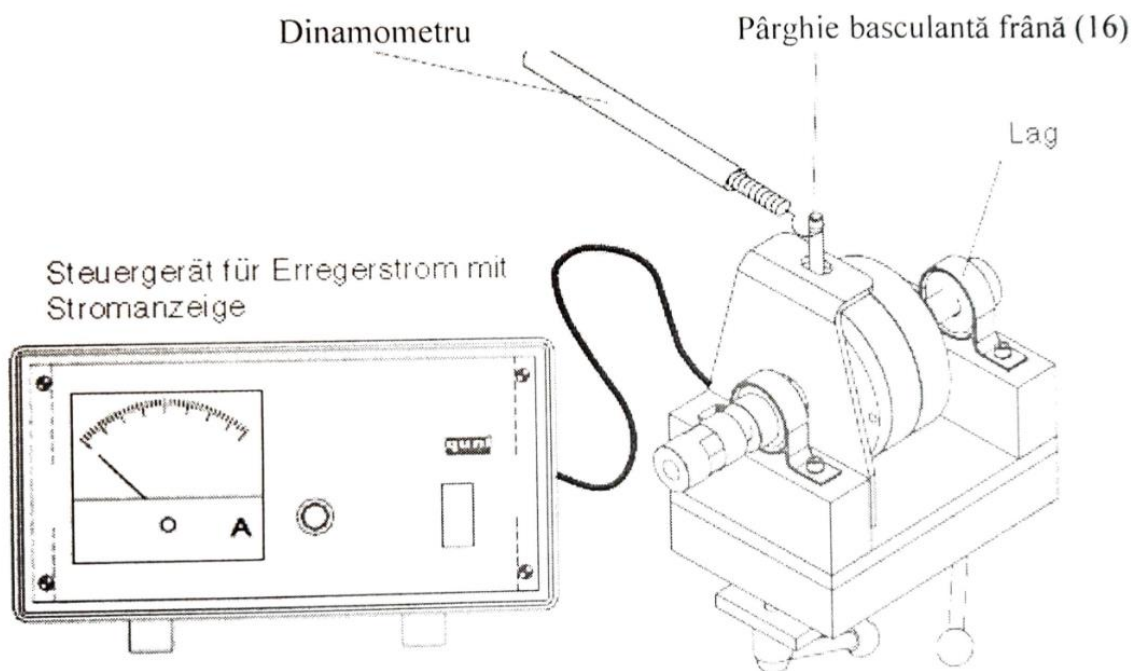
c) Tehnica experimentală

În cadrul lucrării de laborator pot fi derulate două etape experimentale: ridicarea curbelor caracteristice ale frânei cu inducție (Fig. 3 - a,b,c) și studiul experimental al randamentului energetic pentru un angrenaj instalat (cilindric sau melcat, în funcție de echiparea standului).



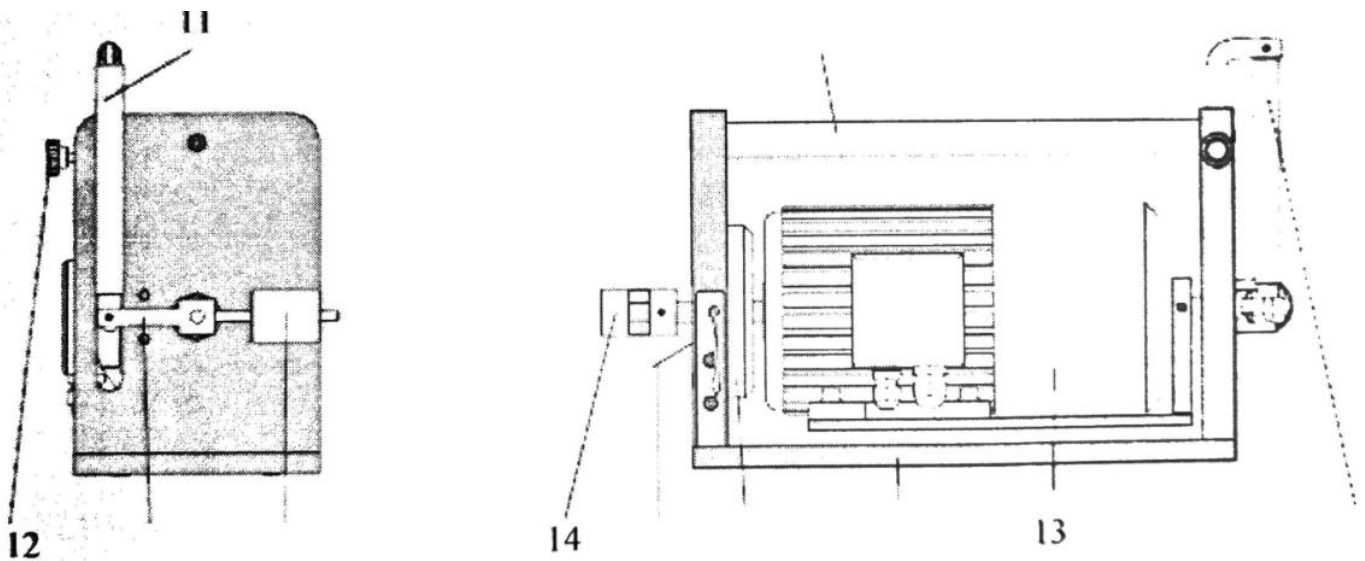
Pentru ridicarea **curbei caracteristice (de etalonare)** a frânei $M = f(I)$ conform (Fig.3a) se vor parcurge următoarele etape:

- conectarea standului de la cele două panouri de comandă, prin butoanele (1) și (5);
- inițializarea sistemului (turație motor, zero și curent frână, zero);
- selectarea unei turații dorite (evtl. o valoare medie, cca 1500 min^{-1}) pentru motor, ținându-se seama de modificarea acesteia la ieșirea din angrenaj/antrenarea frânei;
- creșterea continuă a curentului de excitație $I_j [\text{mA}]$, în $j=5-6$ trepte egale (evtl. 50mA), urmată, apoi, de descreșterea continuă, trecându-se **prin aceleași valori**;
- măsurarea prin intermediul pârghiei basculante (16) și a unui dinamometru cu arc etalonat (Fig.4), a forței tangențiale reactive $F_{j,a,b} [\text{N}]$ dezvoltate de frână. pentru fiecare treaptă de lucru, în ambele sensuri ale unui ciclu (încărcare descărcare), de două ori, consecutiv (ciclul a și b);
- consemnarea datelor într-un tabel centralizator (Tab. I) care va servi pentru ridicarea caracteristicii de etalonare cercetate $M_{jm} = M_{jm}(I_j)$ pe caroiaj milimetric, evtl. Excell (model calitativ, Fig.3a, curbă neliniară cu buclă de histerază).



Pentru cercetarea **randamentului unui angrenaj** instalat (cilindric sau melcat) se vor derula următoarele două etape:

- inițializarea sistemului, prin cele două panouri de reglaj (motor, respectiv frână);
- stabilirea unei trepte de încărcare $k = 1$, având curentul I_1 respectiv momentul M_{21} și trecerea motorului prin $j = 6$ trepte succesive ale turației n_j cu ajutorul tuometrului digital, putându-se folosi, la nevoie și curba de etalonare a frânei, anterior determinată;
- măsurarea și înregistrarea forței reactive a motorului F_{1j} [N] cu dinamometrul etalonat
- (11) instalat pe motorul electric (13);
- reinitializarea sistemului;
- stabilirea unei alte trepte de încărcare $k = 2$ (I_2 și M_{22}) urmată de trecerea progresivă a sistemului prin **aceleași "j" trepte de turație** succesive n_j [min^{-1}];
- măsurarea și înregistrarea, pentru fiecare treaptă de turație n_j , a valorilor F_{2j} [N];
- consemnarea datelor în Tab.2 al referatului;



d) Prelucrarea datelor experimentale

- Se completează ultima coloană (M_{jm}) din Tabelul 1, luându-se în considerație relația $M_{jm} = F_{jm} I_2$ unde $I_2 = 0.1\text{m}$, asadar M_{jm} va rezulta în [Nm];
- Se calculează valorile momentelor pentru motor respectiv frână cu relația (6) $M_{1,2} = F_{1,2} I_{1,2}$ unde $I_1 = 0.05\text{m}$ iar $I_2 = 0.1\text{m}$ și se completează tabelul 2;
- Se calculează apoi randamentul energetic " η " pe baza relației (5) și se completează ultima coloană " η_{kj} " a tabelului 2;
- după prelucrarea datelor se vor reprezenta grafic: curba caracteristică (de etalonare) a frânei $M_j = M_j(I)$, respectiv **curbele randamentelor** $\eta_{kj} = \eta_{kj}(n_j)$ (suprapuse, pe același caroiaj), pentru tipul de angrenaj instalat pe stand pus să funcționeze în cele două regimuri de încărcare $k_{1,2}$ respectiv $M_{2,1,2}$

LUCRAREA NR.24

CARACTERISTICI FUNCȚIONALE ALE TRANSMISIILOR MECANICE

(întrebări recapitulative)

1. Ce se înțelege printr-un angrenaj?
2. Care este funcția de bază a unui angrenaj/
3. Care este expresia (relația de definire) a randamentului mecanic?
4. Care este forma ecuației transferului energetic pentru o transmisie mecanică?
5. În ce u.m. se exprimă momentul de torsiune la "ieșire" sau "rezistent"?
6. Cum poate fi evaluat randamentul în cadrul lucrării de laborator?
7. Care este scopul lucrării de laborator?
8. Câte panouri de comandă/reglare conține instalația experimentală?
9. Care este varianta de montaj a motorului electric?
10. Care este varianta de montaj a frânei cu inducție? I I. Ce tip de motor electric se utilizează în cadrul lucrării?
11. Ce tip de frâna se folosește în lucrare?
12. Cum se măsoară momentul motor?
13. Cum se măsoară momentul rezistent?
14. Cum se face reglarea turației motorului electric?
15. Cum se face reglarea momentului rezistent al frânei?
16. Ce etape pot fi derulate în cadrul lucrării de laborator?
17. Ce alură are curba caracteristică $M = M(I)$ a frânei cu inducție?
18. Ce fel de dinamometre se utilizează în cadrul lucrării?
19. De ce se limitează la maximum timpii de frânare?
20. De ce se limitează superior turațiile de lucru în cadrul lucrării?
21. Câte cicluri de încărcare-descărcare se aplică la etalonarea frânei cu inducție?
22. Câte trepte de încărcare se aplică la studiul randamentului energetic?
23. Cum ar putea influența temperatura uleiului din angrenaj, randamentul acestuia?
24. Cum sunt randamentele angrenajelor melcate față de cele ale angrenajelor cilindrice?

LUCRAREA NR.24

CARACTERISTICI FUNCȚIONALE ALE TRANSMISIILOR MECANICE

24.1 Date initiale.Parametrii experimentului

Caracteristici tehnice:

-Motor electric de c.c. cu stator oscilant(basculant)

-puterea nominala	200w
-turatia nominala	3020 min ⁻¹
-moment(cuplu) nominal	0,58 Nm
-bratul dinamometrului "I ₁ "	0,05m

-Reductor cilindric in doua trepte

-puterea nominala de iesire	0,2 KW
-raport de transmitere	13,5 [-]
-moment la iesire	23,4 Nm

-Raport melcat

-raport de transmitere	14 [-]
-numar trepte	1
-moment max. la iesire	10 Nm
-ungere angrenaj	ulei sintetic special

-Frana cu inductie si carcasa oscilanta

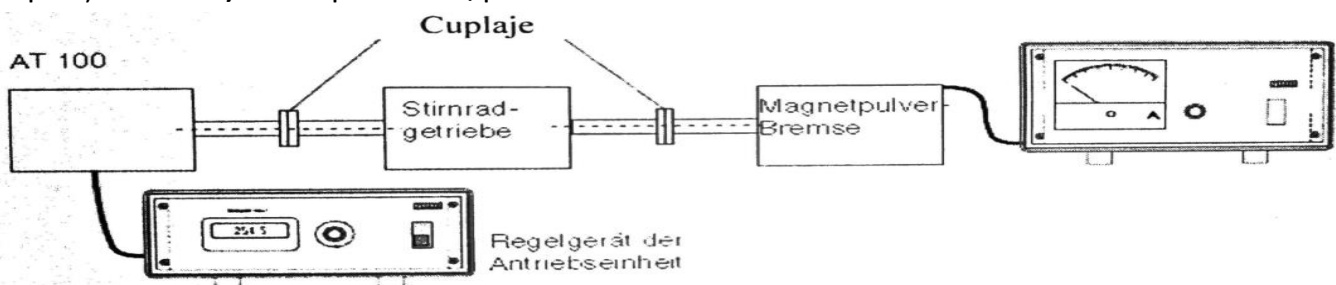
-tensiune	24 V
-curent nominal	0,37 A
-putere disipata	20-200 W
-moment nominal	10 Nm
-moment rezidual	0,6 Nm
-turatia maxima	3000 min ⁻¹
-bratul dinamometrului "I ₂ "	0,1 m

-Parametrii experimentali

--curentul de excitație al frânei cu inducție, poate fi reglat continuu în intervalul 0-0,5A, printr-un potențiomtru cu miliampermetru, conform fig. 1 , de mai jos.

Se va lucra în 5-6 trepte succesive de max **0,05A**.**Se pornește de la ideea reducerii, la minimul necesar, a timpilor de frânare, pentru a se evita supraîncălzirea frânei și arderea bobinajului statoric al acesteia!**

-turația motorului electric de antrenare, se reglează electronic, continuu, de la un alt panou de comandă, în intervalul 0-3000 min⁻¹.Citirea se face digital, deci se poate lucra în trepte de 300-500 min⁻¹. **Nu se recomandă** utilizarea unor turații mai mari de 1800-2000 min⁻¹, datorită **pericolului** de apariție a **vibrațiilor** supărătoare/periculoase



24.2 Valori măsurate și prelucrate

Valorile măsurate, sunt, în toate cazurile, forțele tangențiale reactive măsurabile la capetele unor pârghii. Dimensiunile pârghiilor ("bratelor") mai sus menționate, sunt constante ex'perimentale și permit determinarea facilă a momentelor aferente. Toate rezultatele se consemnează în cele două tabele centralizatoare de mai jos.

Tab 1.

Ciclu	Nr	I_j [A]	F_{ja} [N]	F_{jb} [N]	F_{jm} [N]	M_{jm} [Nm]
I N C A R C	1	0				
	2	0,05				
	3	0,1				
	4	0,15				
	5	0,2				
	6	0,25				
	7	0,3				
D E S C A R C	8	0,25				
	9	0,2				
	10	0,15				
	11	0,10				
	12	0,5				
	13	0				

"a"

"b"

$$F_{jm} = 0,5(F_{ja} + F_{jb}) \text{ [N]}$$

$$M_{jm} = 0.1 F_{jm} \text{ [Nm]}$$

Nr k	Nr j	Motor de antrenare			Frana cu inducție		Randam . η_{kj} [-]
		n_j [r/min]	$F1_{kj}$ [N]	$M1_{kj}$ [Nm]	I_k [A]	$M2_k$ [Nm]	
E T A P A K=1	1				$I_1 = \dots\dots\dots$	$M2_1 = \dots\dots\dots$	
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
E T A P A k=2	1				$I_2 = \dots\dots\dots$	$M2_2 = \dots\dots\dots$	
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						

j – nr trepte de turatie= 1...6

k – nr. Trepte de incarcare = 1 si 2

24.3 Grafice

Se vor reprezenta grafic: curba de etalonare a frânei cu inducție $M_{jm} = M_{jm}(I_j)$, respectiv curbele de variație ale randamentului energetic $\eta_{kj} = \eta_{kj}(\eta_j)$, pentru un angrenaj cilindric sau melcat, aflat în două ipoteze de încărcare (medie $M2_1$, și înaltă $M2_2$)

Concluzii
