

Laboratorul numărul 3

Motorul asincron trifazat

La funcționarea în regim de motor, mașina asincronă absoarbe putere electrică pe la borne și cedează putere mecanică la arbore, disponibilă sub forma unui cuplu mecanic. Transferul de energie, de la circuitul primar (receptor) către circuitul secundar se realizează prin intermediul câmpului magnetic din întrefierul motorului asincron trifazat, câmpul magnetic învârtitor.

Marea majoritate a mașinilor asincrone, utilizate ca motoare sunt în construcție directă (stator-primar, rotor-secundar), în cazul mașinilor asincrone cu rotor bobinat este însă posibilă și funcționarea în construcție inversată.

Regimul de motor al mașinii asincrone este alunecare pozitivă:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} > 0$$

Expresia turației câmpului magnetic învârtitor (turația de sincronism) este:

$$n_1 = \frac{60 \cdot f_1}{p} \quad [\text{rot/min}]$$

unde:

f_1 - frecvența tensiunii de alimentare;

p - numărul de perechi de poli: $p = 1$; $p = 2$; $p = 3$; $p = 4$; $p = 5$, etc

Deoarece $f_1 = 50$ Hz, pot exista următoarele turații de sincronism: $n_1 = 3000$ rot/min; $n_1 = 1500$ rot/min; $n_1 = 1000$ rot/min; $n_1 = 750$ rot/min; $n_1 = 600$ rot/min; $n_1 = 500$ rot/min;

Uzual, nu se construiesc mașini asincrone care să lucreze cu turații nominale mai mici de 500 rot/min.

***La pornire** motorul asincron absoarbe de la rețeaua alimentare un curent de valoare mărită care deși se menține un scurt timp, poate duce fie la distrugerea imediată a mașinii prin îmbătrânire prematură fie la perturbarea funcționării consumatorilor cuplați în paralel. De aceea este necesară limitarea valorii acestui curent prin diferite mijloace.*

În funcție de tipul constructiv al motorului: cu rotor bobinat sau rotor în scurtcircuit, metodele de pornire intervin asupra circuitului statoric sau rotoric.

Se folosesc următoarele metode:

A. în cazul motoarelor cu rotor în scurtcircuit

- alimentarea înfășurării statorice cu tensiune redusă, variabil crescătoare, obținută de la un autotransformator sau regulator de inducție sau de la variatoare de tensiune alternativă ori convertoare de frecvență realizate cu elemente statice;

- alimentarea stea-triunghi. Consta în alimentarea înfășurării statorului conectată inițial în conexiunea stea și apoi, după scăderea valorii curentului de pornire, trecerea în conexiunea triunghi. Practic, este de asemenea o alimentare cu tensiune redusă, corespunzătoare conexiunii stea, urmată de trecerea prin salt la tensiunea corespunzătoare conexiunii triunghi. Această metodă poate fi folosită numai la mașinile la care toate cele șase capete ale înfășurării statorului sunt scoase la placa de borne și pentru care tensiunea de linie a conexiunii triunghi coincide cu tensiunea rețelei de alimentare;

- în cazul mașinilor de putere mică (sub 5,5 KW) este admisă punerea prin conectare directă la rețea în special dacă pornirea se realizează în gol.

B. în cazul motoarelor cu rotor bobinat:

- alimentarea cu tensiune redusă ca la mașina cu rotor scurtcircuit.

- Introducerea în circuitul rotorului a unui reostat de pornire. În momentul cuplării motorului la rețeaua de alimentare acesta se pune pe poziție de valoare maximă iar pe măsură ce rotorul accelerează, valoarea reostatului se reduce treptat, până la scurtcircuitare.

Atenție: Reostatul de pornire nu poate rămâne conectat permanent în circuitul secundar, sau folosit pentru reglarea turației, deoarece este dimensionat pentru funcționarea de scurtă durată.

Inversarea sensului de rotație

Sensul de rotație a rotorului este determinat de sensul de rotație a câmpului magnetic învârtitor, deci de succesiunea fazelor. Prin urmare, inversarea sensului de rotație se obține schimbând două faze între ele la bornele rețelei de alimentare.

Funcționarea în sarcină a motorului asincron

Funcționarea în sarcină poate fi studiată prin intermediul caracteristicilor mașinii asincrone. Acestea reprezintă dependențe între următorii parametri: turația rotorului n ; cuplul mecanic util dezvoltat M_2 ; alunecarea s ; randamentul η ; factorul de putere $\cos \varphi$; curentul absorbit I_1 ; puterea absorbită P_1 și puterea mecanică P_2 .

În Fig. 1 este prezentată schema de încercare pentru un motor asincron trifazat pe standul experimental din Laboratorul de Mașini Electrice.

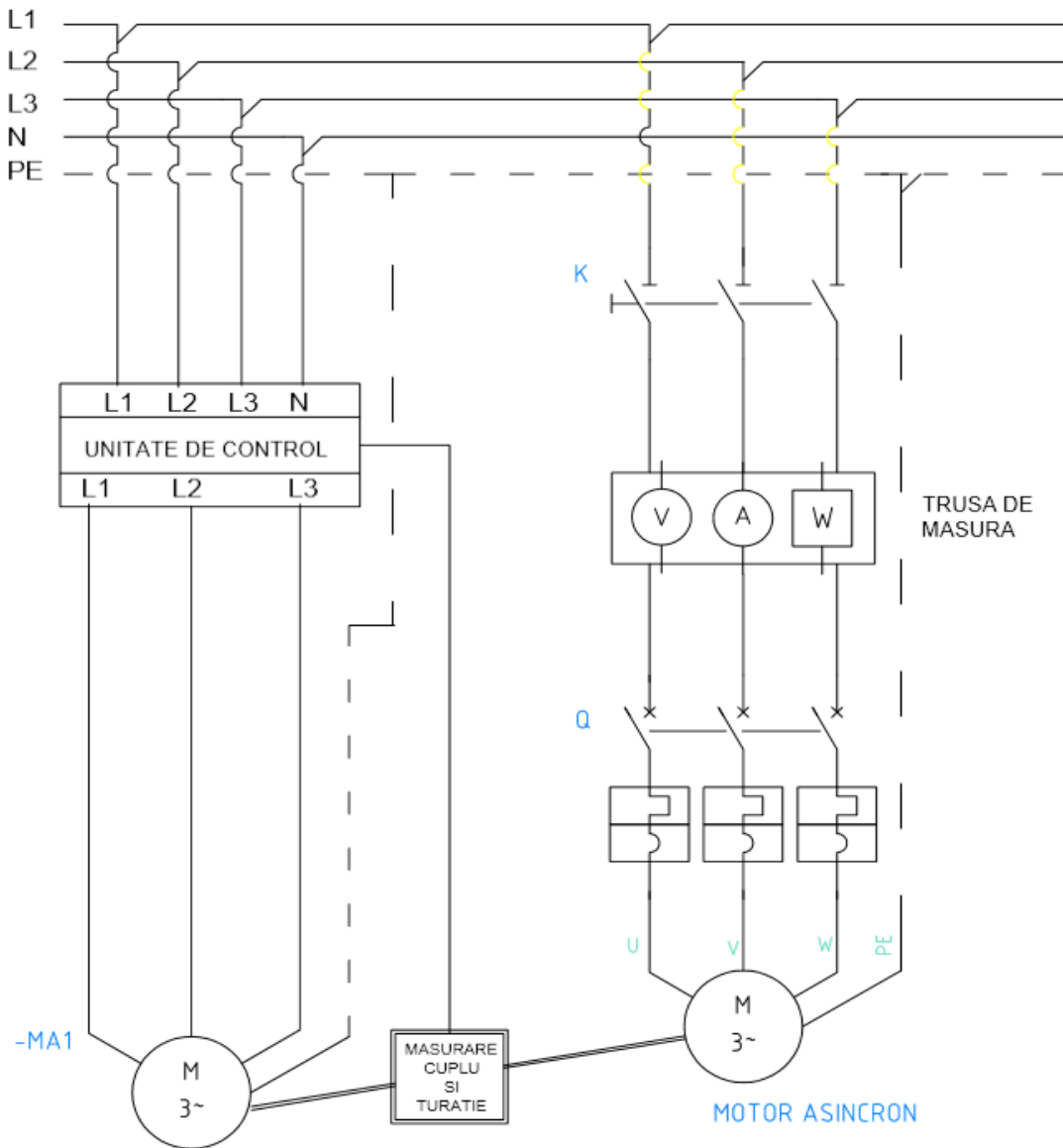


Fig.1 – Schema de încercări a motorului asincron

Descriere standuri experimentale:

	Standul numărul 1. –Lucas-Nulle	Standul numărul 2.- Wuekro
	Unitate de control - $n= 3000$ rot/min; - $M=10$ Nm	Unitate de control - $n= 1500$ rot/min - $M=10$ Nm
MA	Motor de antrenare – Motor asincron alimentat de unitatea de control	Motor de antrenare – Motor de curent continuu alimentat de unitatea de control
MA2	Motor asincron - $U=400$ VAC; - $P=1,5$ kW; - $n_1= 1500$ rot/min; - $I_1=1,25$ A	Motor asincron - $U=400$ VAC; - $P=1,5$ kW; - $n_1= 1500$ rot/min; - $I_1=1,25$ A
K	Întreprător de sarcină	Întreprător de sarcină
Q	Întreprător magneto-termic	Întreprător magneto-termic
	Trusă de măsură trifazată (V, A și W)	Trusă de măsură trifazată (V, A și W)

Caracteristica randamentului $\eta=f(P_2)$ reprezintă variația randamentului cu puterea mecanică utilă la ax. Aceasta pune în evidență eficiența funcționării mașinii la diverse sarcini. Randamentul maxim al motorului asincron se obține la o încărcare de $0,6\div 0,8$ din puterea nominală P_2 .

Caracteristica factorului de putere $\cos\varphi = f(P_2)$ reprezintă variația factorului de putere impus rețelei de alimentare cu puterea mecanică utilă. Această caracteristică indică măsura în care funcționarea la o anumită sarcină, a motorului asincron, încarcă rețeaua de alimentare cu putere reactivă. Această caracteristică este deosebit de importantă în realizarea bilanșurilor energetice.

Caracteristica alunecării $s = f(P_2)$ reprezintă variația alunecării odată cu sarcina utilă la ax. Cu cât alunecarea este mai mare, deci turația rotorului mai mică, cu atât cresc pierderile Joule în înfășurarea rotorului.

Caracteristicile $I_1=f(P_2)$, $P_1 = f(P_2)$ pun în evidență modul de variație a mărimilor electrice curent și putere absorbite de motor odată cu variația puterii mecanice utile la arbore.

Caracteristica mecanică $n = f(M_2)$ reprezintă dependența dintre viteza n de rotație a rotorului și cuplul util M_2 la arbore. Această caracteristică pune în evidență modul de variație a turației rotorului odată cu modificarea sarcinii la arbore. Caracteristica mecanică a motorului asincron trifazat este o caracteristică rigidă. Turația rotorului scade puțin la creșterea cuplului rezistent la arbore.

Procedeu experimental

Se vor trasa caracteristicile de funcționare ale unui motor asincron trifazat, cu rotor în scurtcircuit construcție directă.

Încărcarea motorului se face cu ajutorul motorului MAI de încărcare alimentat prin unitatea de control.

Astfel:

- Se antrenează motorul în gol prin închiderea întrerupătorului K;
- Se încarcă în cuplu rezistent motorul prin intermediul potențiometrului de pe unitatea de control a motorului e acționare MAI.
- Astfel se completează tabelul de mai jos:

M_2	n	ω	P_1	I_1	U_1	P_2	η
[Nm]	[rot/min]	[rad/sec]	[W]	[A]	[V]	[W]	[%]

În tabelul de mai sus:

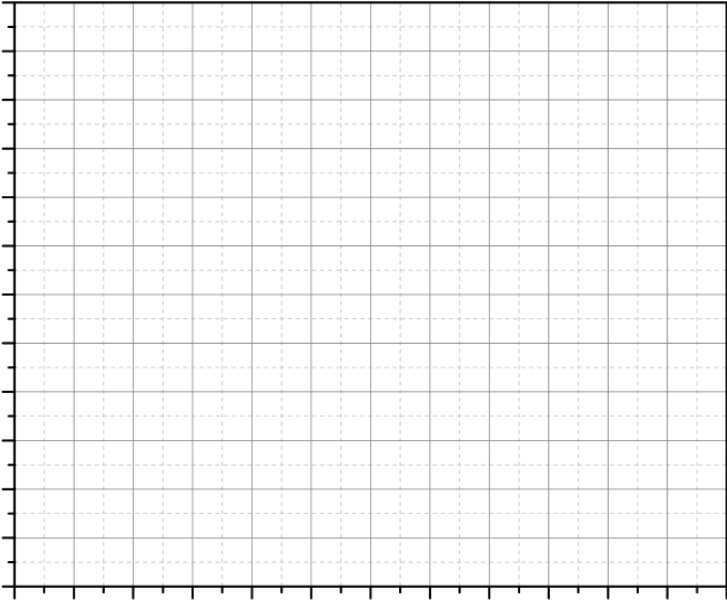
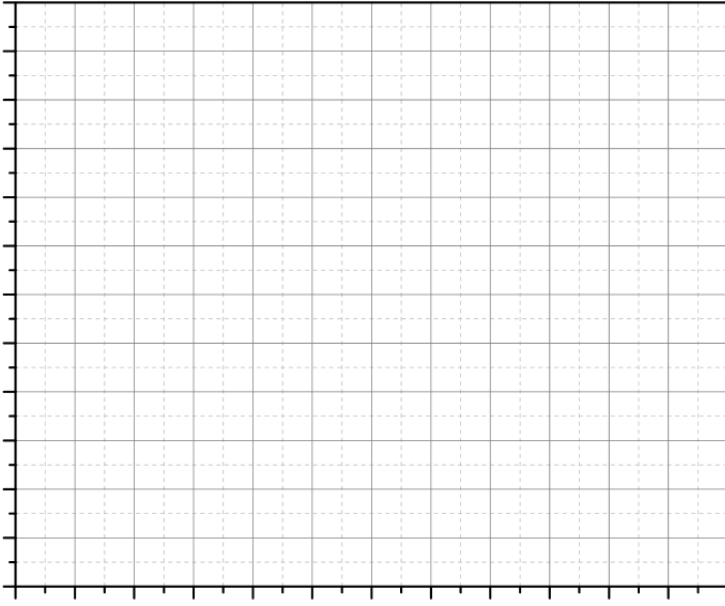
Viteza unghiulară: $\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} [\text{rad/sec}];$

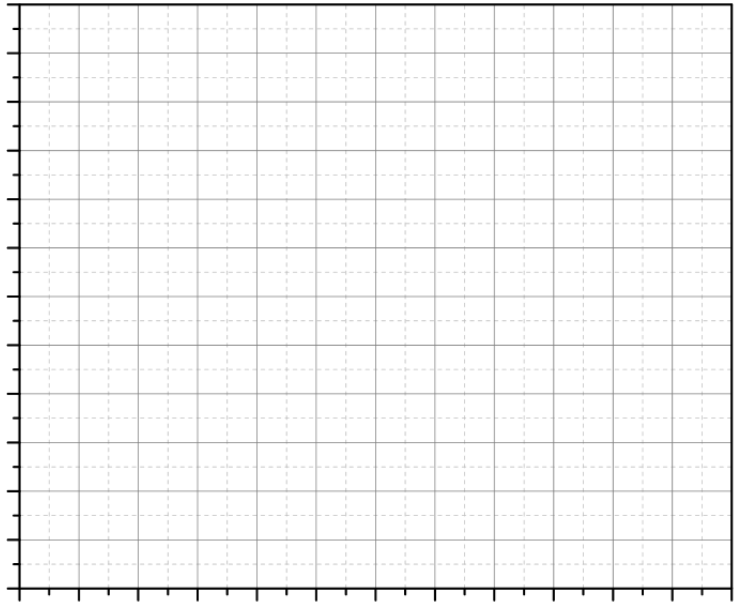
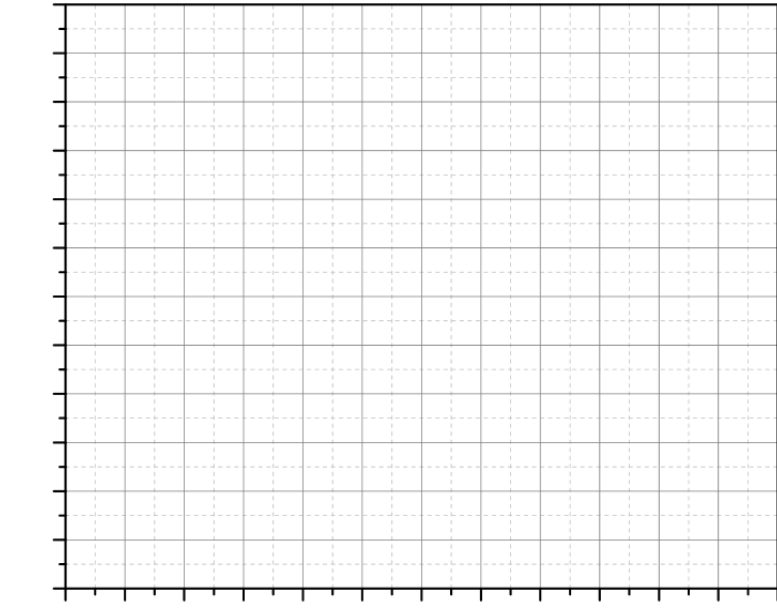
Puterea rezultată la arbore: $P_2 = M_2 \cdot \omega [\text{W}];$

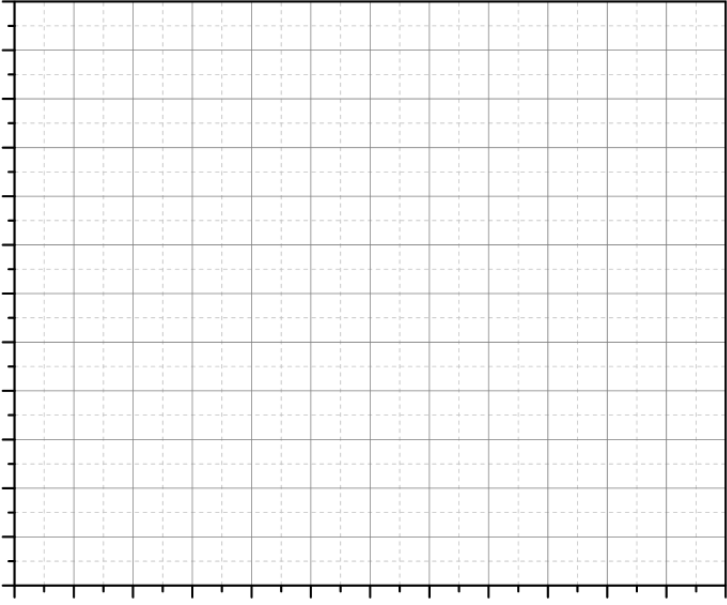
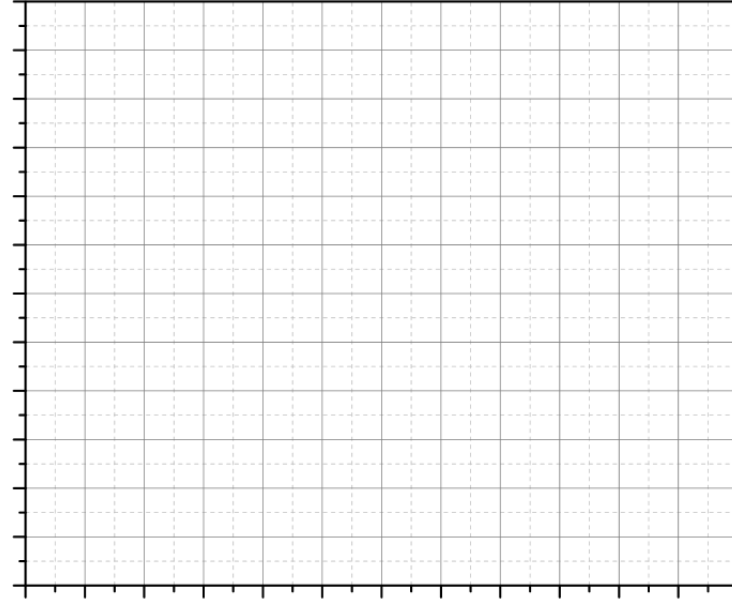
Puterea consumată: $P_1 = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi [\text{W}];$

Randamentul generatorului: $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 [\%];$

În continuare se vor trasa caracteristicile de funcționare pentru motorul asincron:

$\eta[\%]$		$\cos \varphi$	
	P_2 [W]		P_2 [W]
	<i>Fig. 2 – Caracteristica randamentului</i>		<i>Fig. 3 – Caracteristica factorului de putere</i>

s		I_1 [W]	
	P_2 [W]		P_2 [W]
	<i>Fig. 4 – Caracteristica alunecării</i>		<i>Fig. 5 – Caracteristica curentului absorbit</i>

P_1 [W]		n [rot/min]	
	P_2 [W]		M_2 [Nm]
	<i>Fig. 6– Caracteristica puterii absorbite în funcție de puterea debitată</i>		<i>Fig. 7 – Caracteristica mecanică</i>