MAŞINA ELECTRICĀ ASINCRONĀ – GENERALITĂŢI

**Definiţie**

Se numeşte maşină asincronă acea maşină de curent alternativ care, la frecvenţa dată a reţelei, funcţionează cu o turaţie variabilă cu sarcina.

Maşinile electrice asincrone sunt caracterizate prin faptul că au viteza de rotaţie puţin diferită de viteza câmpului inductor, de unde şi numele de *asincrone.*

Ele pot funcţiona în regim de motor, în regim de generator sau în regim de frână. În practică, cea mai largă utilizare o au ca motoare electrice.

După modul de realizare a înfăşurării indusului, există două tipuri principale de maşini asincrone:

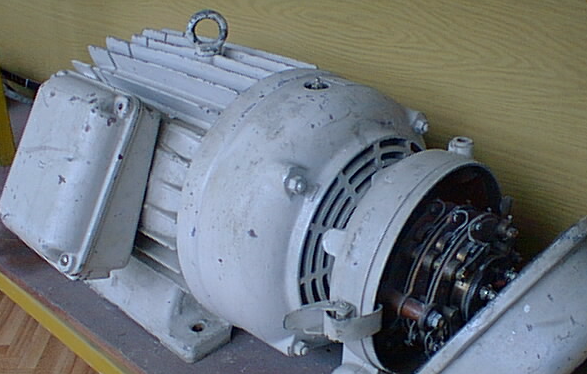


Figura 1. Motor asincron cu inele

* maşini asincrone cu **rotorul bobinat şi cu inele colectoare** (pe scurt maşini asincrone cu inele);
* maşini asincrone cu **rotorul în scurtcircuit** (sau cu rotorul în colivie).

**Semne convenţionale**

În figura 1 sunt reprezentate o parte din semnele convenţionale pentru maşinile asincrone.

***a b c d***



Figura 1 Semne convenţionale pentru maşinile asincrone:

a – motorul asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit; b – motorul cu rotorul bobinat;

c – motor asincron monofazat; d – motor asincron monofazat cu fază auxiliară.

În cazul maşinilor cu inele, capetele înfăşurării statorului sunt legate la o placă de borne (fig. 2); această înfăşurare (trifazată), poate fi legată în *stea* sau în *triunghi.*

Notarea înfăşurărilor statorice şi rotorice se face conform STAS 3530-87.



**U**

**1**

**U**

**2**

**U**

**2**

**V**

**2**

**V**

**2**

**V**

**1**

**V**

**1**

**W**

**1**

**W**

**1**

**W**

**2**

**W**

**2**

**W**

**1**

**W**

**2**

**W**

**2**

**W**

**1**

**U**

**1**

**U**

**1**

**V**

**1**

**V**

**2**

**V**

**2**

**V**

**1**

**U**

**2**

**U**

**2**

**U**

**1**

**Conexiunea stea**

**Conexiunea triunghi**

## Figura 2. Notarea şi aşezarea bornelor pe placă, la motoarele asincrone trifazate cu inele

**Domenii de utilizare**

Motoarele asincrone trifazate formează cea mai mare categorie de consumatori de energie electrică din sistemul energetic, fiind utilizate în toate domeniile de activitate: maşini-unelte (strunguri, raboteze, freze, polizoare, maşini de găurit, ferăstraie mecanice etc.), poduri rulante, macarale, pompe, ventilatoare etc.

Motoarele monofazate sunt utilizate în special în instalaţiile de uz gospodăresc: aeroterme, pompe, maşini de spălat, polizoare, ventilatoare, maşini-unelte (polizoare, ferestrău circular, şlefuitoare cu vibraţii, polizor unghiular, ferestrău circular etc.), maşini de găurit, maşini de găurit cu percuţie, râşniţe electrice etc.

Până de curând, motoarele asincrone erau utilizate ca motoare de antrenare în acţionările cu turaţie constantă; prin dezvoltarea electronicii de putere, acţionările reglabile cu motoare asincrone au căpătat o extindere remarcabilă, datorită fiabilităţii lor net superioare, în comparaţie cu motoarele de curent continuu.

# Caracteristica mecanică a motoarelor asincrone trifazate

O formă analitică simplificată a caracteristicii mecanice a unui motor asincron trifazat, utilă pentru înţelegerea modului în care se comportă maşina asincronă funcţionând în regim de motor este următoarea:



în care: ***Mm*** – valoarea maximă a cuplului electromagnetic;

***sm*** – valoarea alunecării care corespunde cuplului maxim;

***sn –*** valoarea alunecării care corespunde cuplului nominal ***sn*** ∈ [0,01; 0,1].;

***s*** ∈ [0; 1] – alunecarea la care funcţionează motorul.

**Observaţie:** diferenţa turaţiei rotorului faţă de valoarea pe care ar trebui s-o aibă datorită câmpului electromagnetic al statorului se descrie prin mărimea specifică numită **alunecare** (notată cu s).

Aplicând cunoştinţele dobândite la matematică, se obţine următoarea reprezentare grafică:

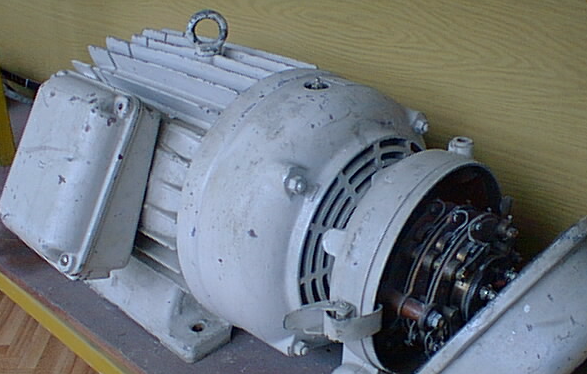


Figura 3. Caracteristica mecanică: **a – M = f(s); b – M = f(n).**

**FIŞĂ DE DOCUMENTARE**

**PORNIREA ŞI REGLAREA VITEZEI   
MOTORULUI ASINCRON TRIFAZAT CU INELE**

Faptul că la acest tip de motoare sunt accesibile capetele înfăşurării trifazate rotorice, are implicaţii asupra metodelor de pornire şi de reglare a vitezei. Astfel, înserierea unui reostat trifazat în circuitul rotoric permite reducerea curentului absorbit la pornire şi obţinerea unor turaţii variabile în regim de funcţionare normal.



**a**

Figura 1. Motor asincron cu inele: a – ansamblu; b – rotor.

**b**

În figura 2. este reprezentată schema circuitului de forţă al unui motor, la ale cărui inele este legat un reostat trifazat în stea (în practică acest montaj este folosit frecvent la instalaţiile de ridicat).



Figura 2. Pornirea şi reglarea turaţiei la motoare asincrone cu inele.

Dacă bara de scurtcircuitare a reostatului s-ar găsi pe poziţia **3**, înfăşurarea rotorului ar fi scurtcircuitată şi motorul s-ar roti cu turaţia nominală ***nn***. Pe măsură ce bara se deplasează spre poziţia **1** din figură, în aceeaşi măsură se introduc rezistenţe suplimentare ***Rp*** pe fiecare fază a rotorului.

În figura 3, curba **0** reprezintă caracteristica motorului cu inele scurtcircuitate, deci pentru ***Rp = 0***.

Introducând în rotor, cu ajutorul reostatului legat la inele o rezistenţă suplimentară ***Rp1***, se obţine o nouă caracteristică mecanică, reprezentată prin curba **1**.

Prin înserierea rezistenţei suplimentare ***Rp2*> *Rp1***, se obţine caracteristica mecanică **2**.



Figura 3. Caracteristicile mecanice la reglarea

turaţiei motoarelor asincrone cu inele, cu reostat rotoric*.*

**Observaţie:** prin modificarea rezistenţei circuitului rotoric, nu se modifică cuplul maxim, însă se modifică alunecarea maximă.

Pentru acelaşi cuplu rezistent ***Mr*** la arborele motorului, pe cele 3 caracteristici se obţin trei alunecări diferite, ***s0, s1*** respectiv ***s2***, deci şi turaţii rotorice diferite (cu atât mai mici, cu cât alunecarea este mai mare).

**Observaţie:** reglarea vitezei prin reostat produce pierderile suplimentare de putere**,** care micşorează randamentul. Din acest motiv, reglarea vitezei cu reostat se face când se cere reducerea turaţiei cu cel mult **10 – 20%;** o reducere mai mare a turaţiei se admite numai dacă funcţionarea cu turaţie redusă durează un timp scurt.

Pornirea motoarelor este recomandat să se efectueze la un cuplu cât mai mare: prin alegerea corespunzătoare a valorii reostatului de pornire, se poate porni un motor chiar la cuplul maxim pe care îl poate dezvolta acesta.

**Observaţie:** la sfârşitul perioadei de pornire, reostatul trebuie scurtcircuitat, dacă nu se efectuează şi reglarea vitezei prin aceeaşi metodă; altfel, reostatul proiectat să funcţioneze un timp scurt, se va deteriora şi, în plus, randamentul acţionării va fi mult diminuat.

Pentru reglarea vitezei motoarelor asincrone cu inele, se mai utilizează – cu randament mult mai crescut – **metoda dublei alimentări**. Această metodă presupune alimentarea motorului şi prin stator şi prin rotor, cu două tensiuni de frecvenţe diferite: raportul acestor frecvenţe impune turaţia rotorului, obţinându-se turaţia dorită.

**FIŞĂ DE DOCUMENTARE**

**REGLAREA VITEZEI   
MOTORULUI ASINCRON TRIFAZAT ÎN COLIVIE**



Figura 1. Componentele unui motor asincron cu rotor în colivie

Din relaţia cu care se determină turaţia unui motor asincron în funcţie de alunecare



se poate deduce că viteza rotorului poate fi reglată prin următoarele metode:

* prin variaţia frecvenţei ***f1*** şi/sau a amplitudinii tensiunii de alimentare;
* prin schimbarea numărului de poli ***2p***;

Prima metodă, *prin variaţia frecvenţei* ***f1*** *şi a amplitudinii tensiunii de alimentare*, necesită alimentarea motorului de la un generator special de tensiune, a cărei frecvenţă şi amplitudine poate fi variată.

A doua metodă, *prin schimbarea numărului de poli* **2p**, cere un bobinaj special şi un comutator care, prin schimbarea conexiunilor, schimbă numărul de poli, atât în stator cât şi în rotor. De exemplu, în figura 2 este arătat modul cum prin schimbarea legăturilor de bobinaj se modifică numărul de poli ***2p = 4*** în ***2p = 2***.

**Observaţie:** schimbarea numărului de poli în rotorul unui motor cu inele impun ca necesare inele suplimentare, care complică mult construcţia; din acest motiv, schimbarea numărului de poli la motorul cu inele se foloseşte rar.



Figura 2. Schimbarea numărului de poli

prin modificarea legăturilor la înfăşurarea statorică.

**FIŞĂ DE DOCUMENTARE**

**PORNIREA MOTORULUI ASINCRON TRIFAZAT ÎN COLIVIE**

La pornirea motoarelor cu rotorul în scurtcircuit accesul la bornele rotorice nu mai este posibil. De aceea, la aceste motoare, metodele de pornire sunt concentrate pe circuitul statoric, iar rotorului i se aduc modificări constructive care vizează îmbunătăţirea performanţelor la pornire (creşterea cuplului şi micşorarea curentului absorbit).

Modificările constau în:

* fie adâncirea crestăturilor rotorice şi realizarea coliviei din **bare înalte**
* fie realizarea unei **colivii duble**: una de pornire – spre întrefier şi alta de funcţionare – spre axul rotoric

Colivia de pornire este parcursă de curent un timp scurt, cât durează pornirea, şi pentru a micşora curentul de pornire se execută din materiale cu rezistivitate mare (alamă).

Colivia de funcţionare se execută din cupru.

Pornirea motoarelor asincrone cu rotorul în scurtcircuit se poate face:

* prin conectare directă la reţea;
* prin trecerea conexiunii statorice din stea în triunghi;
* prin reducerea tensiunii de alimentare;

**Conectarea directă la reţea** este utilizată frecvent acolo unde reţelele de alimentare şi mecanismele antrenate permit acest lucru. Curentul de pornire este de 4 – 7 ori mai mare decât curentul nominal deci metoda este indicată pentru motoarele de puteri mici (la care şi curenţii nominali sunt mici). Pentru pornirea motorului conectat direct la reţea se folosesc scheme de pornire care includ aparate manuale sau contactoare (fig.1).



Figura 1. Pornirea prin conectare directă la reţea:

a - pornirea directă cu ajutorul comutatorului manual;

b- pornirea directă cu ajutorul contactoarelor

**Comutarea conexiunii statorice din stea în triunghi** se realizează cu un comutator stea-triunghi cu acţionare manuală sau automată, care realizează, aşa cum se vede în figura 2, conectarea în stea şi apoi în triunghi a înfăşurărilor statorice ale motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit sau bobinat.

Trecerea de la conexiunea stea la conexiunea triunghi se face după un anumit timp şi echivalează cu trecerea de la o tensiune de alimentare redusă, la tensiunea nominală.

Acest procedeu de pornire este folosit la motoare mici şi mijlocii şi este simplu şi ieftin.



***a b***

Figura 2. Pornirea stea-triunghi a motorului asincron trifazat:

a- schema electrică de principiu; b- deplasarea punctului de funcţionare.

**Observaţie:** Pentru ca să fie posibilă pornirea unui motor cu comutator stea-triunghi de la reţeaua trifazată alternativă de 380 V, 50 Hz, pe plăcuţa lui trebuie să fie scrisă conexiunea **Δ / Y** şi tensiunea 380/660 V. Aceasta înseamnă că înfăşurările sunt calculate pentru tensiunea de **380 V pe fază** şi pentru a funcţiona la caracteristicile sale nominale trebuie să fie alimentat în conexiunea triunghi la **380 V între faze**.

În momentul pornirii, un asemenea motor se cuplează la reţea cu fazele legate în stea, deci tensiunea aplicată fazelor se reduce de  ori şi, de asemenea, se reduce de ori curentul de pornire pe fază al motorului; este simplu de văzut că la pornire curentul în conductoarele de linie se reduce de ***3*** ori:

***IΔp = 3.IYp*** (3.9)

După ce pornirea este terminată, adică după ce motorul a atins turaţia nominală, bobinajul se leagă în triunghi.

**Pornirea motoarelor în scurtcircuit, prin metoda stea-triunghi, reduce cuplul de pornire de *3* ori.**

**Observaţie:** Metoda pornirii ***Y-D*** poate fi utilizată şi la motoarele cu inele, dacă bobinajul statoric permite acest lucru.

La motoarele care nu pot fi pornite prin cuplare directă la reţea sau prin conectare stea-triunghi se realizează pornirea prin reducerea tensiunii de alimentare, recurgând pentru aceasta la un autotransformator trifazat de pornire.

Datorită costului ridicat al autotransformatorului, a volumului acestuia şi a complexităţii schemei, acest procedeu are utilizare limitată.

**Schimbarea sensului de rotaţie**

**LA MOTOARELE ASINCRONE TRIFAZATE**

Rotorul motorului asincron se roteşte în acelaşi sens cu câmpul inductor statoric, iar sensul acestuia este dat de succesiunea fazelor la bornele înfăşurărilor, adică de ordinea în care curenţii prin cele trei înfăşurări de fază ating valoarea maximă. Pentru schimbarea sensului de rotaţie al rotorului, trebuie să se inverseze sensul câmpului inductor.

În acest scop, este suficient să se inverseze legăturile între reţea şi motor la două din borne, şi prin aceasta se schimbă ordinea succesiunii fazelor în stator şi deci şi sensul de rotaţie al rotorului (figura 1).

***a b***

Figura 1. Schimbarea sensului de rotaţie la motorul asincron trifazat:

a – cu rotorul în scurtcircuit; b – cu rotorul cu inele