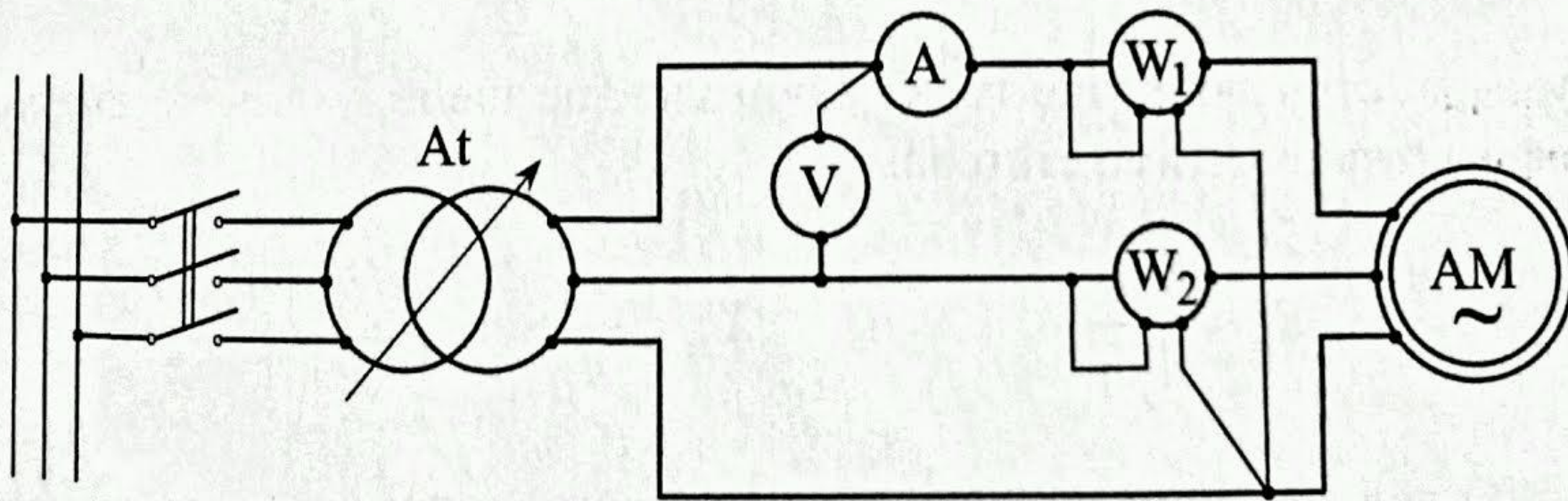


# ELEKTRIČNE MAŠINE 2

II/3 deo- Asinhrona mašine



## 2.11. PRAZAN HOD KOD ASINHRONIH MOTORA



Processed by FREE version of STOIK  
Mobile Doc Scanner from www.stoik.com

- Prazan hod:
  - Gubici u Cu i Fe rotora zanemarljivo mali,
  - Brzina obrtanja je bliska sinhronoj brzini.
  - Utrošena snaga pri P.H. je:

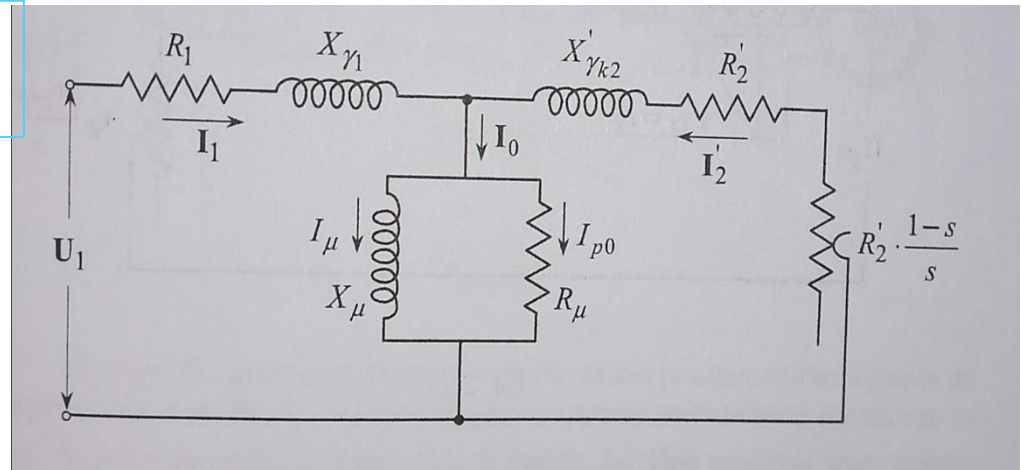
$$P_{01} = qR_1 I_{01}^2 + P_{Fe1} + P_{fv}.$$



## 2.11. PRAZAN HOD KOD ASINHRONIH MOTORA

Asinhroni motor nalazi se u režimu praznog hoda kada je namot statora priključen na naizmenični napon a na vratilu nije priključen teret.

$$\cos\varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3}U_0I_0}$$



Aktivna i reaktivna komponenta struje praznog hoda:

$$I_{p0} = I_0 \cos\varphi_0$$

$$I_{\mu} = I_0 \sin\varphi_0$$

Elementi poprečne grane ekvivalentne šeme:

$$R_{\mu} \frac{U_{f1}}{I_{p0}}$$

$$X_{\mu} \frac{U_{f1}}{I_{\mu}}$$



## 2.11. KRATAK SPOJ KOD ASINHRONIH MOTORA

Kratak spoj asinhronog motora je stanje pri kojem je rotor zakočen a namot statora priključen na naizmjenični napon.

Takvo pogonsko stanje može nastupiti pri ogledu kratkog spoja ili ako se rotor toliko optereti da razvijeni momenat motora ne može da savlada momenat tereta.

Ogled kratkog spoja izvodi se pod sniženim naponom koji je nekoliko puta manji od nominalnog napona.



## 2.11. KRATAK SPOJ KOD ASINHRONIH MOTORA

Kratak spoj:

-Snaga kratkog spoja jednaka je ukupnim gubicima u Cu u nom.rezimu rada.

$$P_{kn} = P_{Cu1} + P_{Cu2}$$

-Faktor snage je:  $\cos \varphi_k = \frac{P_{kn}}{\sqrt{3} U_{kn} I_k}$

- Ekvivalentna impedansa statora u k.s  $Z_{k1} = U_{kn1} / I_{n1}$

- Ekvivalentna aktivna otpornost i reaktansa statora u k.s.:

$$R_k = \frac{P_{kn}}{q I_{n1}^2} \quad x_k = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2}$$

Kako je  $R_k = R_1 + R_2'$  to su parametri ekvivalentne seme:  $X_k = X_{\gamma 1} + X_{\gamma k 2}'$

$$R_2' = R_k - R_1 \quad X_{\gamma 1} = X_{\gamma k 2}' = \frac{x_k}{2}$$



## 2.12 MOMENT ASINHRONOG MOTORA

Moment Asinhronog motora definisan je odnosom:

$$M = \frac{P_{ob}}{\Omega'}$$

Pošto je snaga obrtnog polja:

$$P_{ob} = \frac{P_{Cu2}}{s} = q \frac{R_2}{s} I_2^2$$

Doboja se obrtni moment asinhronog motora:

$$M = \frac{q}{\Omega'} \frac{R_2}{s} I_2^2$$

ili izraženo preko svedenih vrednosti otpornosti i struje:

$$M = \frac{q}{\Omega'} \frac{R'_2}{s} I_2'^2$$



## 2.12 MOMENT ASINHRONOG MOTORA

Izraz za struju rotora je:

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + x_{\gamma 2}^2}}$$

t.j. :

$$I_{2k} = \frac{E_{k2}}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{s}\right)^2 + x_{\gamma k 2}^2}}$$

ili svedeno na stator:

$$I'_{2k} = \frac{U_{f1}}{\sqrt{\left(\frac{R'_2}{s}\right)^2 + x_{\gamma k 2}^2}}$$

za moment dobijamo:

$$M = \frac{q}{\Omega'} \frac{R'_2}{s} I_2'^2 = \frac{q}{\Omega'} \frac{R'_2}{s} \left( \frac{U_{f1}}{\sqrt{\left(\frac{R'_2}{s}\right)^2 + x_{\gamma k 2}^2}} \right)^2$$

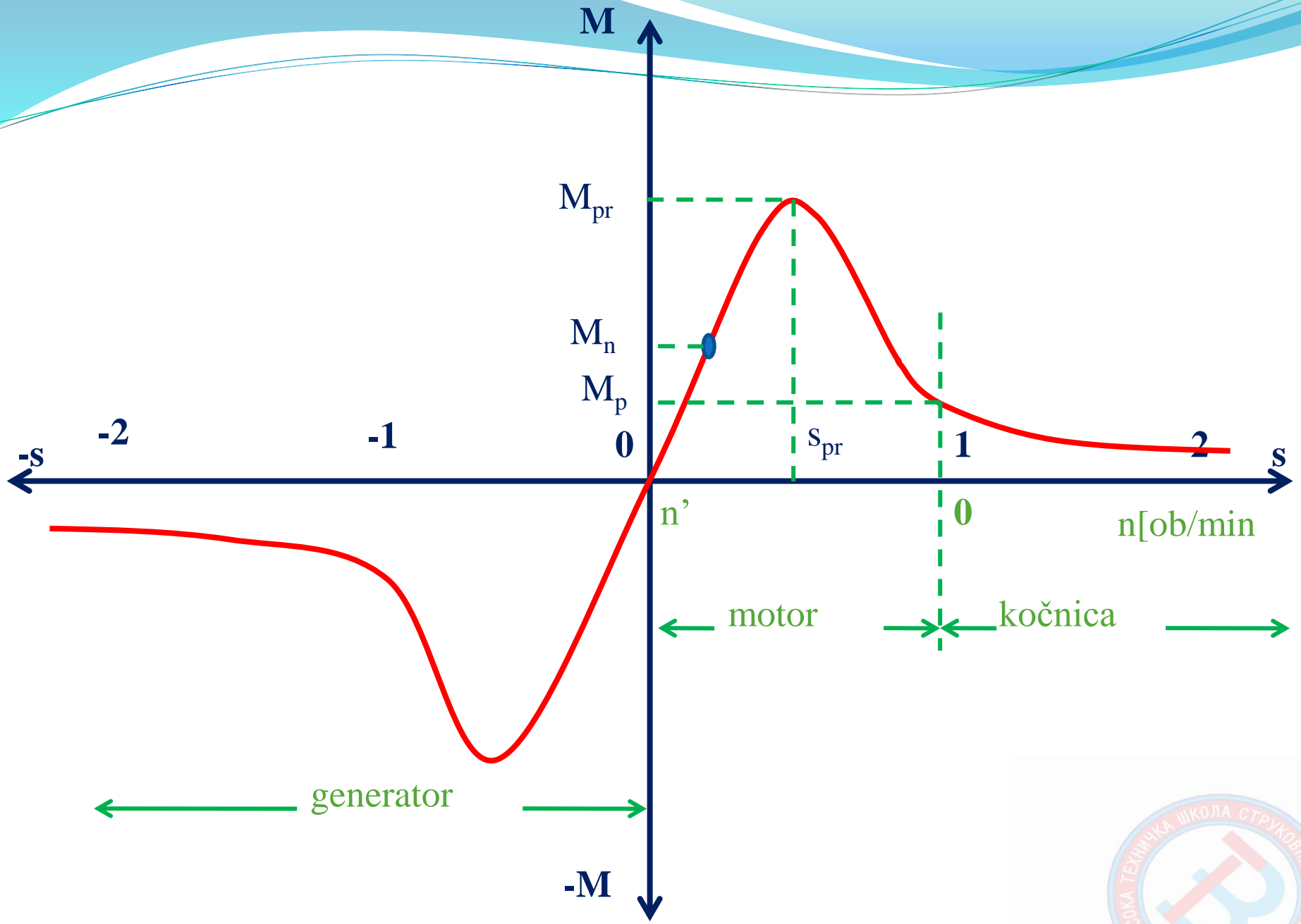


# Momentna karakteristika

- Karakteristične tačke gledano preko momenata su:
- *polazni momenat*,  $M_{pol'}$  koji motor razvija pri pokretanju ( $n=0$ ), i koji, da bi se mašina mogla pokrenuti, mora biti veći od otpornog momenta radne mašine
- *prevalni (maksimalni) momenat*,  $M_p$  je najveća vrednost momenta,
- *naznačeni (nominalni) momenat*,  $M_n$  odgovara naznačenom režimu rada.



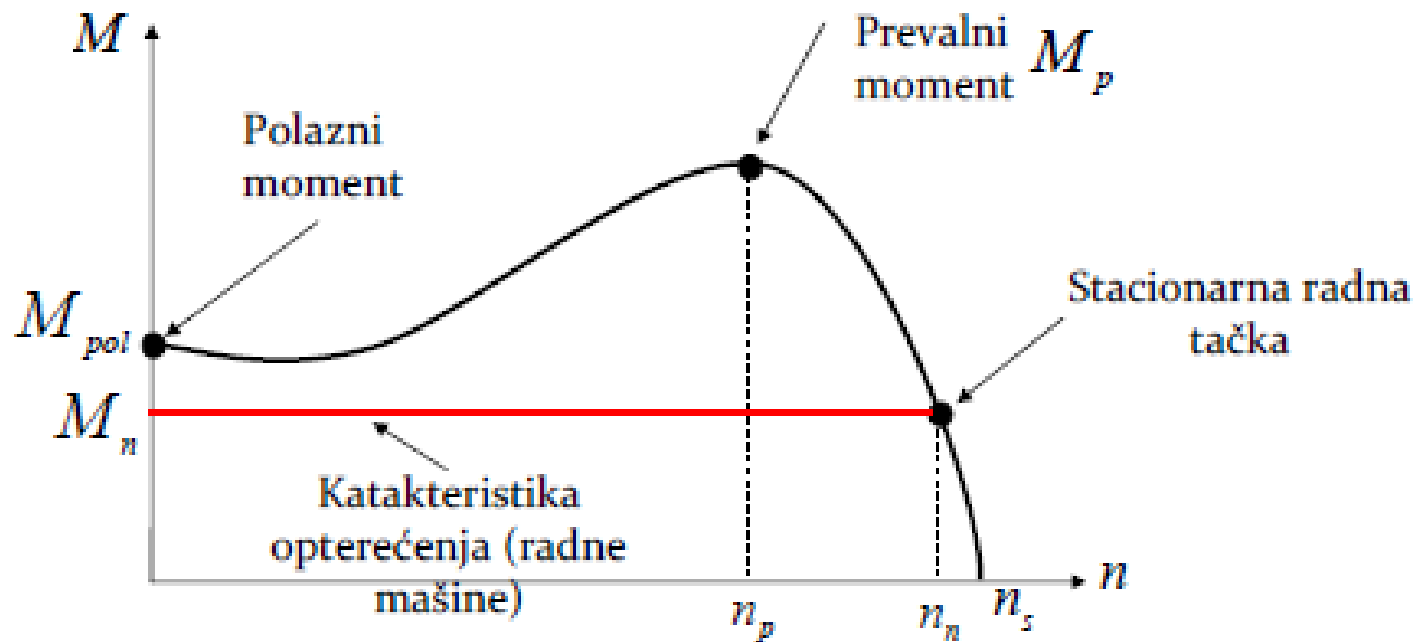




## 2.12. MOMENT I KARAKTERISTIKE MOMENTA

Mehanički moment asinhronog motora, definisan je kao odnos mehaničke snage rotora i ugaone brzine rotora.

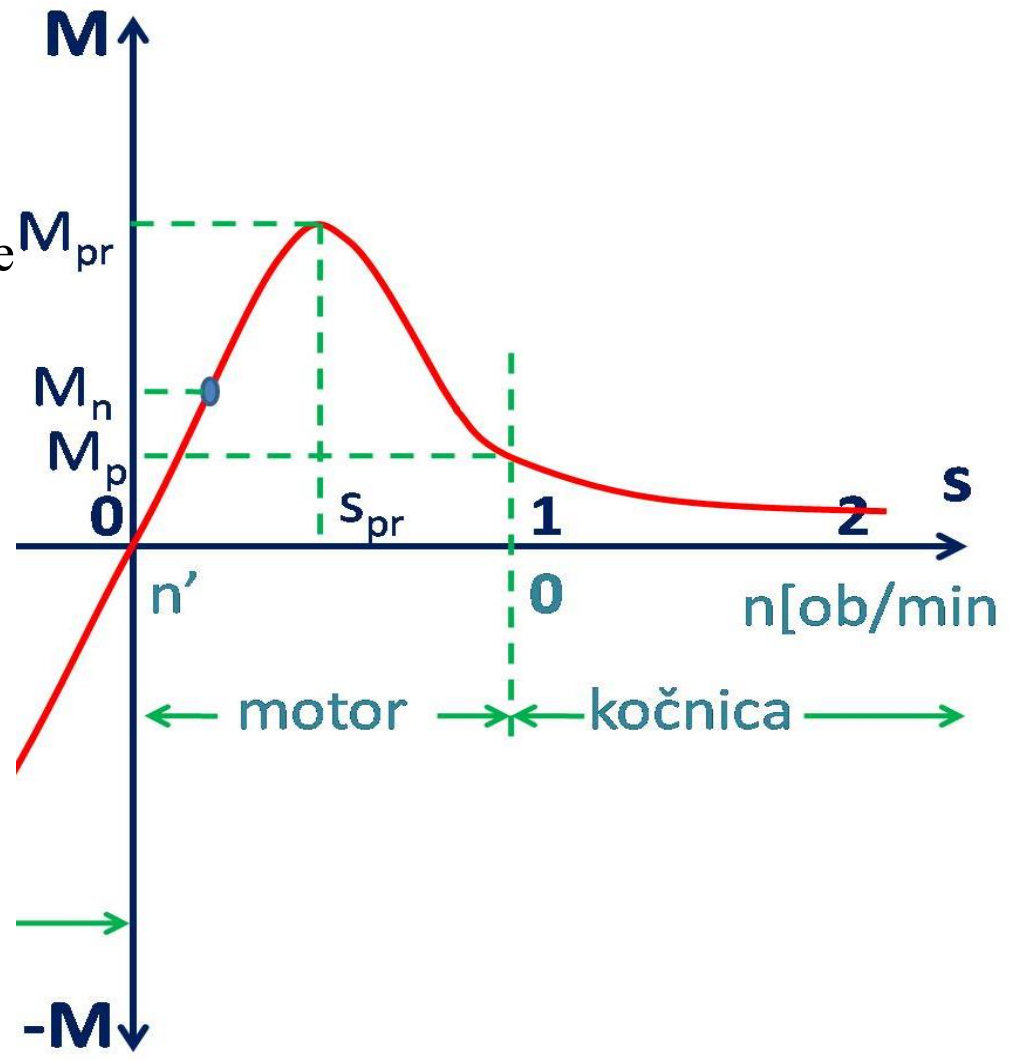
### Momentna karakteristika



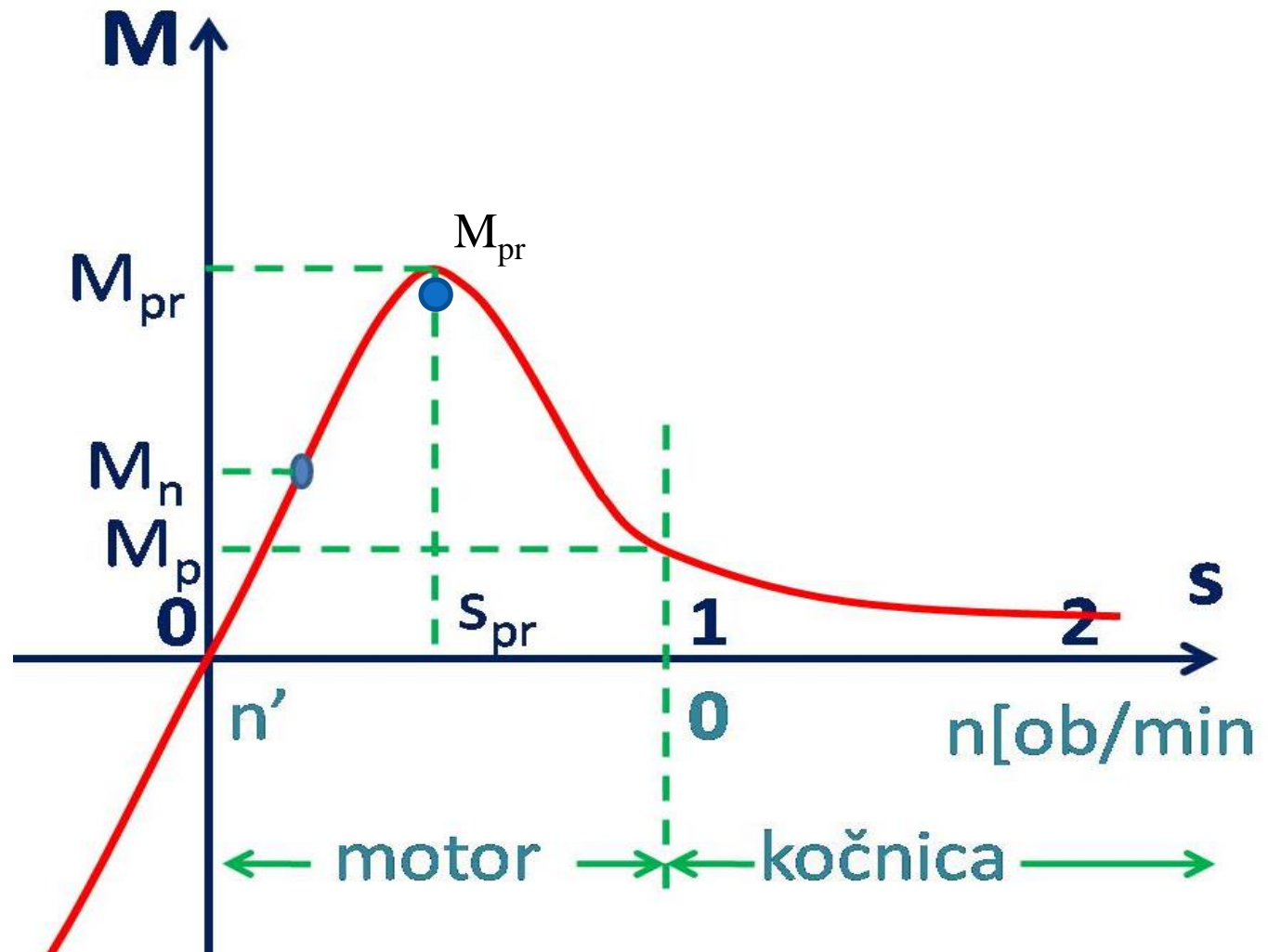
Ako bi se na neki način promenio smer obrtanja rotora ili obrtnog fluksa tako da se oni obrću u suprotnim smerovima mašina bi radila kao **kočnica**

klizanje je:  $s > 1$

Rotor se ponaša kao generator električne energije koja se pretvara u toplotu u namotu rotora



Najveća vrednost obrtnog momenta koju je u stanju da razvije motor naziva se **prevalni ili kritični momenat** ( $M_{pr}$ ) i odgovara mu prevalno ili kritično klizanje  $s_{pr}$



## 2.12. MOMENT I KARAKTERISTIKE MOMENTA

Za slučaj malih klizanja t.j.  $s = 0$

$$\frac{R_2}{s} > X_{\gamma k2} \quad \text{odnosno:} \quad \left(\frac{R_2}{s}\right)^2 \gg X_{\gamma k2}^2$$

$$M = \frac{q R_2'}{\Omega' s} I_2'^2 = \frac{q R_2'}{\Omega' s} \left( \frac{E_{k2}^2}{\sqrt{\left(\frac{R_2'}{s}\right)^2 + x_{\gamma k2}'^2}} \right)^2$$

ako je:  $\left(\frac{R_2'}{s}\right)^2 + x_{\gamma k2}'^2 \approx \left(\frac{R_2'}{s}\right)^2$

$$M = \frac{q R_2'}{\Omega' s} I_2'^2 = \frac{q R_2'}{\Omega' s} \frac{E_{k2}^2}{\left(\frac{R_2'}{s}\right)^2 + x_{\gamma k2}'^2}$$

Moment asinhronog motora u oblasti malih klizanja je linearna karakteristika:

$$M = \frac{q R_2'}{\Omega' s} I_2'^2 = \frac{q E_{k2}^2}{\Omega' R_2} s$$



## 2.12. MOMENT I KARAKTERISTIKE MOMENTA

Za slučaj velikog klizanja  $s=1$

$$X_{\gamma k2} > \frac{R_2}{s} \quad \text{odnosno:} \quad X_{\gamma k2}^2 \gg \left(\frac{R_2}{s}\right)^2$$

$$\text{ako je:} \quad \left(\frac{R_2'}{s}\right)^2 + x_{\gamma k2}'^2 \approx x_{\gamma k2}'^2$$

$$M = \frac{q}{\Omega'} \frac{R_2'}{s} I_2'^2 = \frac{q}{\Omega'} \frac{R_2'}{s} \frac{E_{k2}^2}{\left(\frac{R_2'}{s}\right)^2 + x_{\gamma k2}'^2}$$

Moment asinhronog motora u oblasti velikog klizanja je hiperbolična karakteristika:

$$M = \frac{q}{\Omega'} \frac{R_2'}{s} \frac{E_{k2}^2}{x_{\gamma k2}'^2}$$



## 2.12. MAKSIMALNI MOMENT

Da bi odredili maksimalni moment potrebno je izračunati prvi izvod izraza  $M=f(s)$  po  $s$  i izjednačiti sa nulom, pri čemu se dobija  $s_{max}$ :

$$\frac{dM}{ds} = \frac{d}{ds} \left( \frac{q R'_2}{\Omega' s} \frac{E_{k2}^2}{\left(\frac{R'_2}{s}\right)^2 + x_{\gamma k2}^2} \right) = 0$$

$$\frac{d}{ds} \left\{ s \left[ \left( \frac{R'_2}{s} \right)^2 + x_{\gamma k2}^2 \right] \right\} = 0$$

Odakle se dobija da je  $s_{max}$ :

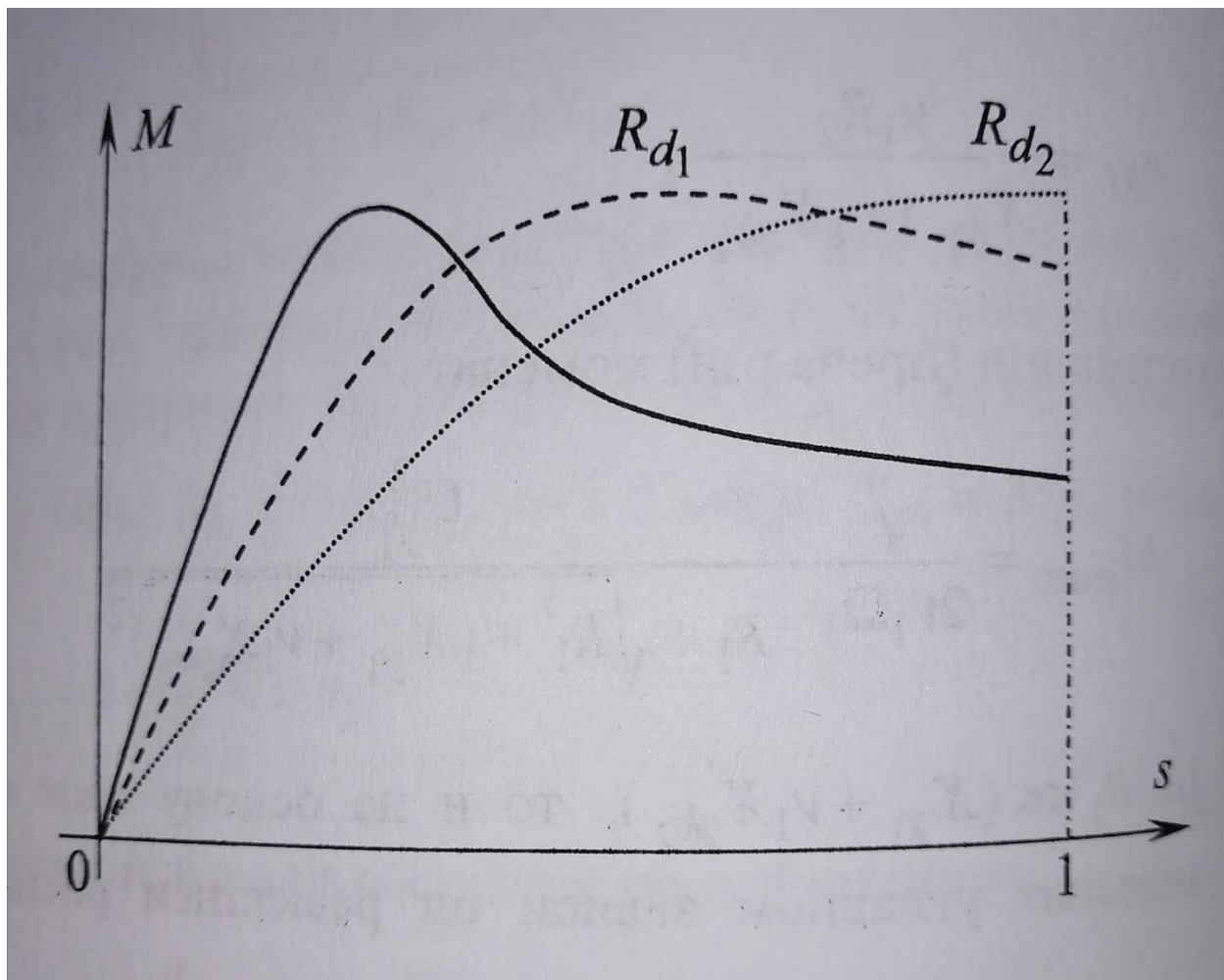
$$s_M = \frac{R_2}{X_{\gamma k}}$$

Odnosno  $M_{max}$ :

$$M = \frac{q}{\Omega'} \frac{E_{k2}^2}{2x_{\gamma k2}^2}$$



## 2.13. UTICAJ DODATNOG OTPORA U KOLU ROTORA NA KARAKTERISTIKU MOMENTA A.M.





## 2.14. KLOSOV OBRAZAC

Klosov obrazac daje vezu između momenta  $M$  pri nekom klizanju  $s$ , maksimalnog momenta  $M_{max}$  i odgovarajućeg klizanja  $s_{max}$ , odnosno  $M/M_{max}$  u funkciji klizanja  $M/M_{max}=f(s)$

$$\frac{M}{M_{max}} = \frac{\frac{q R'_2}{\Omega' s} \frac{E_{k2}^2}{\left(\frac{R'_2}{s}\right)^2 + x_{\gamma k2}'^2}}{\frac{q E_{k2}^2}{\Omega' 2x_{\gamma k2}'^2}}$$

Klosov obrazac je:

$$\frac{M}{M_{max}} = \frac{2}{\frac{2}{s_M} + \frac{s_M}{s}}$$



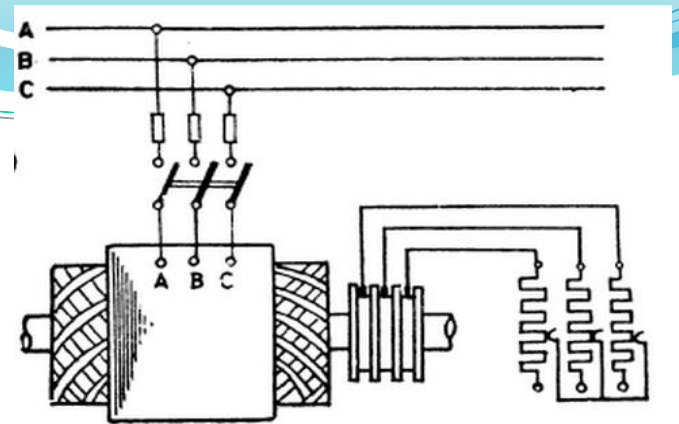
# Puštanje u rad asinhronog motora

je proces koji počinje u trenutku priključenja statora na mrežu a završava se kada motor razvije momenat obrtanja jednak otpornom momentu radne mašine pri odgovarajućoj brzini okretanja vratila.

Bitne veličine pri puštanju motora u rad su:

- vrednost polaznog momenta  $i$
- vrednost polazne struje





Da bi rotor pri puštanju u rad prešao u obrtno kretanje polazni momenat motora mora biti veći od otpornog momenta radne mašine.

Polazna struja motora ne sme prelaziti određene granice koje zavise od snage mreže.

U slučaju motora veće snage i slabe mreže neophodno je smanjiti polaznu struju.



Pri puštanju u rad bitan značaj imaju i:

trajanje zaleta,  
gubici energije u namotajima i njihovo zagrevanje,  
prelazni procesi pri puštanju u rad.

U zavisnosti od:

- tipa asinhronog motora,
- nominalne snage motora,
- snage napojne mreže,
- od zahteva koje postavlja radna mašina i
- od uslova rada

primenjuju se različiti načini puštanja u rad.



## 2.15. REGULISANJE BRZINE KOD ASINHRONIH MOTORA

- Regulisanje brzine promenom napona napajanja.
- Regulisanje brzine promenom otpornosti rotora.
- Regulisanje brzine promenom učestanosti napajanja.

