

JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Za pogon RM manjih snaga, na mestima gde nije dostupna trofazna električna mreža koriste se jednofazni AM. Izrađuju se za snage do nekoliko kW.

Stator je isti kao kod trofaznih AM. U žlebove statora se smešta jedan (glavni) namot, a zbog problema s pokretanjem postavlja se i drugi (pomoćni) namot.

Rotor jednofaznog AM je uvek kavezni s Al kavezom s okruglim štapovima. Da bi se smanjili gubici, kod jednofaznih AM ne koriste se rotoru u kojima se predviđa potiskivanje struje.

Osnovna prednost jednofaznog AM predstavlja mogućnost priključka na monofaznu el. mrežu NN (230V).

Nedostaci jednofaznih motora su:

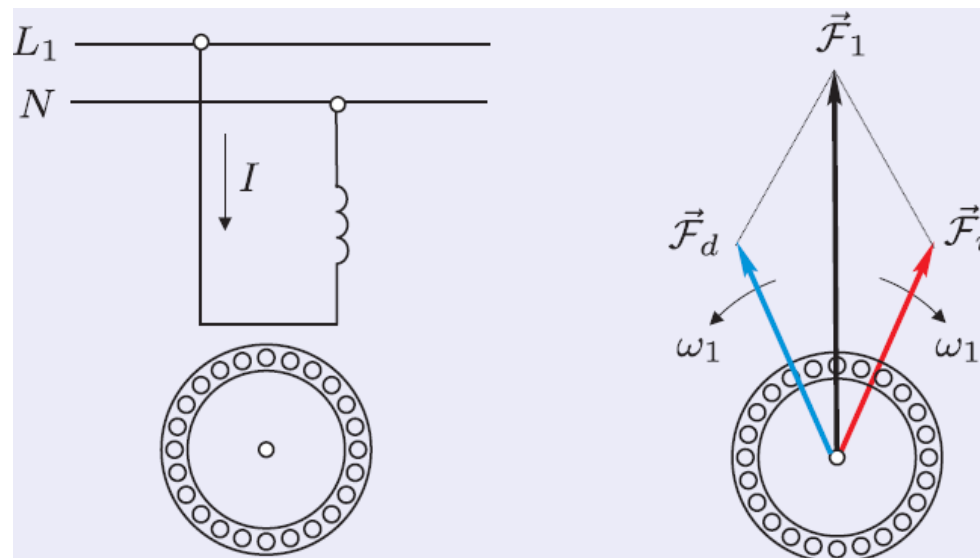
- Teškoće kod pokretanja,**
- Snaga jednofaznih motora je cca 50÷60% snage trofaznih AM sličnih dimenzija,**
- Mali prevalni momenat,**
- Velika struja megnćenja, odnosno mali faktor snage.**

JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Kada se namotaj indukta priključi na naizmenični napon poteći će struja koja stvara **pulsirajuće polje**. Ovo polje se može razložiti na dva suprotno rotirajuća polja. Rotor stoji jer ova dva polja stvaraju momente istog intenziteta, a suprotnog smera. Rotor se može mehanički pokrenuti u jednu stranu. Tada se smanji učestanost struje rotora koja obrazuje polje sa tim smerom obrtanja (**direktno polje**), smanji se induktivna otpornost a poraste aktivna komponenta struje, koja nastavlja dalje da ubrzava rotor.

Sa komponentom struje rotora koja obrazuje polje u suprotnom smeru (**inverzno polje**) od smera mehaničkog pokretanja dešava se sve isto, ali u obrnutom smislu. Učestanost struja rotora koje formiraju polje sa suprotnim smislom obrtanja, raste induktivni otpor, pada aktivna komponenta struje.

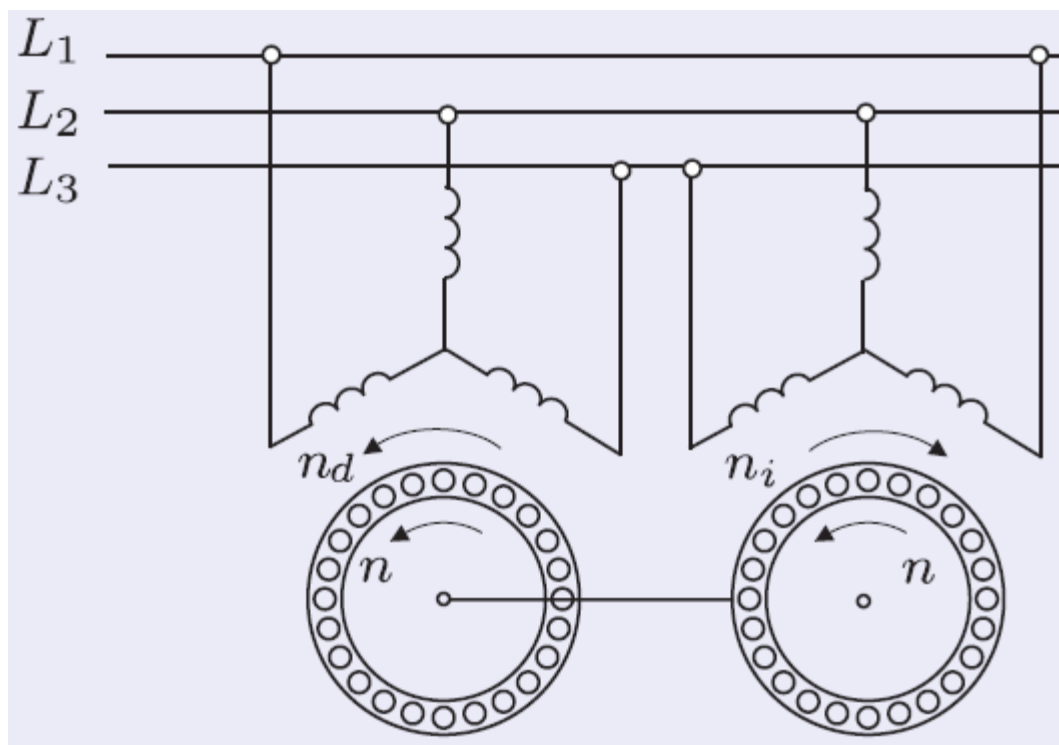
Čim se motor pokrene iz stanja mirovanja preovladava jedno obrtno polje i motor razvija momenat kojim nastavlja obrtanje i može savladati opterećenje.



JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Jednofazni AM se može predstaviti s dva trofazna motora kod kojih su rotor mehanički povezani vratilom a njihovi statorski namoti su priključeni na trofaznu mrežu s različitim redosledom priključaka.

Jednofazni AM se ne može sam pokrenuti jer su vrednosti elektromagnetnih momenata koji se stvaraju u motoru jednaki $M_{ed}=M_{ei}$



U odnosu na oba polja (**direktno** i **inverzno**) definiše se klizanje:

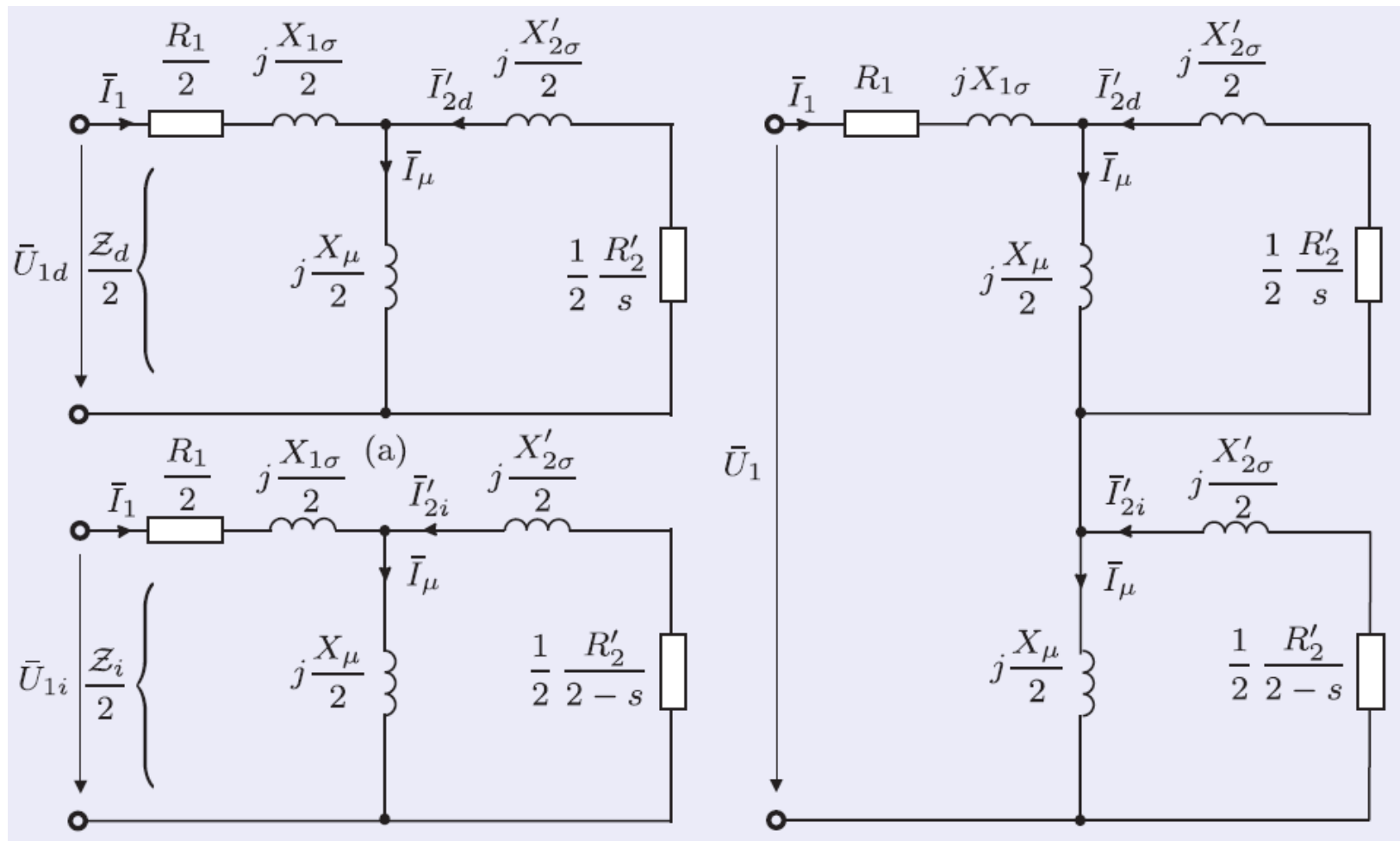
JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Klizanje prema direktnom polju: **Klizanje prema inverznom polju:**

$$s_d = \frac{n_s - n}{n_s}$$

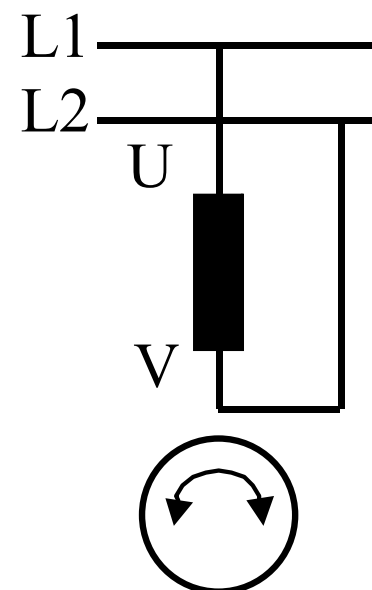
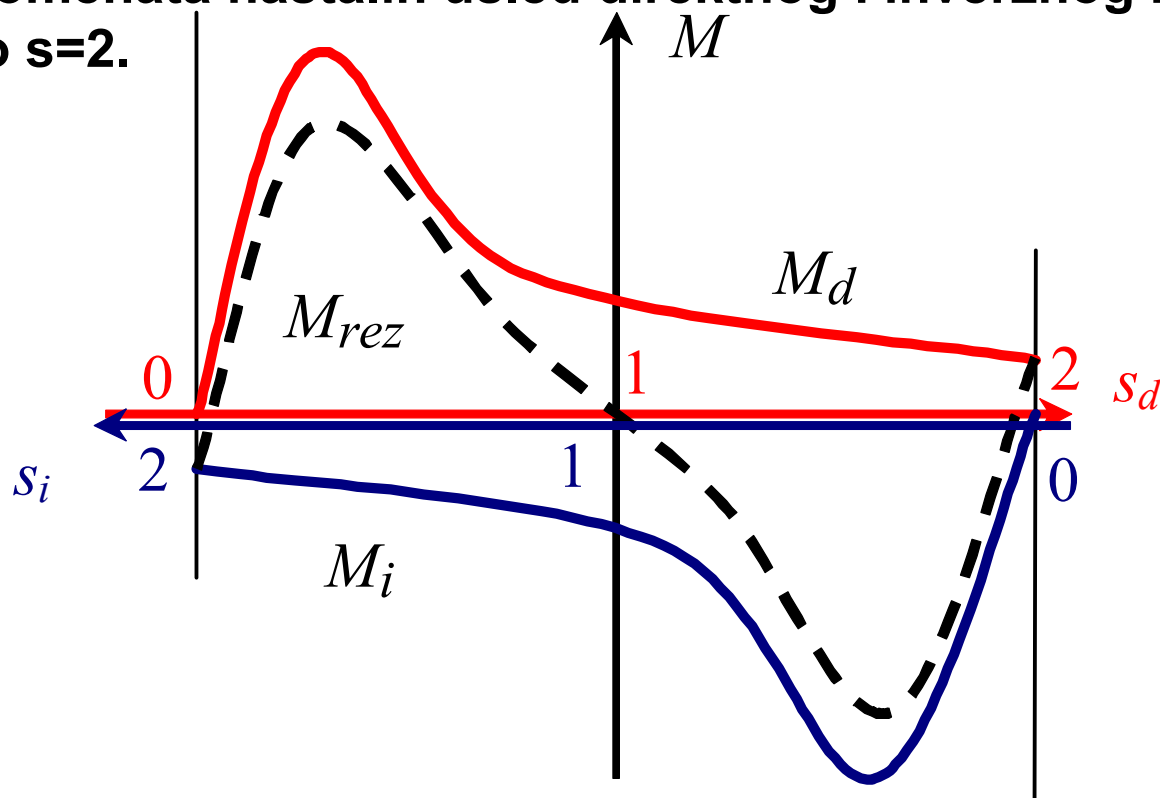
$$s_i = \frac{-n_s - n}{-n_s} = 2 - s$$

Ekv. šema jednofaznog AM može se dobiti spajanjem na red ekv. šema dva trofazna motora.



JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

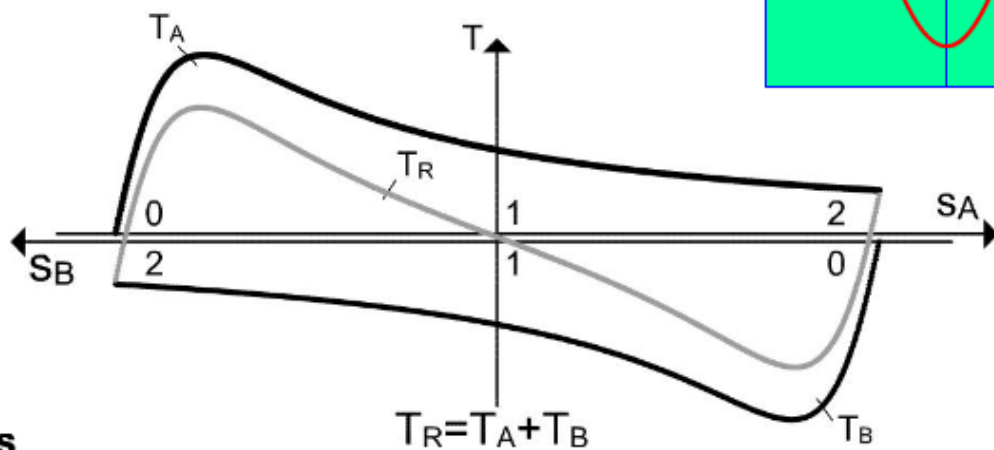
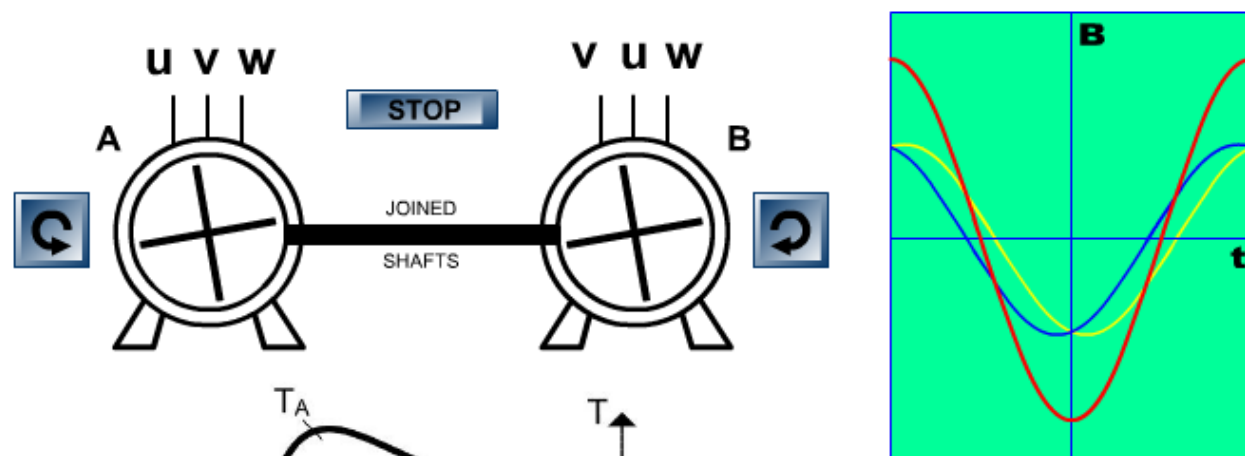
Mehanička k-ka jednofaznog AM dobija se sabiranjem elektromagnetnih momenata nastalih usled direktnog i inverznog magnetnog polja od $s=0$ do $s=2$.



Očigledan je problem odsustva polaznog momenta motora zbog čega se jednofazni AM ne pokreće.

Za istu snagu jednofazni AM ima veće nominalno klizanje od trofaznog.

ONE PHASE INDUCTION MACHINE



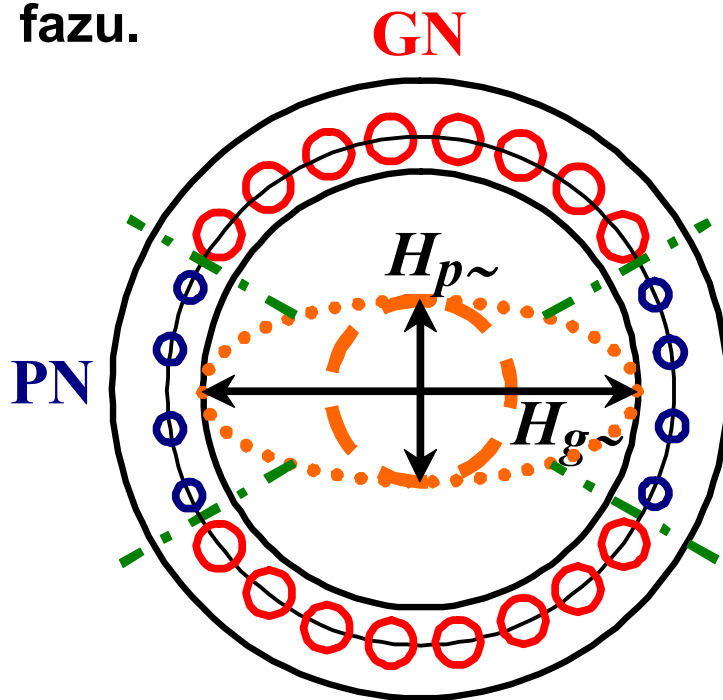
TEMPUS
JEP-16-127

S. Đurović

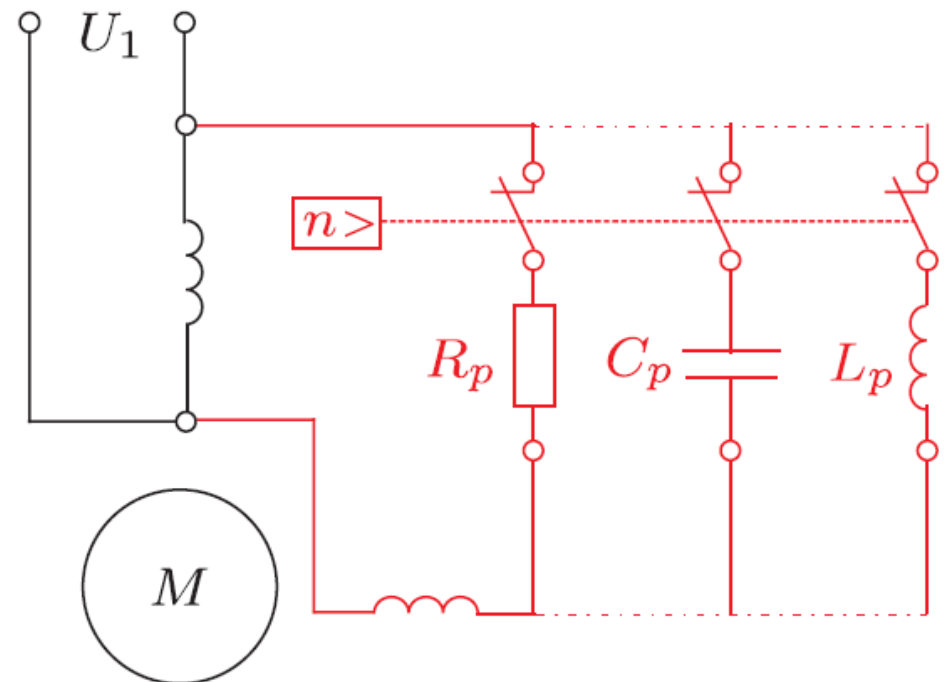
- RIG
- Air gap
- Rotating magnets
- Single phase IM
- Different rotors
- Single phase excitation
- 3 Phase excitation
- IM characteristics
- Torque
- Operating speed

JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Jednofazni AM moguće je pokrenuti ako u motoru nastane rezultatno obrtno polje. Da bi se izbeglo mehaničko pokretanje jednofaznog motora koristi se pomoćna faza, koja je prostorno pomerena prema glavnoj fazi. Fazni pomaci struja kroz fazne namotaje ostvaruje se dodavanjem: kondenzatora, otpornika ili prigušnice (-predspojna sprava) u pomoćnu fazu.



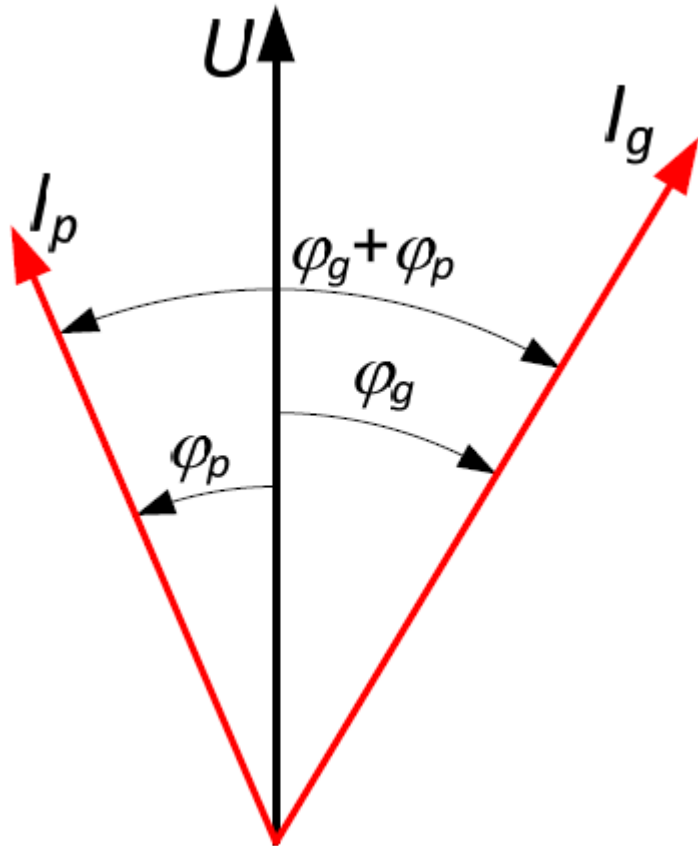
Elipsoidno polje proizvedeno strujama glavnog i pomoćnog namota ima jednu kružnu komponentu. Polje je obrtno, intenzitet mu se menja.



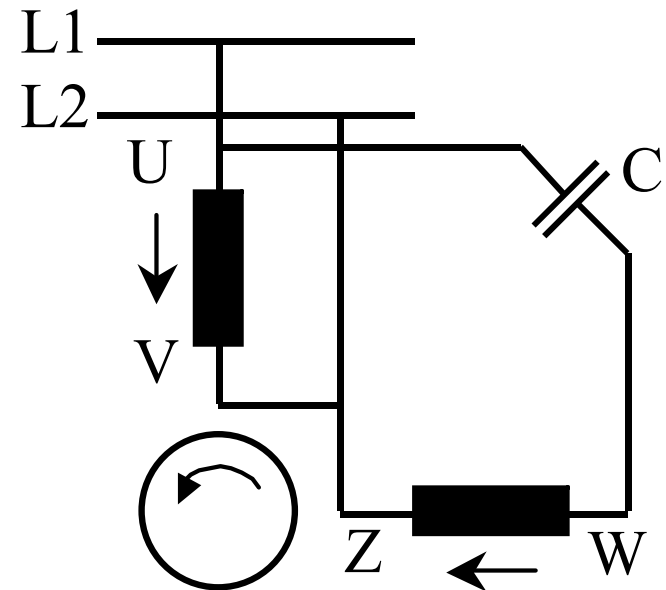
Električna šema jednofaznog AM sa pomoćnim namotom, predspojnom spravom i prekidačem u strujnom kolu pomoćnog namota.

JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Strujno kolo pomoćnog namota mora imati drugačiji karakter otpornosti u odnosu na glavni namot. Tada je faza struje kroz taj namot drukčija nego faza struje kroz glavni namot, to se postiže predspojnim spravama. Važno je postići što veći fazni pomak struje glavne i pomoćne faze.



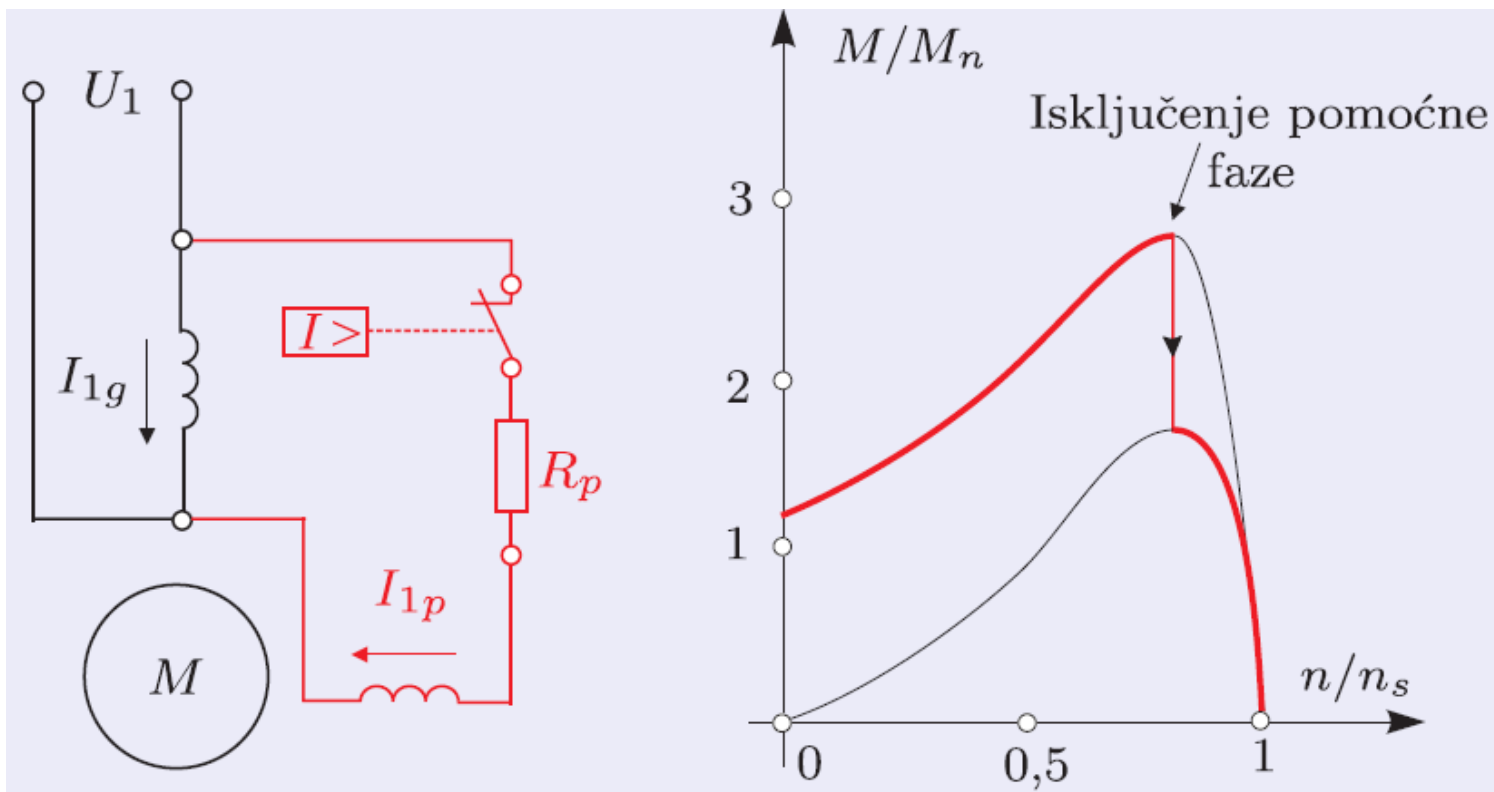
Fazorski dijagram kondenzatorskog motora



Motor s trajno uključenim kondenzatorom u pomoćnoj fazi naziva se jednofazni kondenzatorski motor.

JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Pokretanje s dodatnim otpornikom u pomoćnoj fazi.



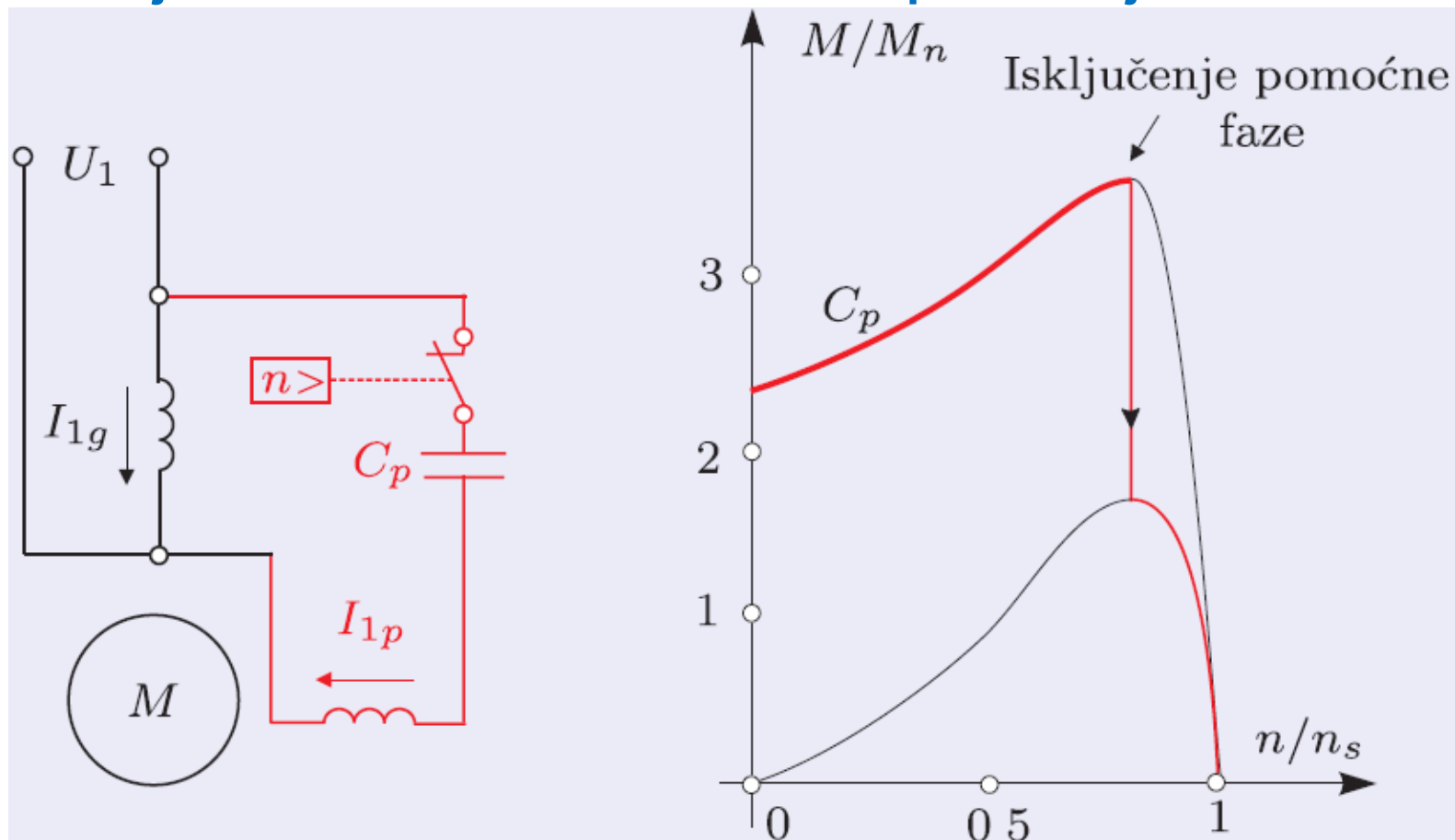
Karakteristike pokretanja:

- Velika struja pokretanja, mali polazni momenat;
- Primenjuje se za pokretanje motora manjih snaga (do nekoliko stotina vati).

Sam pomoćni namot izvodi se sa povećanom otpornošću (tanja žica, drugi materijal, specijalno motanje).

JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Pokretanje s dodatnim kondenzatorom u pomoćnoj fazi.



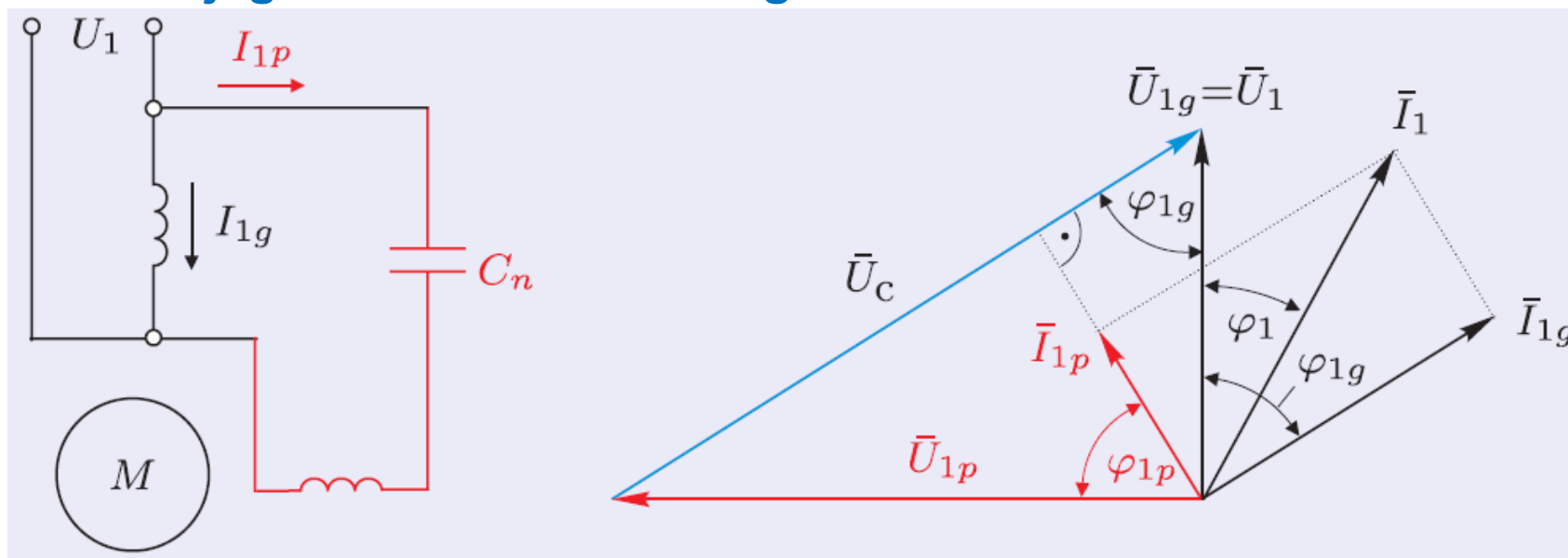
Karakteristike pokretanja:

- Veći polazni momenat;
- Mogu se pokrenuti motori s priključenim opterećenjem.

Pomoćni namot može se isključiti posle većeg dela zaleta, tada govorimo o startnom pomoćnom namotu i startnom kondenzatoru.

JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Fazorski dijagram kondenzatorskog motora.

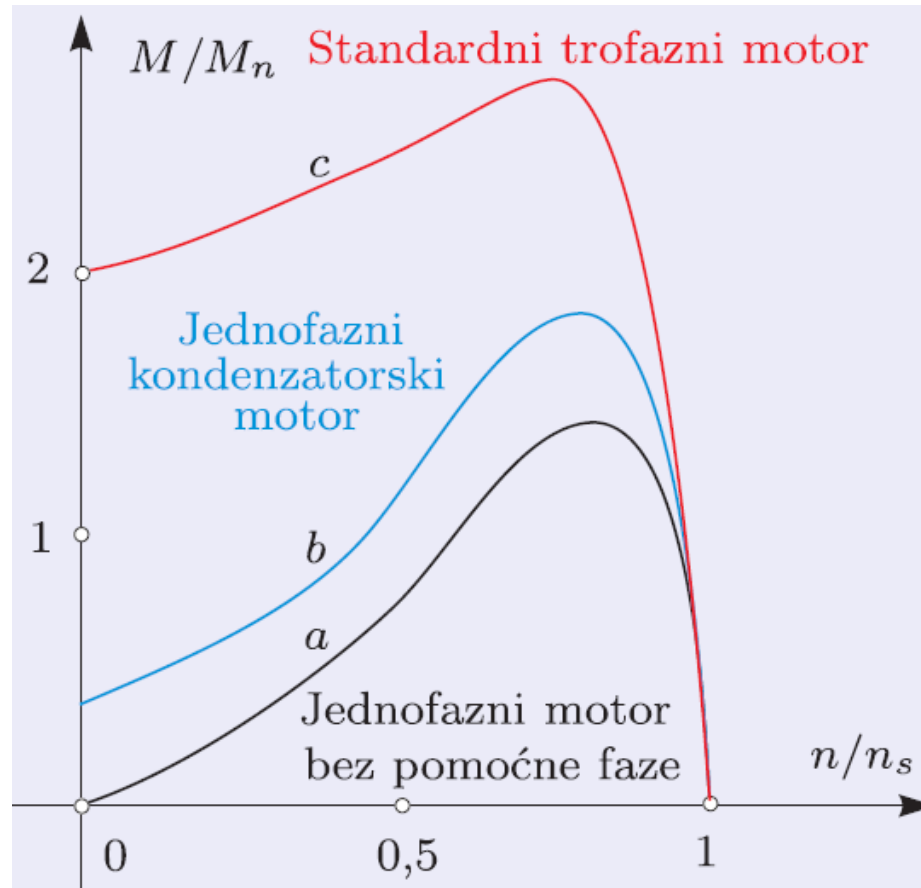


Trajno uključen kondenzator poboljšava radne i polazne k-ke jednofaznog (kondenzatorskog) motora. K-ke kondenzatorskog motora se približavaju karakteristikama trofaznih AM.

Napon na kondenzatoru je znatno veći od napona na koji se priključuje motor. Za motor koji se priključuje na mrežu jednofaznog napona 230V potrebno je izabrati kondenzator nazivnog napona 450÷550V.

JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Uporedni prikaz mehaničkih karakteristika jednofaznih i trofaznih AM



JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Kapacitet kondenzatora za trajan rad proračunava se tako da se u motoru obezbedi simetrično obrtno polje za nominalno opterećenje. Vrednost kapaciteta kondenzatora za trajan rad iznosi cca $25 \div 55 \mu\text{F} / \text{kW}$ snage motora koji se priključuje na mrežu 230V.

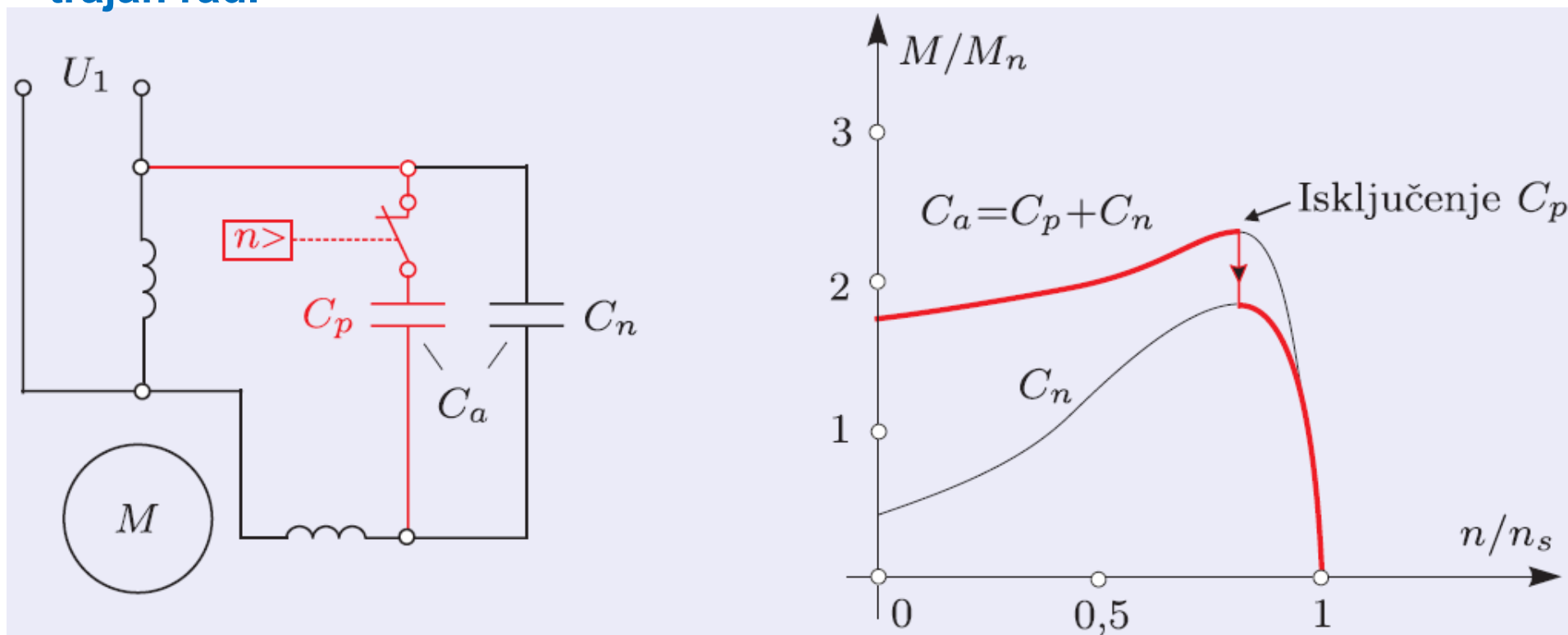
Kapacitet kondenzatora za trajan rad proračunava se tako da se u motoru obezbedi simetrično obrtno polje za nominalno opterećenje. Ovo obrtno polje u motoru nastaje ako su ispunjeni sledeći uslovi:

- Naponi glavne i pomoćne faze međusobno pomereni za 90° ;
- Struje u fazama imaju isti fazni pomak u odnosu na napone;
- Struje u glavnoj i pomoćnoj fazi proizvode istu MPS;
- Obe faze predviđene za trajan rad treba dimenzionisati za jednaku snagu.



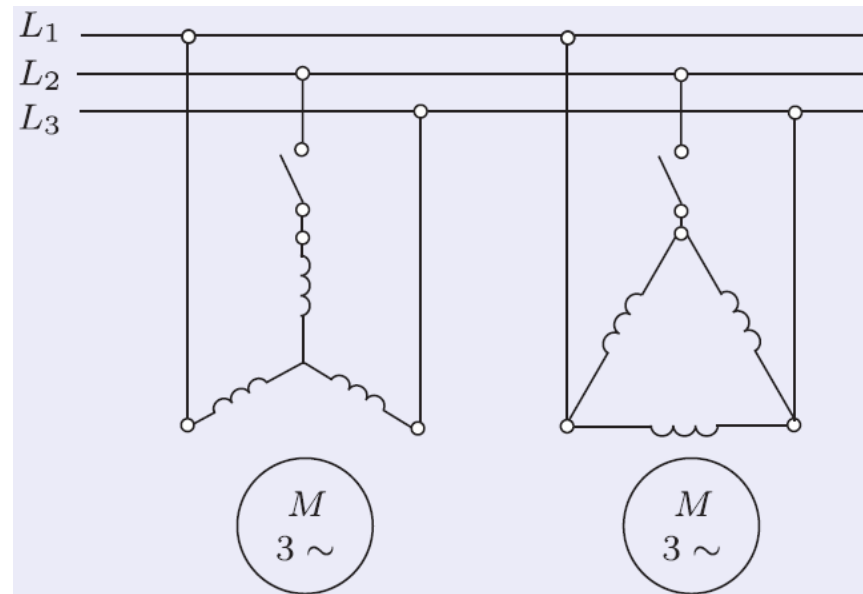
JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Jednofazni kondenzatorski motor dva kondenzatora: za pokretanje i za trajan rad.



Poboljšanje k-ka pokretanja kod kondenzatorskog motora može se postići uključenjem u pomoćnu fazu dodatnog kondenzatora za pokretanje. Kada pomoćni namot sa kondenzatorom za trajan rad ostane uključen i za vreme rada onda se govori o pomoćnom radnom namotu.

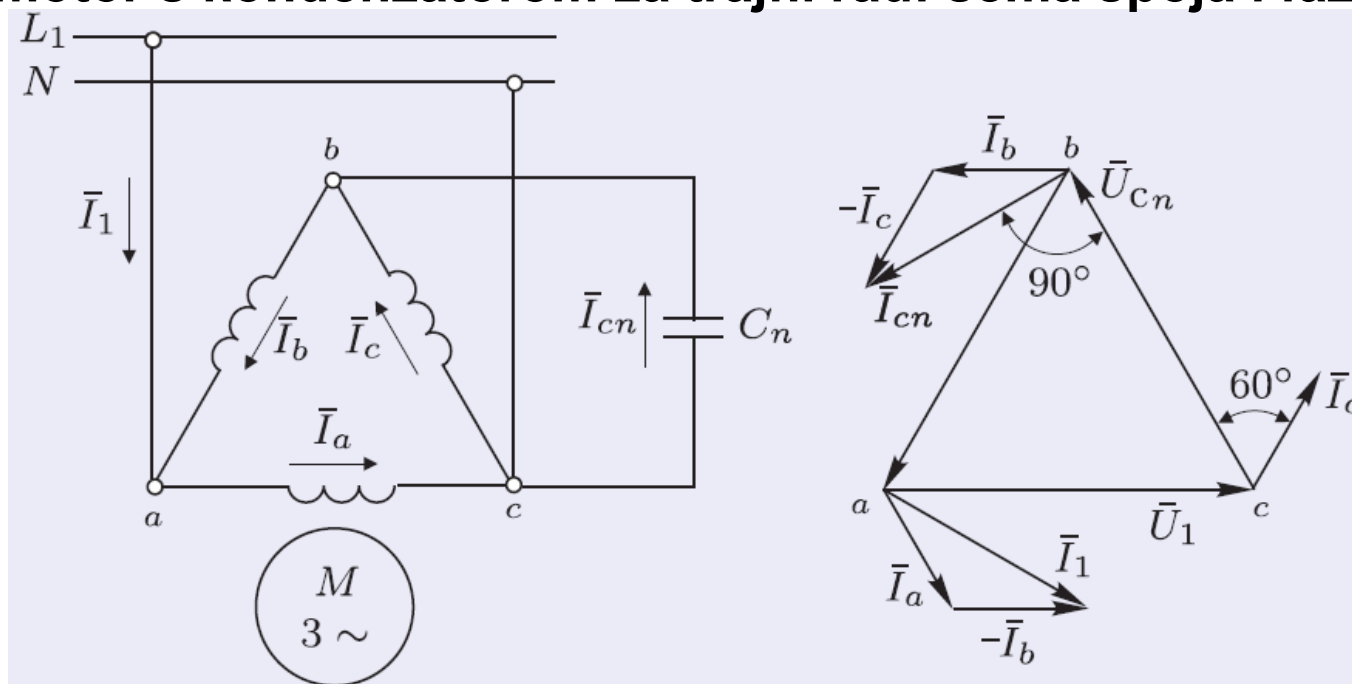
JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR



Jednofazno radi i trofazni AM kada zbog prekida u jednom faznom vodu (zbog reagovanja osigurača) ostane na dve faze odnosno na jednom međufaznom naponu. Motor će nastaviti da se obrće u smeru koji je imao pre prekida faze, ali će zbog delovanja inverznog momenta doći do smanjenja njegovog elektromagnetnog momenta. Posledica smanjenja momenta biće povećana snaga koju motor uzima iz mreže što bi moglo dovesti do prorade termičke zaštite motora ili možda oštećenja namotaj. Trofazni motor u jednofaznom radu može se opteretiti sa 50-60% svog nominalnog momenta. Motor se pri ponovnom uključanju ne može pokrenuti jer je u njemu nastalo pulsirajuće polje. Standardni trofazni AM mogu se priključiti na jednofaznu mrežu i koristiti kao jednofazni motori. Za pokretanje dodaje se najčešće kondenzator koji ostaje uključen tokom rada motora.

JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Trofazni motor s kondenzatorom za trajni rad: šema spoja i fazorski dijag.

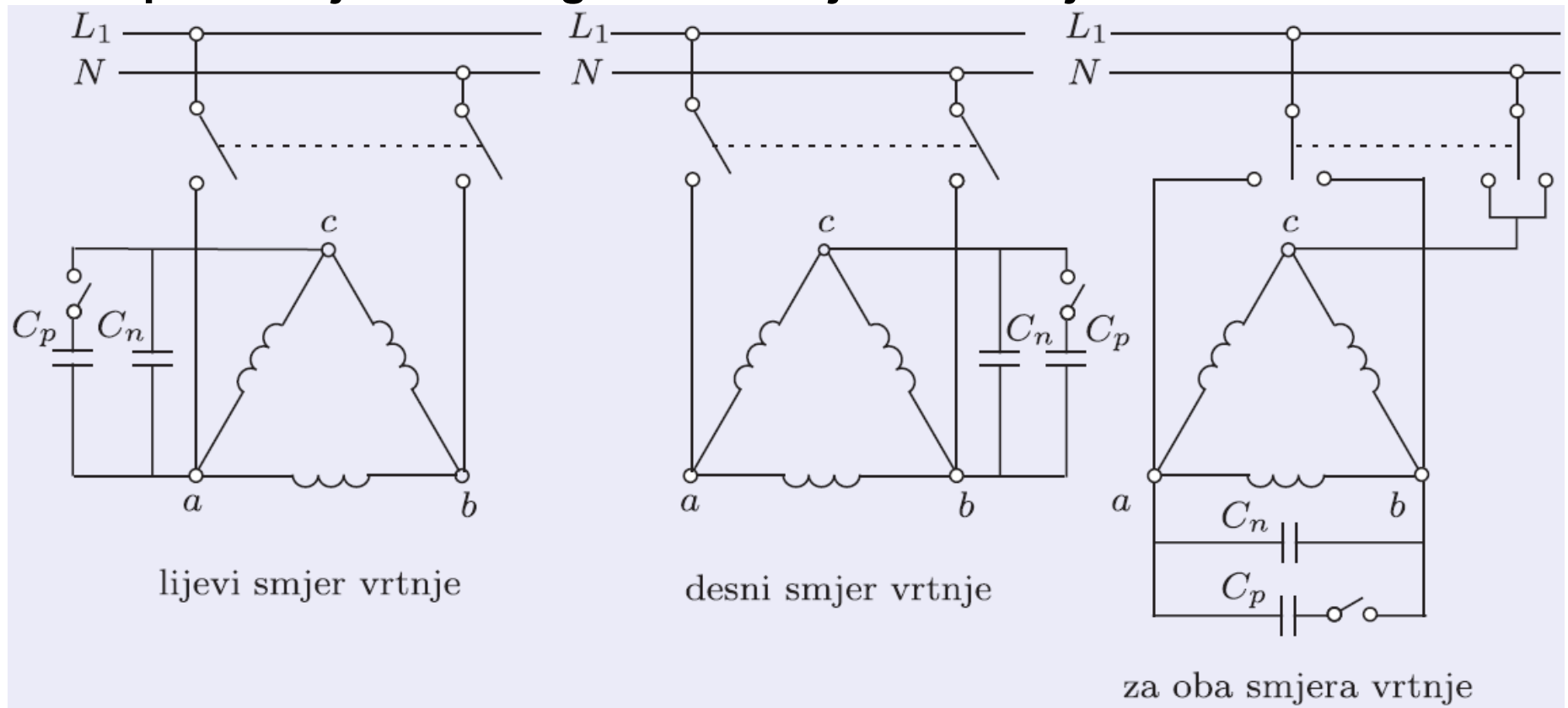


Kapacitet kondenzatora se proračunava tako da u motoru nastane simetrično okretno polje. To zahteva vrednost kondenzatora od cca $75\mu\text{F/kW}$ nazivne snage motora. Potpuno simetrično obrtno polje nije moguće postići pa su radne k-ke u radu na jednofaznoj mreži lošije od radnih k-ka na trofaznoj mreži. Uzrok tome je delovanje inverznog polja i inverznog elektromagnetnog momenta.

$M_{pol} \approx 0,25 M_n$, prevalni momenat je manji a gubici su veći. Trofazni motor koji radi u monofaznoj mreži može se opteretiti sa $0,75 \div 0,8 M_n$.

JEDNOFAZNI ASINHRONI MOTOR

Šema pokretanja trofaznog motora na jednofaznoj mreži.



Ako se paralelno kondenzatoru za trajan rad priključi i kondenzator za pokretanje trofazni motor priključen na jednofaznu mrežu ima bolje k-ke pri pokretanju.

Trofazni motori sa kondenzatorom priključeni na monofaznu mrežu koriste se za pogon pumpi, ventilatora, uređaja manje snage.

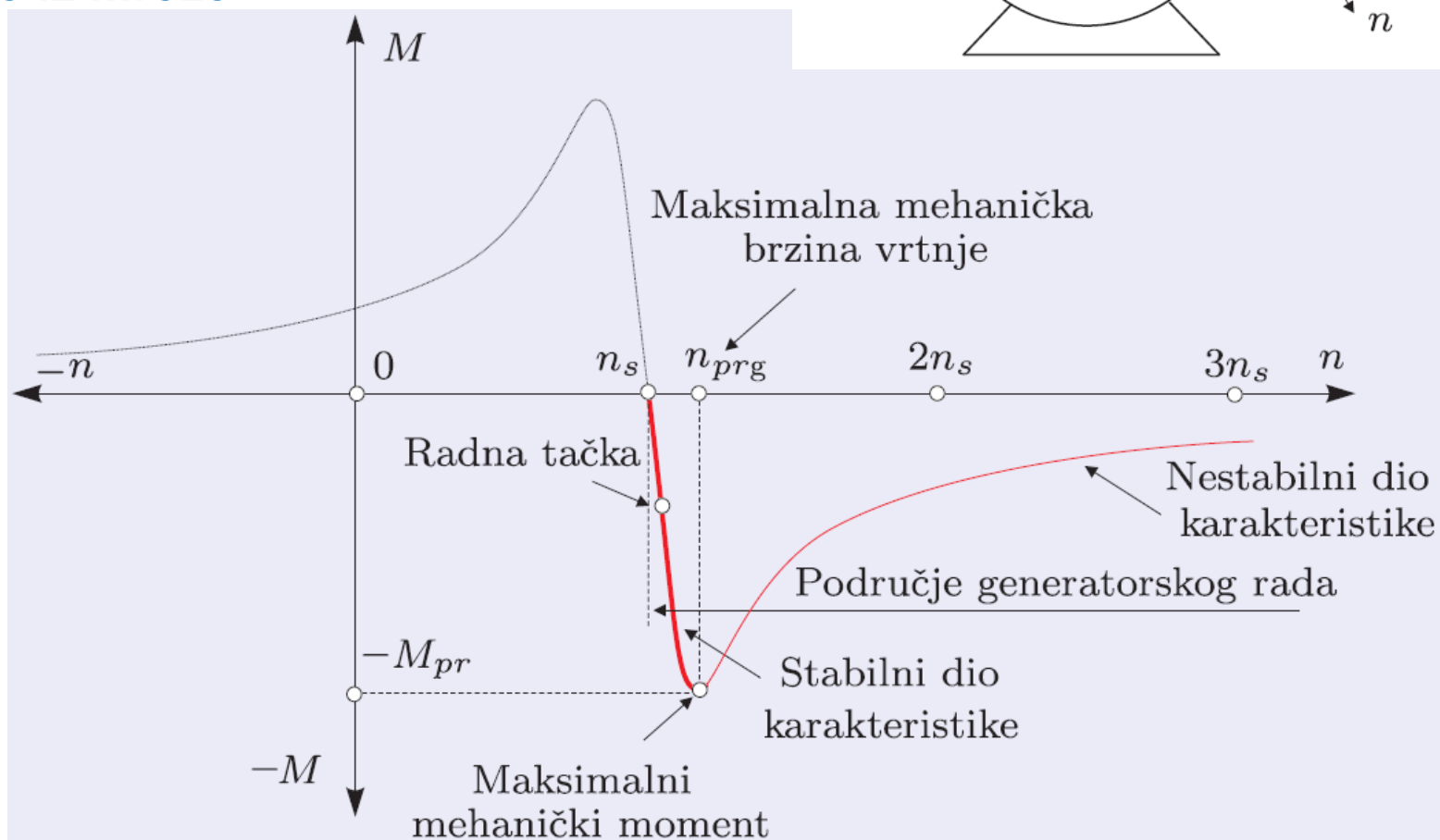
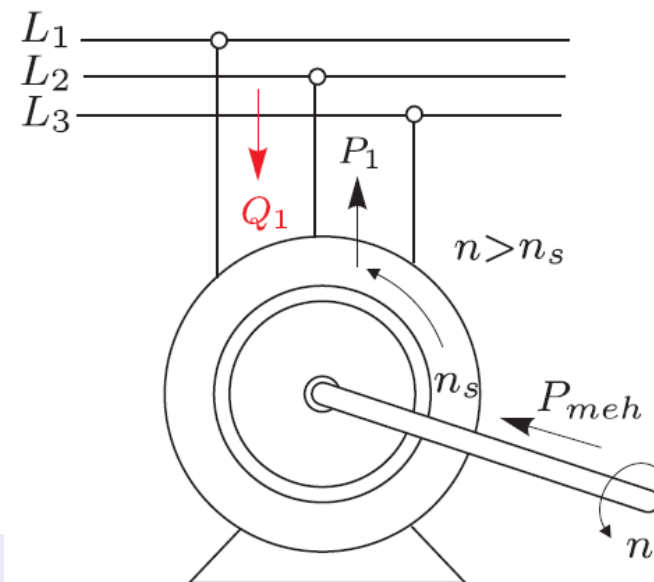
ASINHRONI GENERATORI

AM se mogu naći u generatorskom režimu rada na: **Postojećoj mreži**; **Sopstvenoj mreži**.

Mehanička snaga se dovodi iz pogonske mašine.

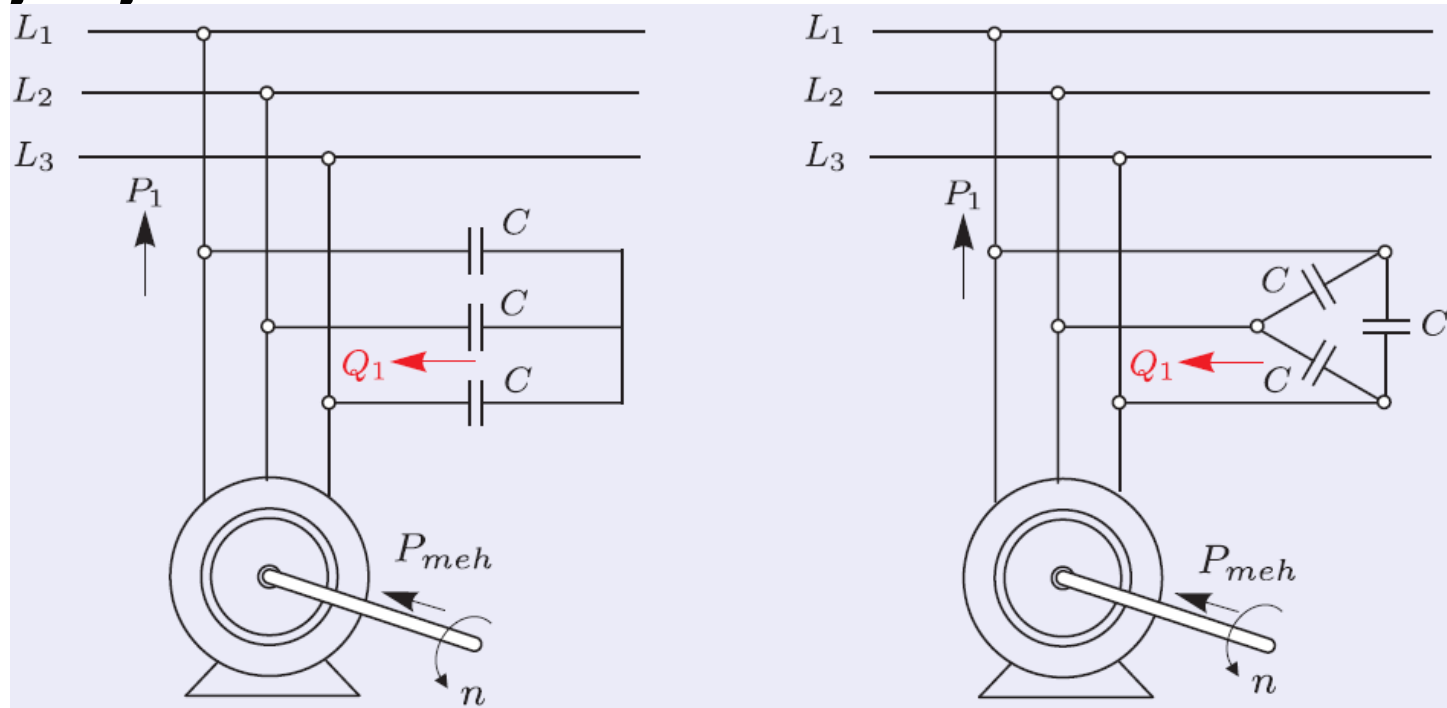
Brzina obrtanja je veća od sinhrona.

Rektivna snaga Q za stvaranje magnetnog polja uzima se iz mreže.



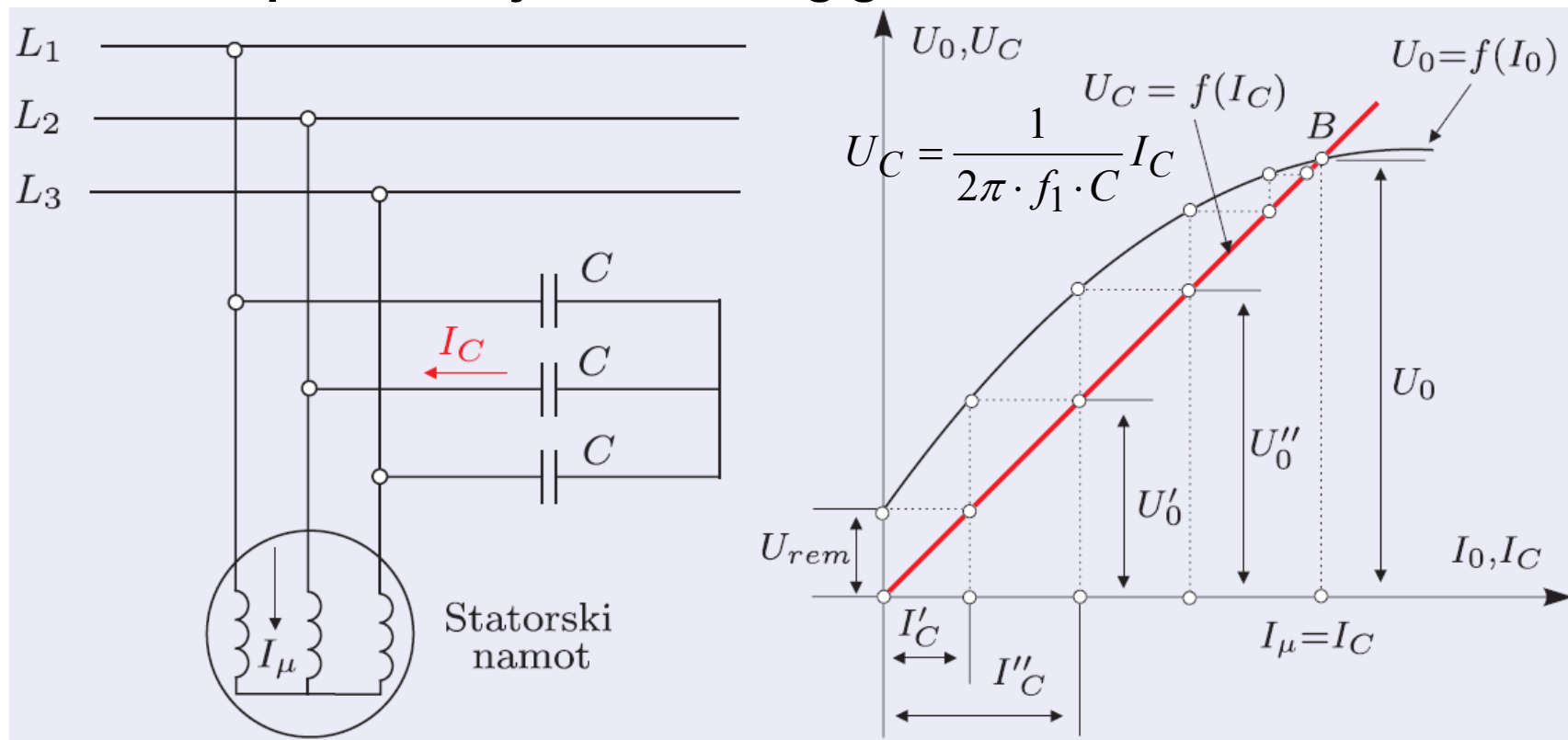
ASINHRONI GENERATORI

U autonomnom radu AG, reaktivna snaga se dobija iz kondenzatora koji se priključuju na statorski namot.



ASINHRONI GENERATORI

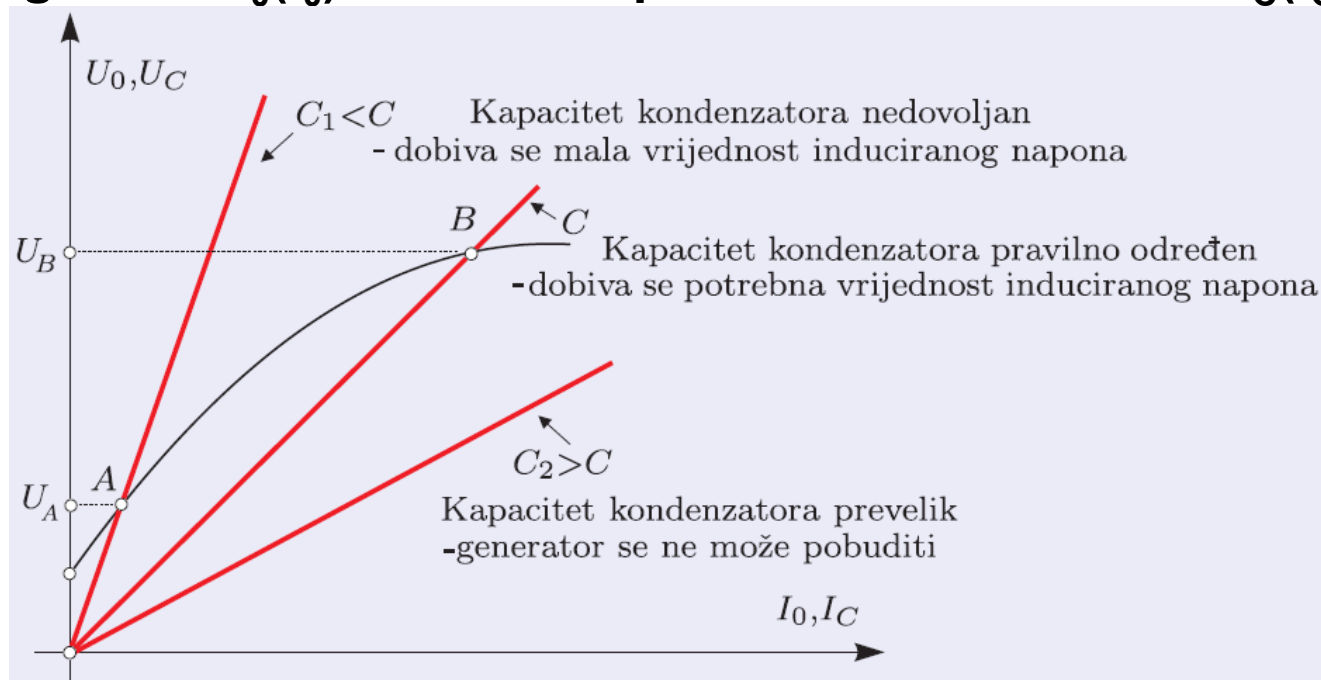
Proces samopobuđivanja asinhronog generatora.



Za početak rada generatora mora postojati remanentni magnetizam u mašini koji je potreban za proces samopobuđivanja. Remanentni magnetizam stvoriće napon koji će poterati struju I'_C u generator koja pobuđuje generator da da napon U'_0 , koji je veći od U_{rem} . Tako će radna tačka završiti u preseku k-ke praznog hoda $U_0(I_0)$ i k-ke kondenzatora $U_C(I_C)$, to je tačka B.

ASINHRONI GENERATORI

Veličinu indukovanog napona u praznom hodu određuje tačka preseka k-ke praznog hoda $U_0(I_0)$ s k-kom napona na kondenzatora $U_C(I_C)$ tačka A i B.



Vrednost kapaciteta kondenzatora koji se priključuje u jednu fazu (za spoj Y) asinhronog generatora određuje se iz jednakosti napona generatora i napona na kondenzatoru u tački preseka karakteristika.

$$I_\mu \cdot X_\mu = I_C \cdot X_C \quad I_\mu \cdot 2\pi f_1 L_\mu = I_C \cdot \frac{1}{2\pi f_1 C} \quad C = \frac{1}{(2\pi f_1)^2 L_\mu}$$

Kondenzator mora biti odabran prema induktivnosti magnećenja. Nakon što se završio proces samopobuđivanja na generator se može priključiti potrošač.

ASINHRONI GENERATORI

Priključenje potrošača ima za posledicu smanjenje brzine obrtanja generatora a to uzrokuje:

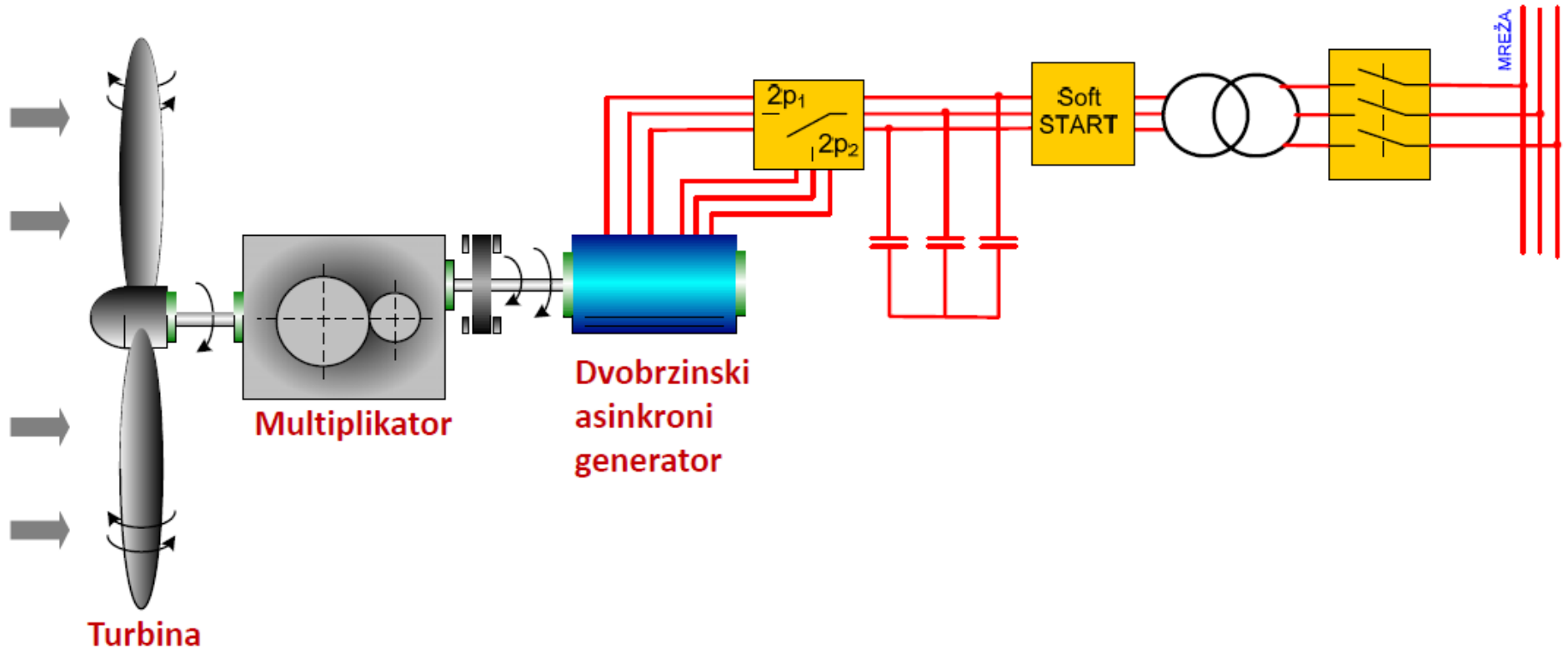
Smanjenjem frekvencije indukovano napona

Snižanje napona na stezaljkama generatora.

Korekcija brzine obrtanja realizuje se dovođenjem dodatne mehaničke snage iz pogonske mašine na vrtailo generatora.

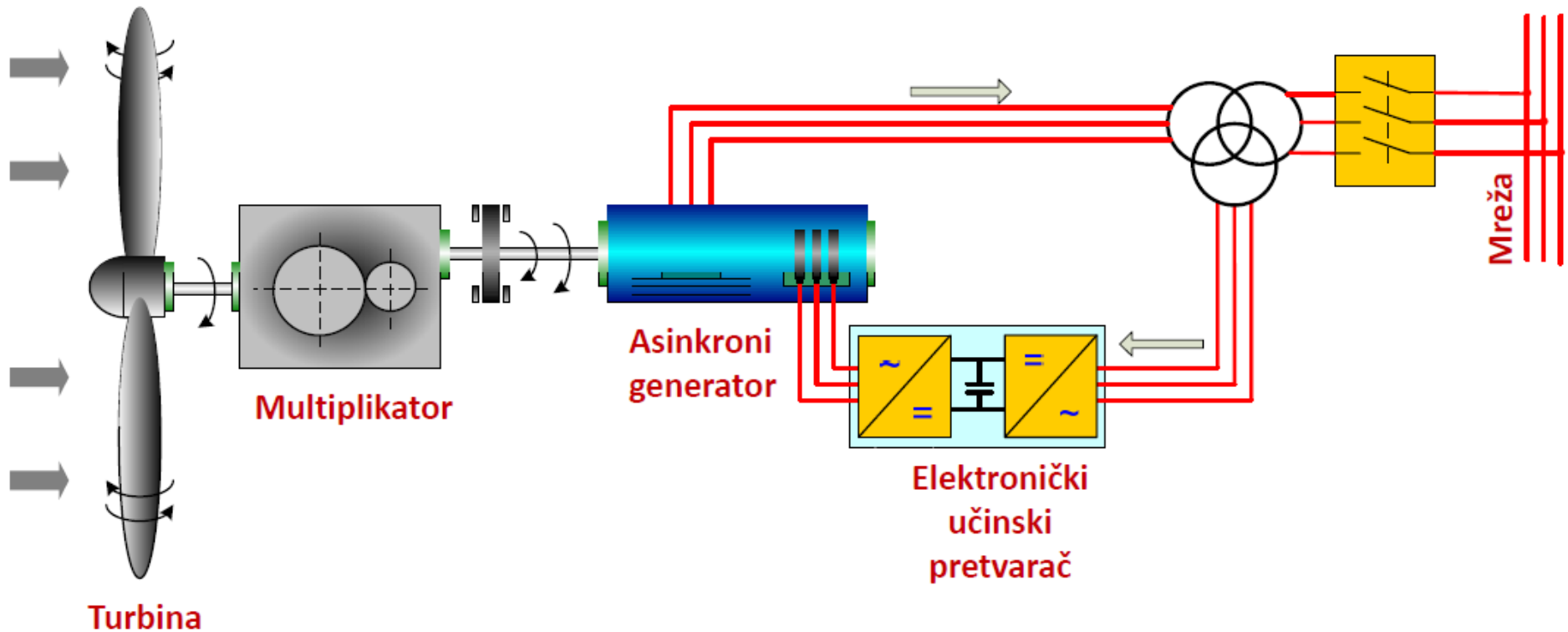
Priključenjem potrošača reaktivne snage koju isporučuju kondenzatori deli se na reaktivnu snagu potrebnu potrošaču i snagu potrebnu za magnećenje. Priključenjem ovakvog potrošača snižava se izlazni napon generatora u odnosu na napon u režimu praznog hoda, jer se smanjuje struja magnećenja.

ASINHRONI GENERATORI



Vetrogenerator sa asinhronim generatorom i turbinom konstantne brzine obrtanja. Kondenzatori imaju ulogu za popravak faktora snage AG.

ASINHRONI GENERATORI



Vetrogenerator sa **dvostrano napajanim klizno kolutnim** asinhronim generatorom (*doubly fed induction generator*) i turbinom promenljive brzine obrtanja.

ASINHRONI MOTORI POVIŠENE GREKVENCije

Snaga motora konstantnog momenta proporcionalna je brzini (frekvenciji). Za istu željenu snagu motora može se smanjiti obrtni momenat odnosno masa motora ako se poveća brzina obrtanja. Ovo se koristi u ručnim alatima tako što se u njih ugrađuju trofazni AM povišene frekvencije 150÷400Hz. Na taj način se za dvopolnu konstrukciju postižu sinhronne brzine od:

$$n_s = \frac{60 \cdot f_s}{p} = \frac{60 \cdot 150}{1} = 9000 \text{ o/min} \qquad n_s = \frac{60 \cdot f_s}{p} = \frac{60 \cdot 400}{1} = 24000 \text{ o/min}$$

AM povišene frekvencije koriste se i za specijalne pogone gde je potrebna velika brzina obrtanja.

PARAZITNI MOMENTI AM

Postojanje viših harmonika MPS može biti posledica više pojava:

Viši harmonici zbog raspodele namotaja pri prostoperiodičnoj struji;

Viši harmonici zbog složenoperiodične raspodele struje pri idealizovanoj raspodeli namotaja;

Viši harmonici zbog raspodele namotaja pri složenoperiodičnoj struji.

Pretpostavimo da magnetno polje u AM nije sinusnog oblika već da sadrži više ili manje viših harmoničnih članova usled raspodele namotaja a da je struja statora prostoperiodična. Postoje samo neparni harmonici, koji su:

- 1. Nultog redosleda, harmonici reda $\nu=3(2k+1)=3,9,15,..$ gde je $(k=0,1,..)$ su istofazni i ne mogu stvoriti obrtno polje.**
- 2. Indirektnog redosleda, harmonici reda $\nu=6k-1=5,11,17,..$ gde je $(k=1,2,..)$ formiraju obrtno polje koje rotira u suprotnom smeru od obrtnog polja prvog harmonika.**
- 3. Direktnog redosleda, harmonici reda $\nu=6k+1=7,13,19,..$ gde je $(k=1,2,..)$ formiraju obrtno polje koje rotira u smeru obrtnog polja prvog harmonika.**

Viši harmonici obrtnog polja daju odgovarajuće komponente momenta.