



Izvori električne energije



Proizvodnja električne energije

Električna energija na plovnom objektu se dobija iz sopstvenih izvora, ili preko priključka na kopnu.

Električna energija na brodu se koristi za:

- **glavni pogonski električni sistem** koji osigurava plovidbu (ako brod ima takav sistem).
- **pomoćni brodski električni sistem** koji osigurava ostale procese na brodu.



Izvori električne energije

- Izvori električne energije su uređaji koji pretvaraju neki drugi vid energije (hemijsku, mehaničku, solarnu energiju) u električnu energiju.
- Podjele:
 - Izvori jednosmjernog napona
 - Izvori naizmjeničnog napona

Izvori jednosmjernog napona

Izvori jednosmjernog napona na brodovima su:

- Akumulatorske baterije
- Generatori jednosmjernog napona
- Ispravljači naizmjeničnog napona u jednosmjerni napon.

Oni služe kao izvor istosmjerne električne energije za:

- napajanje pokretača motora sa unutrašnjim sagorijevanjem.
- na manjim jedinicama za napajanje brodske mreže za vrijeme mirovanja u luci,
- za neprekidno napajanje elektronskih uređaja za potrebe navigacije, komunikacije, automatike, alarma i slično.
- pobudnu struju za druge generatore.

Izvori jednosmjernog napona

Akumulatorske baterije su spremišta električne energije u koje se ona dovodi iz spoljašnjih izvora jednosmjerne struje i skladišti hemijskim procesima.

Kod punjenja električna struja se pretvara u hemijsku energiju, a kod pražnjenja se hemijskim procesom oslobađa električna energija.

Ako se dobro odražavaju, predstavljaju jedan od najsigurnijih izvora elektricne energije u postrojenjima besprekidnog napajanja.

Standardni, najčešće korišćeni nazivni naponi aku-baterija su 6, 12, 24, 48, 110 i 220 V.

Izvori naizmjeničnog napona

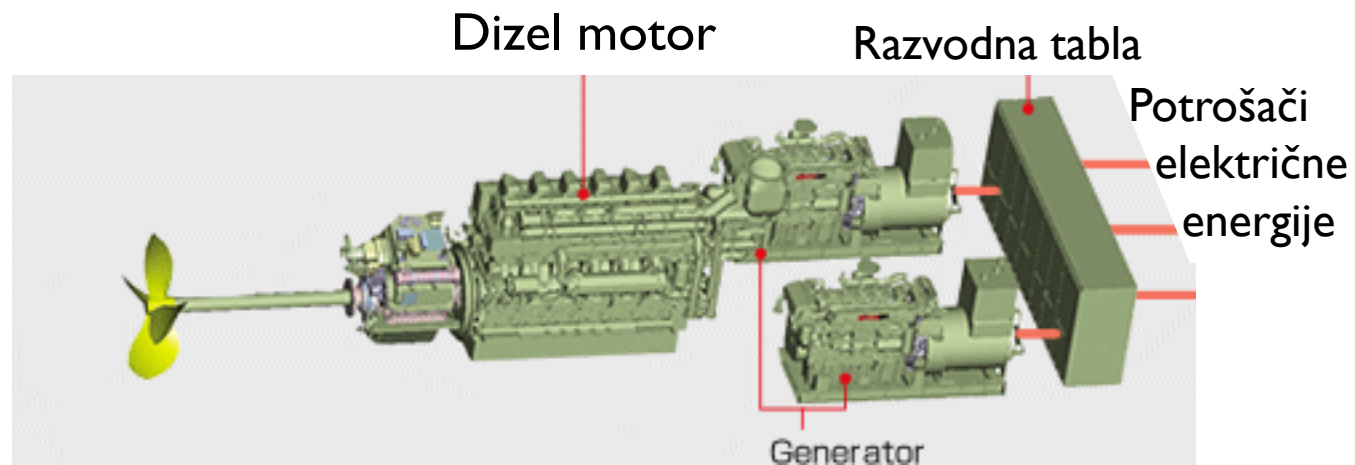
- Sinhroni generatori su uređaji koji pretvaraju mehaničku energiju u električnu energiju. Mehanička energija se dobija od pogonske mašine, a na brodu je to:
 - osovina glavne propulzijske mašine,
 - parna ili gasna turbina,
 - dizelski motor.

Sinhroni generatori

- S obzirom na prethodno, prema vrsti pogonske mašine generatori se dijele na:
 - **Osovinske generatore** (pokreće ih osovina glavne propulzijske mašine broda).
 - **Turbinske generatore** (pokreće ih parna ili gasna turbina).
 - **Dizel generatore** (pokreće ih dizel motor koji se ne koristi za propulziju broda).

Osovinski generatori

- Generator je mehanički spregnut sa pogonskom mašinom koja pokreće plovni objekat.

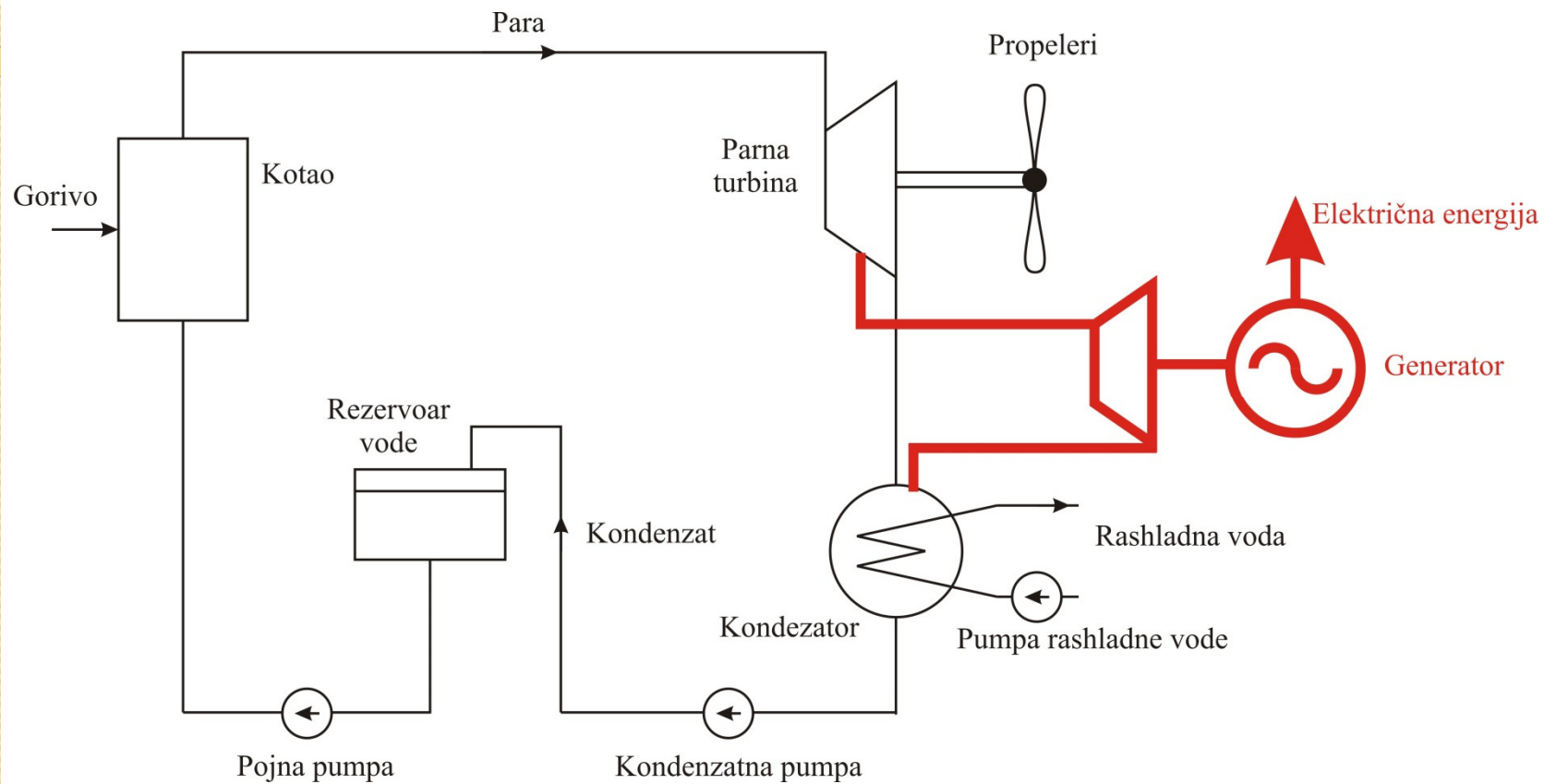




Turbinski generatori

- Pokreće ih parna ili gasna turbina

Turbinski generatori sa parnom turbinom





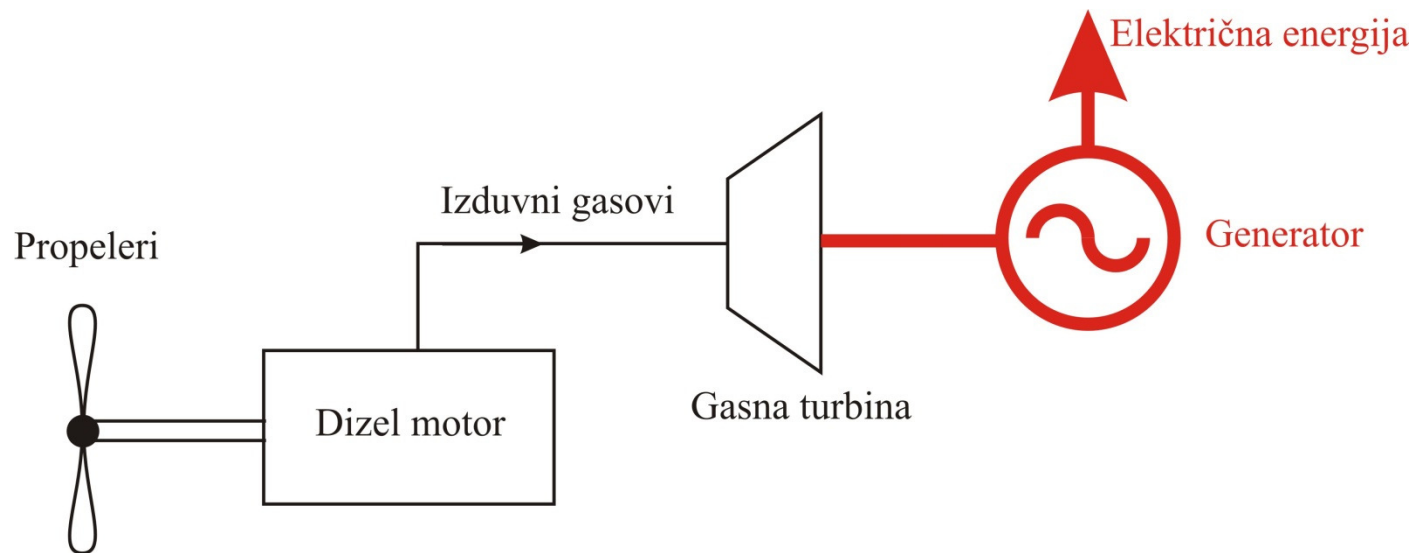
Turbinski generatori sa parnom turbinom

Turbinski generatori sa parnom turbinom upotrebljavaju se u slučajevima:

1. kada plovni objekt ima proizvodnju pare u svrhu pogona turbina za propulziju pa se dio pare koristi i za proizvodnju električne energije.
2. kada ima višak tehnološke pare koji se u turbinskim generatorima pretvara u električnu energiju.
3. kada se na brodu koristi toplota izduvnih gasova dizelskih motora za stvaranje pare koja se onda preko turbogeneratora pretvara u električnu energiju. To su tzv. utilizacioni generatori.

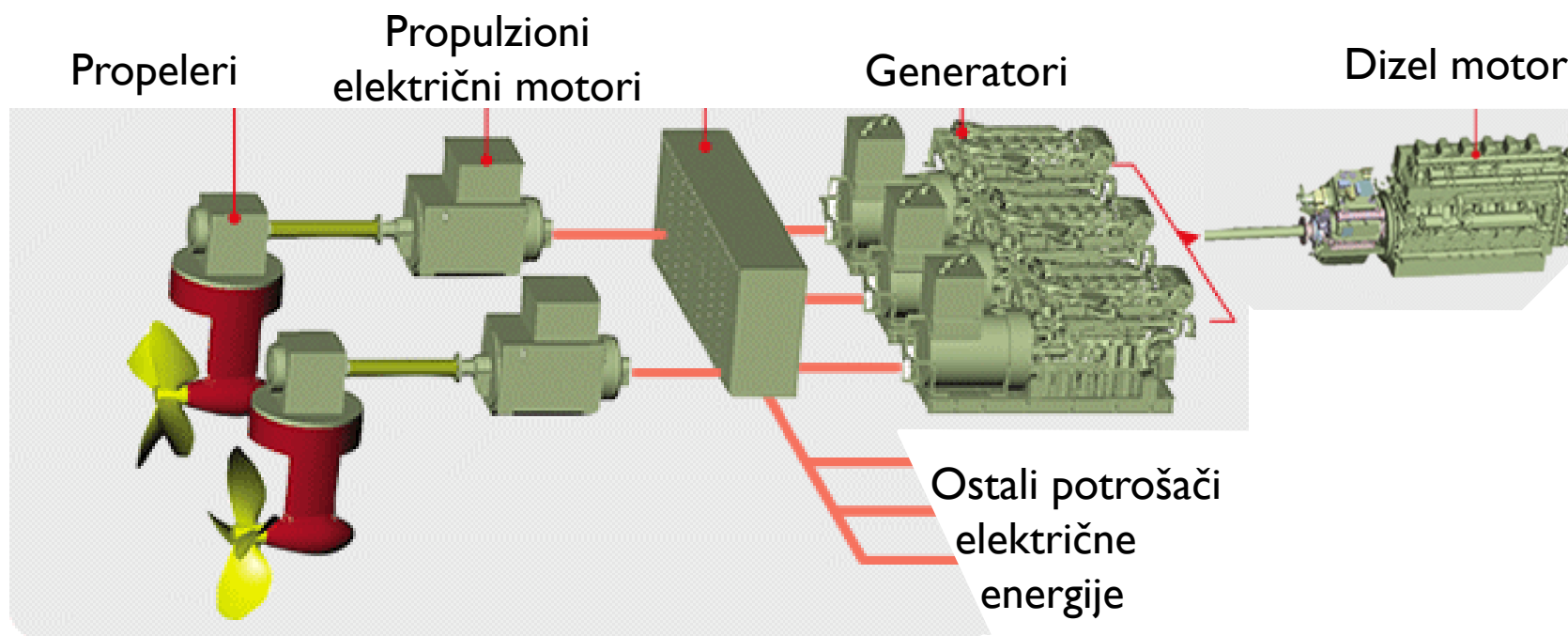
Turbinski generatori sa gasnom turbinom

Kod turbinskih generatora sa gasnom turbinom izduvni gasovi dizel motora za propulziju broda se vode direktno na gasnu turbinu koja pokreće sinhroni generator.

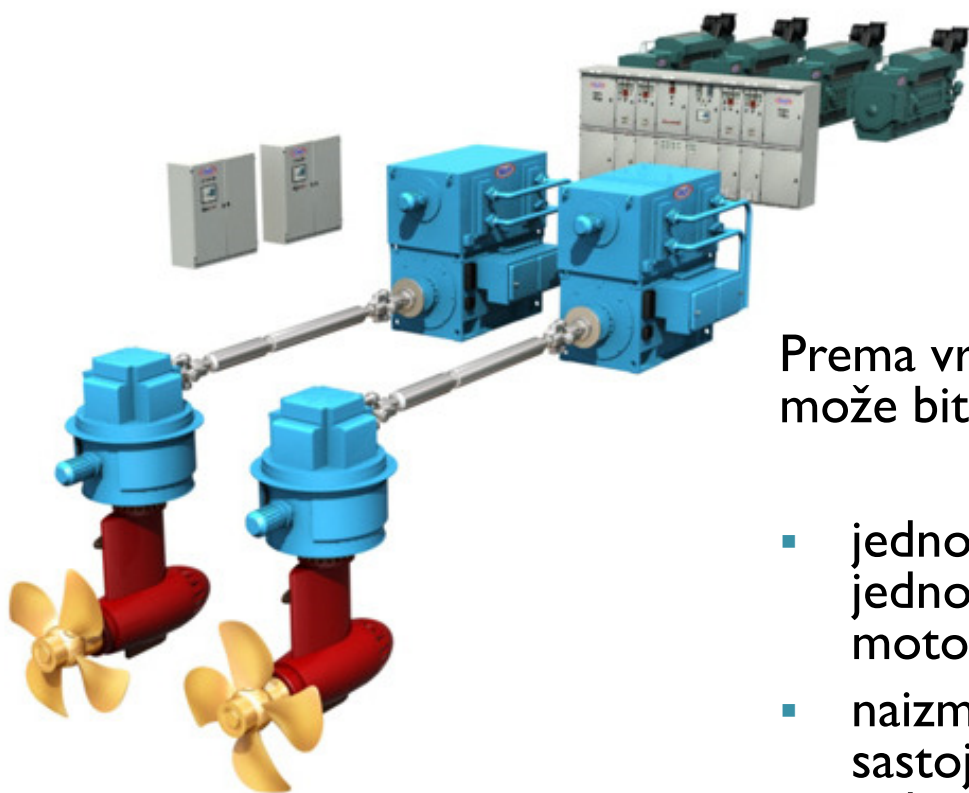


Dizel generatori

- Pokreće ih dizel motor koji se ne koristi kao propulzija broda (tzv. dizel – elektro propulzija).



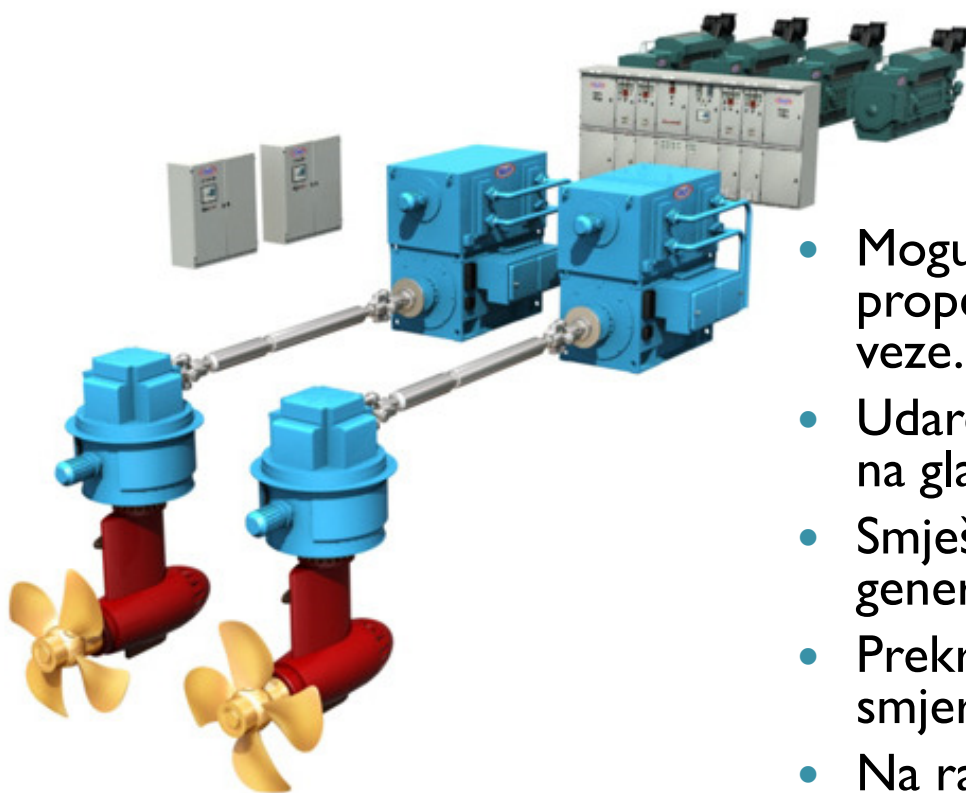
Dizel generatori



Prema vrsti struje, dizel – električna propulzija može biti:

- jednosmjerno – jednosmjerni (sastoji se od jednosmjernog generatora i jednosmjernog motora)
- naizmjenično – jednosmjerni (kombinovani - sastoji se od sinhronog generatora i jednosmjernog motora).
- naizmjenično – naizmjenični (sastoji se od sinhronog generatora i asinhronog propulzijskog motora).

Dizel generatori

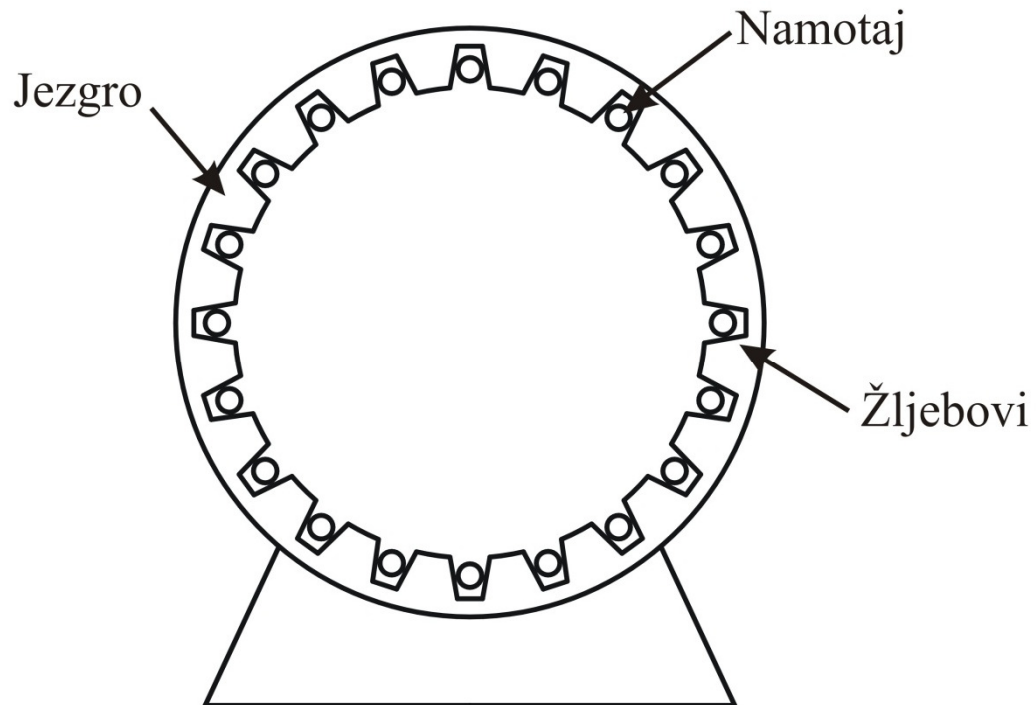


- Mogu se odabrati najpovoljnije brzine propelera i dizel motora jer nema mehaničke veze.
- Udarci i vibracije sa propelera ne prenose se na glavne dizel motore.
- Smještaj primarnih mašina (dizel motora) i generatora bilo gdje na brodu.
- Prekretanje propelera radi se bez promjene smjera obrtanja dizel motora.
- Na raspolaganju je ista snaga za pogon naprijed i nazad.
- Brzina propelera se reguliše u većim granicama
- Bolje manevarske sposobnosti broda.
- Jedna osovina propelera može se pogoniti sa više agregata.

Konstrukcija sinhronog generatora

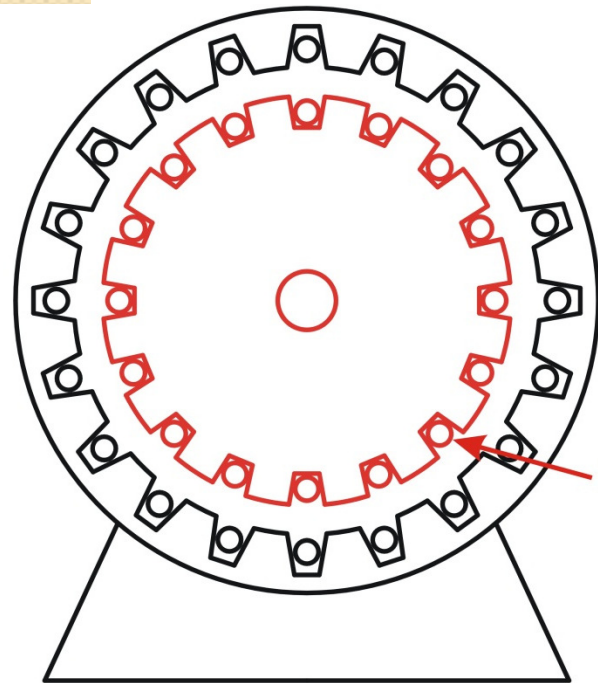
- Sinhroni generator sastoji se od:
 - ❖ ROTORA (pokretni dio koji je mehanički spregnut sa osovnom pokretačke mašine i koji dovodi mehaničku energiju)
 - ❖ STATORA (nepokretni dio u kojem se indukuje električni napon i kroz čije namotaje protiče električna struja).

Stator sinhronog generatora



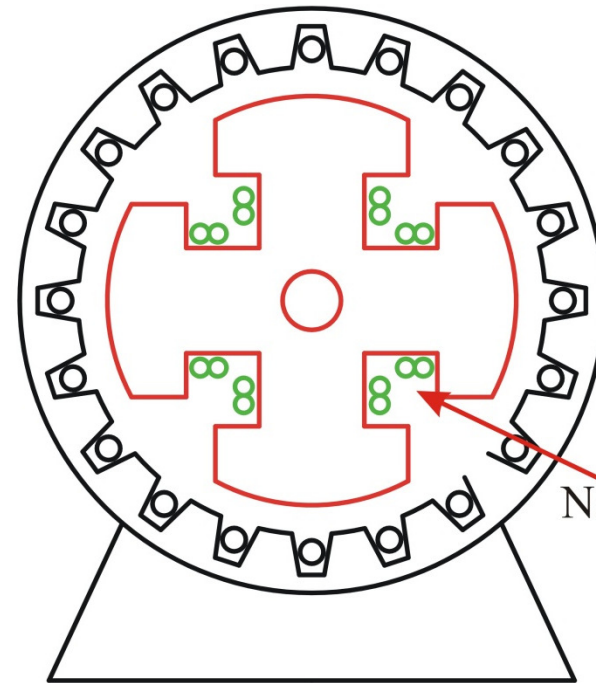
Namotaj je trofazni i raspoređen po obimu mašine. Ose namotaja pojedinih faza su prostorno pomjerene za ugao od 120° .

Rotor sinhronog generatora



Cilindrični rotor

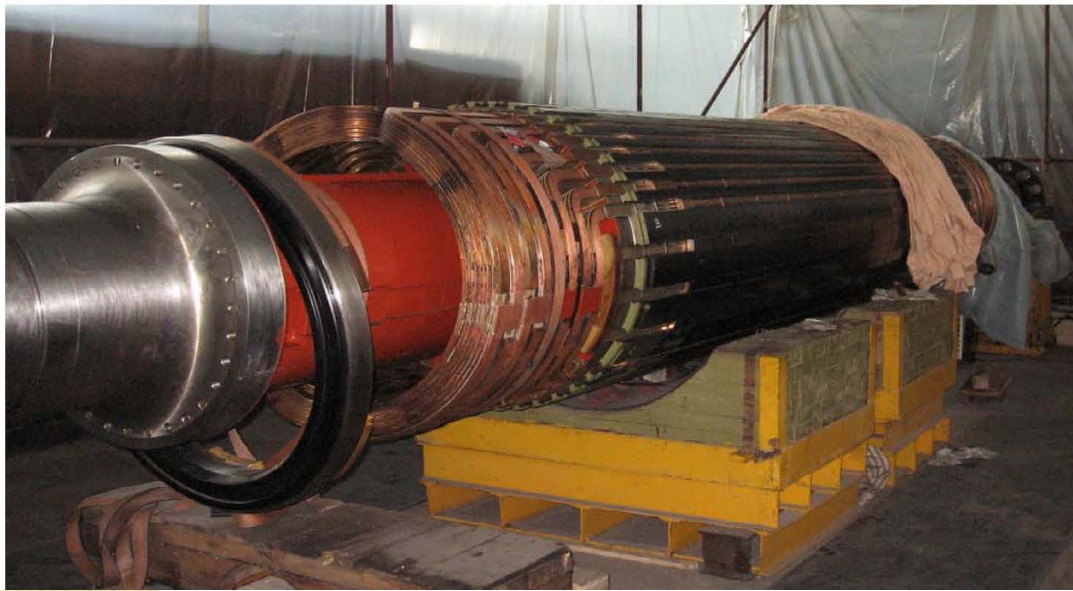
Namotaj rotora



Rotor sa istaknutim polovima

Namotaj rotora

Rotor sinhronog generatora



Cilindrični rotor



Rotor sa istaknutim polovima



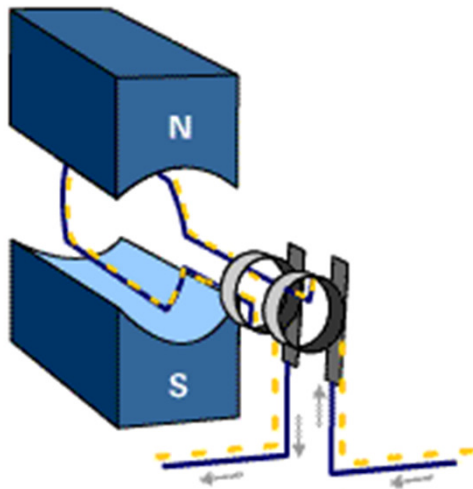
Rotor sinhronog generatora - primjena

Sinhroni generatori sa cilindričnim rotorom se koriste kod velikih brzina obrtanja pogonske mašine (750-3000 obr/min). Namotaj rotora obrazuje 1-2 para polova.

Sinhroni generatori sa rotorom sa istaknutim polovima se primjenjuju kod sporohodnih pogonskih mašina. Obično imaju veći broj pari polova.

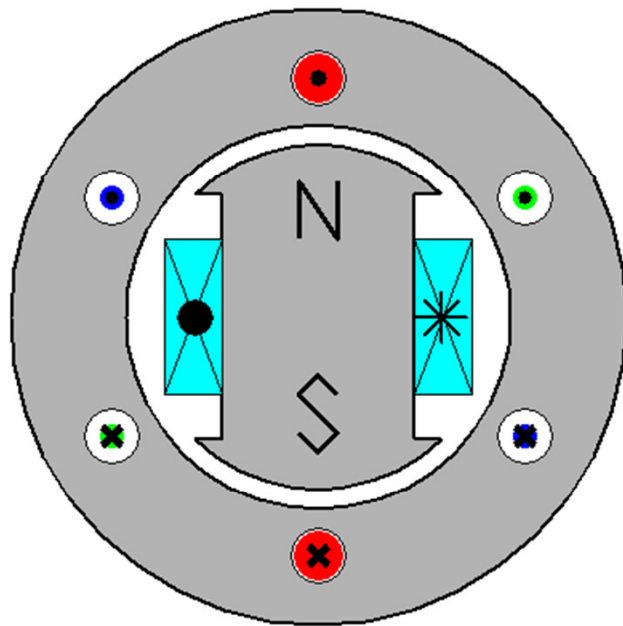
Princip rada sinhronog generatora

Princip rada se bazira na elektromagnetnog indukciji.



$$e = - \frac{d\Phi}{dt}$$

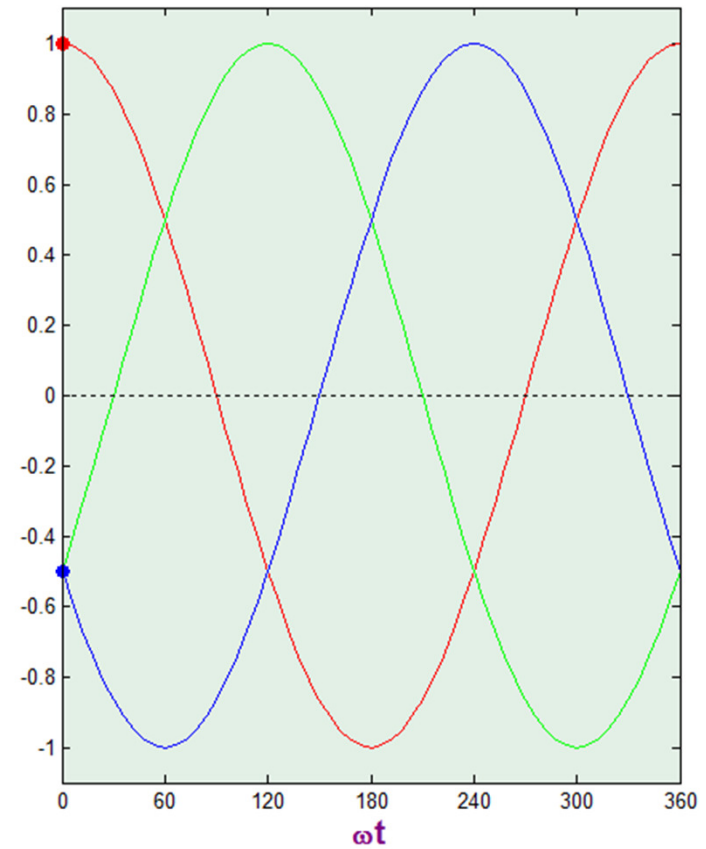
Princip rada sinhronog generatora



Phase A

Phase B

Phase C



Princip rada sinhronog generatora

$$n = \frac{60 \cdot f}{p}$$

- n – brzina obrtanja rotora (obr/min)
- p – broj pari polova
- f - frekvencija



Princip rada sinhronog generatora

- Kada na generator nijesu priključeni potrošači kroz namotaj statora ne protiče struja. Kaže se da generator radi u **praznom hodu**.
- Kada se na generator priključe potrošači, kroz namotaj statora protiče struja.
- Struja kroz stator stvara silu na rotor koja se suprotstavlja sili pogonske mašine koja pokreće rotor.



Osnovne karakteristike sinhronog generatora

Natpisna pločica:

- Proizvođač
- Broj faza
- Frekvencija
- Nazivni napon
- Nazivna snaga
- Nazivni faktor snage
- Sprega namotaja statora
- Jačina i napon pobudne struje



Pobuda sinhronih generatora

- Rotor mora stvarati magnetno polje stalnog inteziteta.
- Generatori manjih snaga imaju stalne magnete.
- Generatori većih snaga: Namotaj rotora se napaja električnom energijom jednosmjerne struje iz spoljašnjeg izvora.

Pobuda sinhronih generatora

- Spoljašnji izvor jednosmjerne struje može biti:
 - **Generator jednosmjerne struje** (tzv. budilica). Nalazi se na istoj osovini kao i rotor sinhronog generatora.
 - **Statički ispravljači** (ispravljaju naizmjenični napon u jednosmjerni).

Pobuda sinhronih generatora

- Danas se na brodovima koriste samouzbudni kompaudirani sinhroni generatori.
 - ✓ **Samouzbudni** – na rotoru sa istaknutim polovima nalazi se zaostali magnetizam kojim se generator pokrene.
 - ✓ **Kompaudirani** – dodatna struja za napajanje rotora dobija se ispravljanjem dijela proizvedene naizmjenične struje samog sinhronog generatora u jednosmjernu.

Upravljanje i regulacija sinhronih generatora

- Osnovni princip:

$$\text{PROIZVODNJA} = \text{POTROŠNJA}$$

- Zato kod sinhronih generatora mora da postoji:
 - Sistem regulacije proizvodnje aktivne snage
 - Sistem regulacije napona generatora

Paralelni rad sinhronih generatora

- Na brodovima (posebno većim brodova) postoji više generatora koji obrazuju električnu stanicu broda.
- Za paralelan rad generatora potrebno je da su ispunjeni sljedeći uslovi:
 - ❖ Ista frekvencija napona
 - ❖ Ista amplituda napona
 - ❖ Isti redosljed faza

svih generatora u paralelnom radu.

Kvarovi sinhronih generatora

- **Kratki spojevi** (struje su nekoliko puta veće od radnih vrijednosti što izaziva termička i dinamička naprezanja namotaja generatora).
- **Naglo rasterećenje generatora** (izaziva tzv. „razlijetanje“ generatora, tj. rotor se veoma ubrzava).