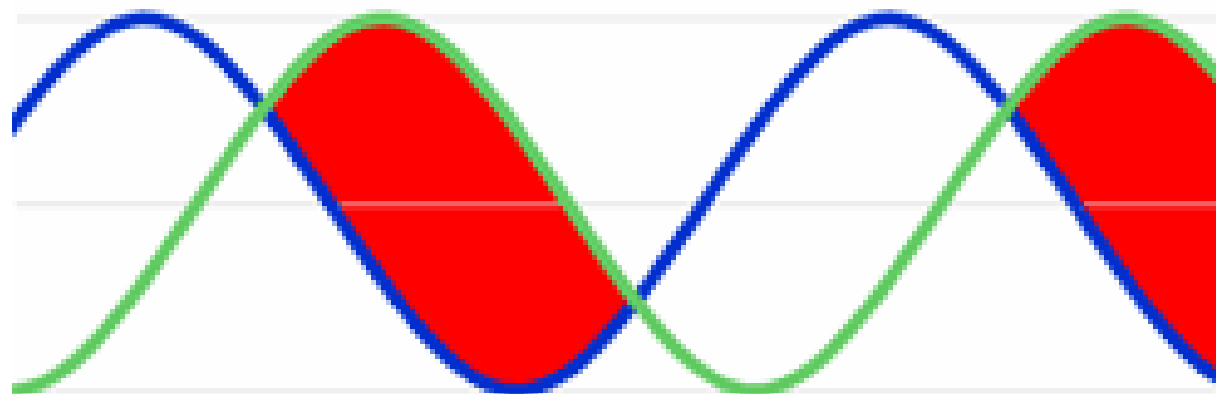
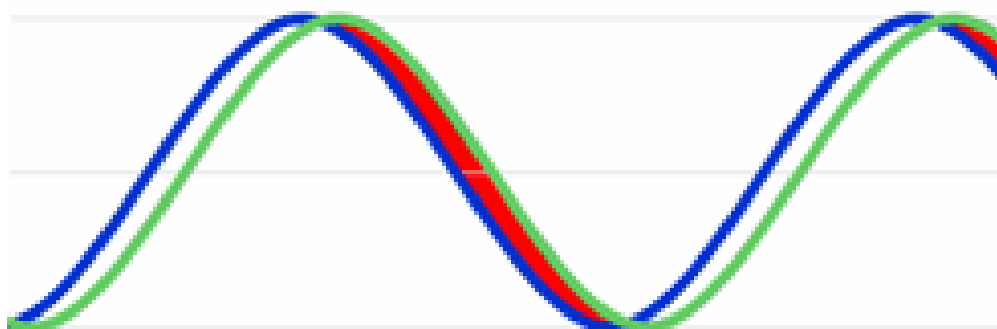
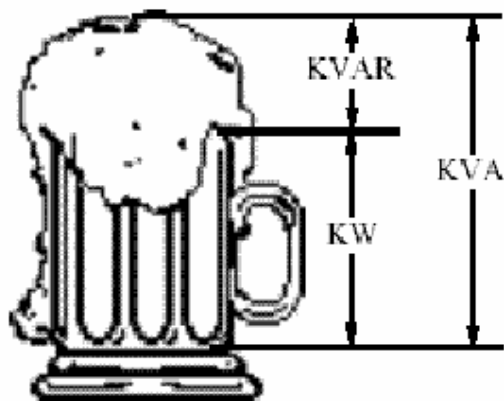




FAKTOR SNAGE?



PREDAVAČ: Dr Željko Despotović, dipl.el.inž

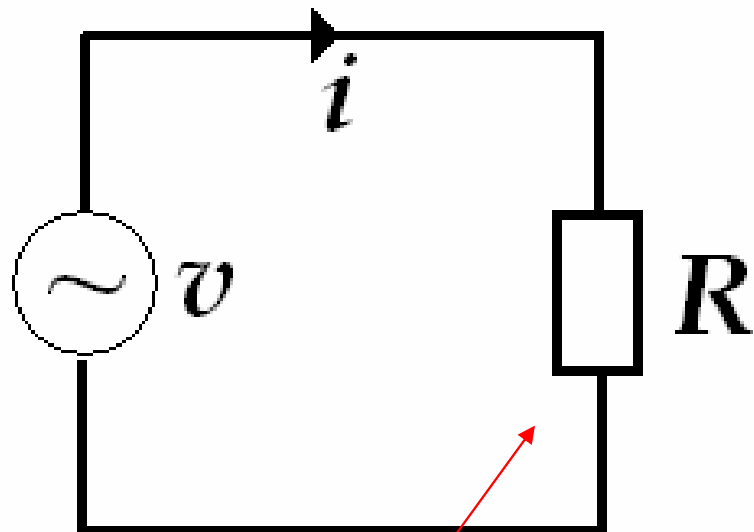
TOK PREDAVANJA

- UVODNE NAPOMENE
- TALASNI OBLICI STRUJA, NAPONA I SNAGA ZA KARAKTERISTIČNA OPTEREĆENJA
- DEFINICIJA FAKTORA SNAGE
- PRIMERI ZA LINAEARNA I NELINEARNA OPTEREĆENJA
- POTREBA ZA KOREKCIJOM
- ANALOGIJE

UVOD

- ŠTA UOPŠTE PREDSTAVLJA FAKTOR SNAGE?
- KAKO SE FAKTOR SNAGE IZRAČUNAVA?
- PRIMERI
- ZAŠTO SE VRŠI NJEGOVA KOREKCIJA?

ČISTO OTPORNO OPTEREĆENJE

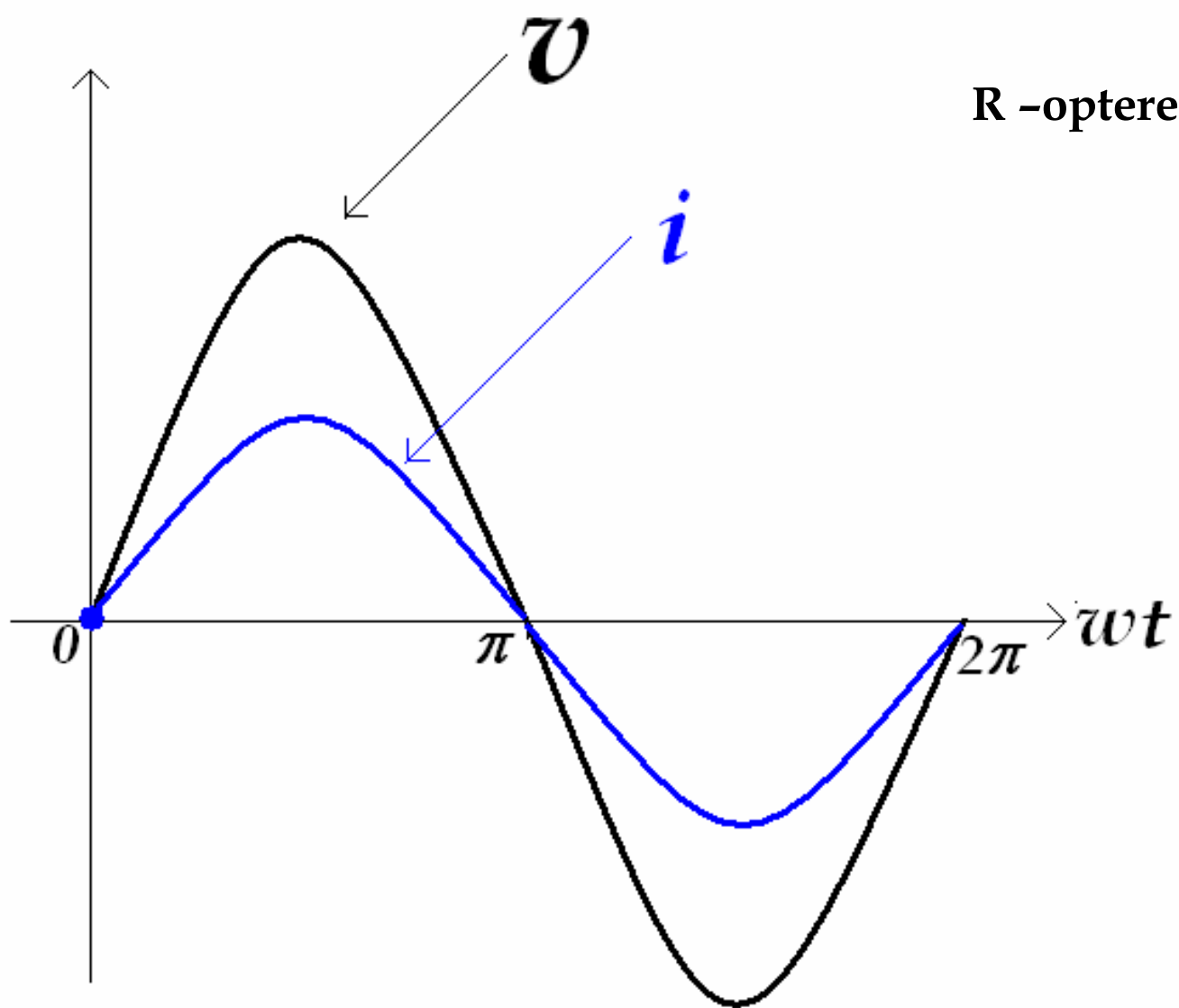


ZA SINUSNI TALASNI OBLIK
NAPONA v KAKAV JE TALASNI
OBLIK STRUJE OPTEREĆENJA i ?

PRETPOSTAVKA : U električnom kolu
je uspostavljen stacionarni režim

ČISTO OTPORNA OPTEREĆENJA:
-SIJALICA
-GREJAČ

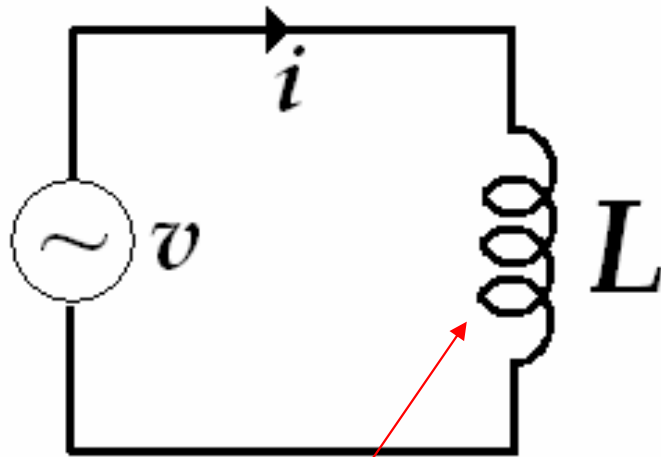




R -opterećenje

Napon i struja su u fazi

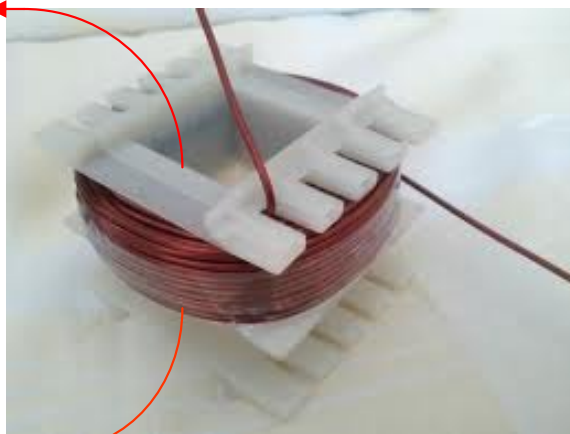
ČISTO INDUKTIVNO OPTEREĆENJE



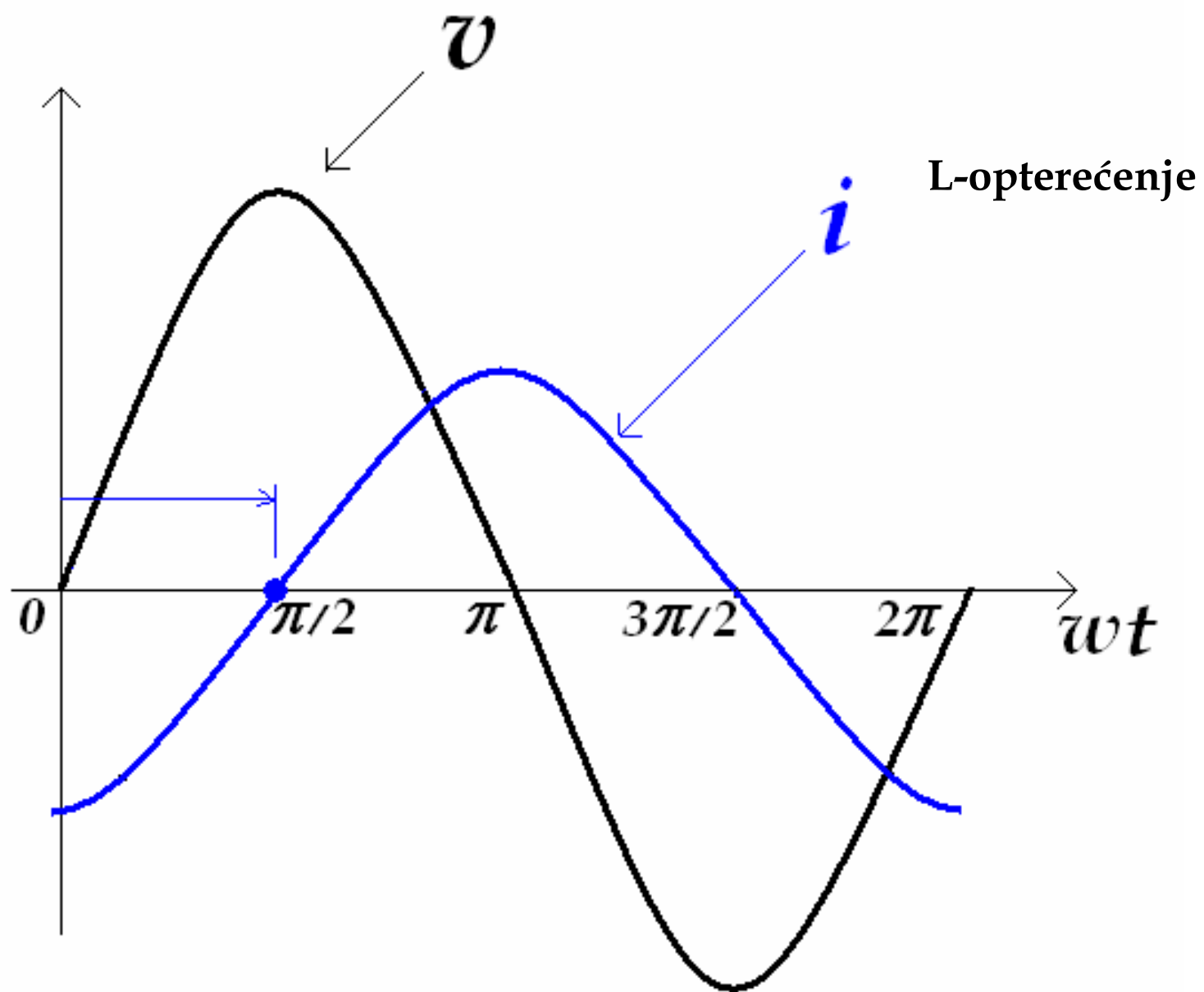
ZA SINUSNI TALASNI OBLIK
NAPONA v KAKAV JE TALASNI
OBLIK STRUJE OPTEREĆENJA i ?

PRETPOSTAVKA : U električnom kolu
je uspostavljen stacionarni režim

→
B

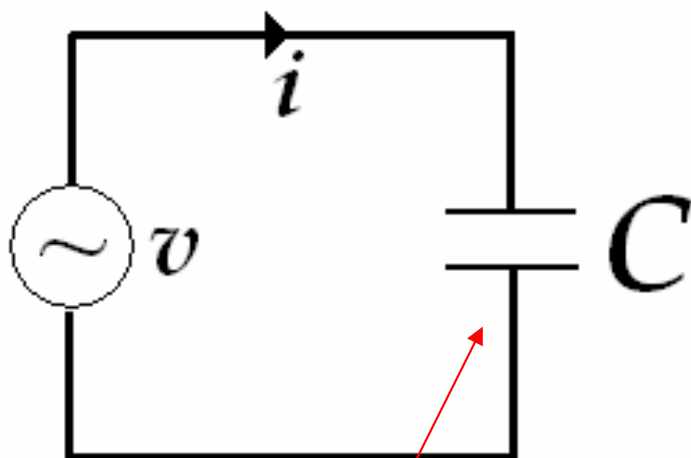


ČISTO INDUKTIVNO OPTEREĆENJE tj.
IDEALNA INDUKTIVNOST NE POSTOJI
ONO ŠTO JE BLISKO IDEALNOM
SLUČAJU JE KALEM SA VRLO MALOM
OMSKOM OTPORNOŠĆU



Struja kasni u odnosu na napon za ugao $\pi/2$

ČISTO KAPACITIVNO OPTEREĆENJE

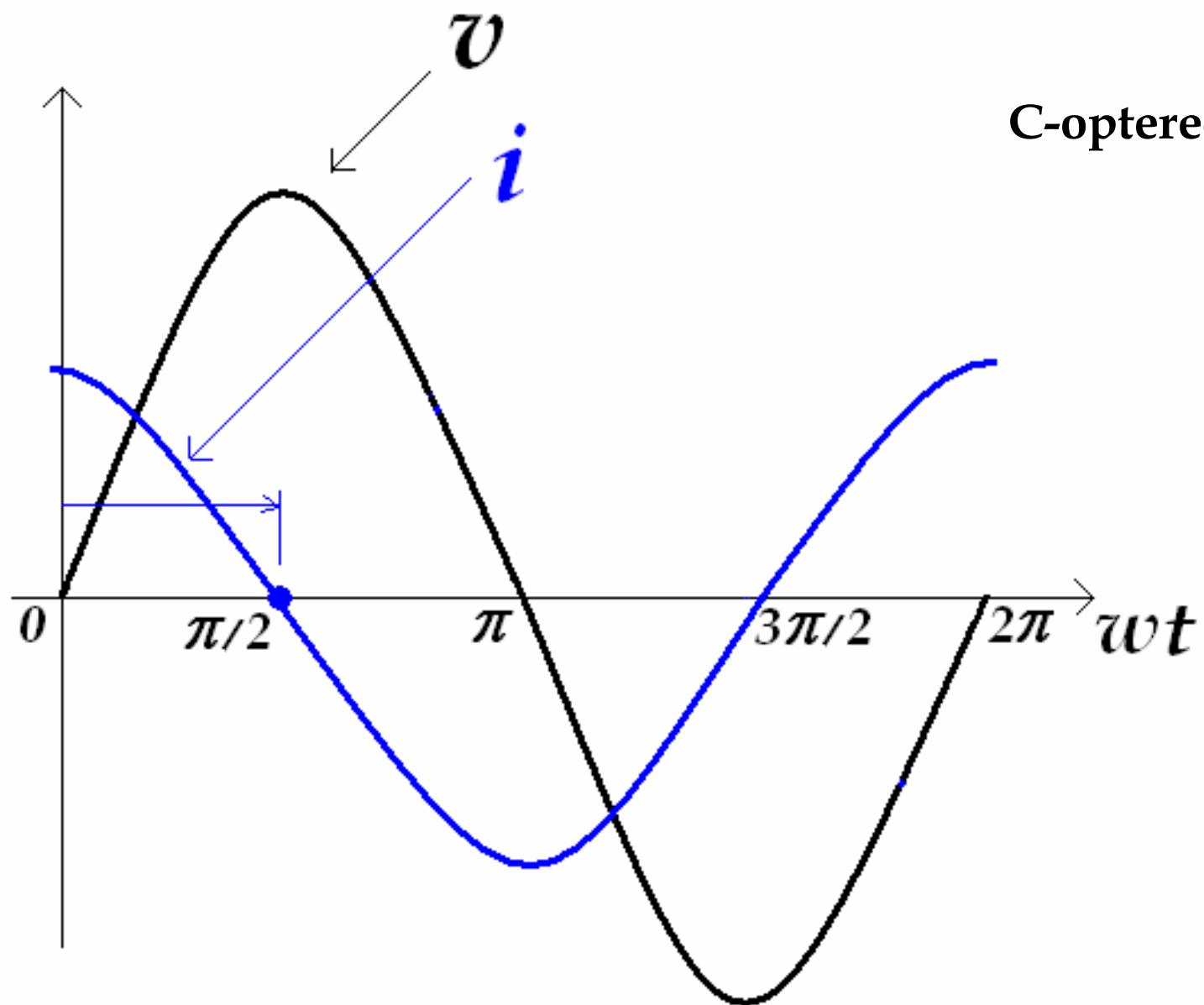


ZA SINUSNI TALASNI OBLIK
NAPONA v KAKAV JE TALASNI
OBLIK STRUJE OPTEREĆENJA i ?

PRETPOSTAVKA : U električnom kolu
je uspostavljen stacionarni režim



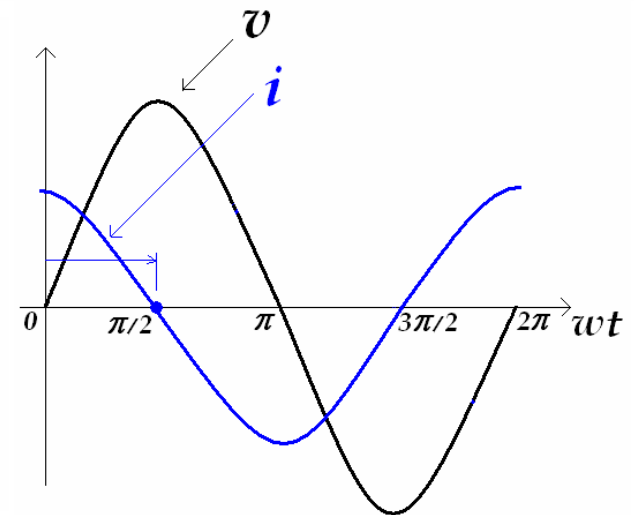
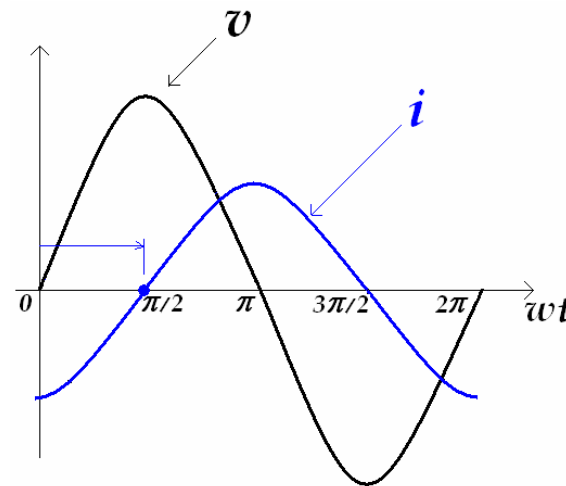
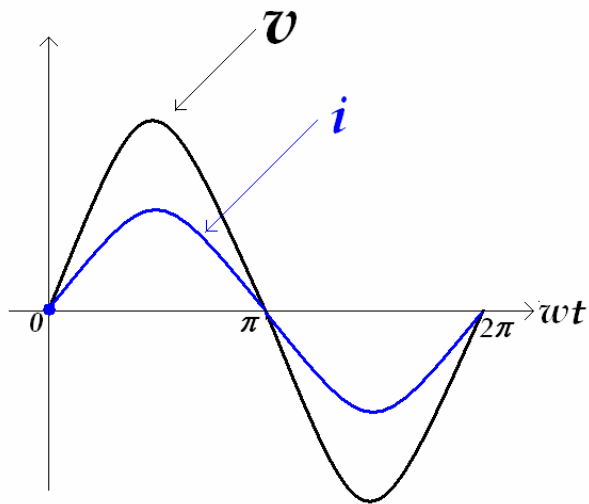
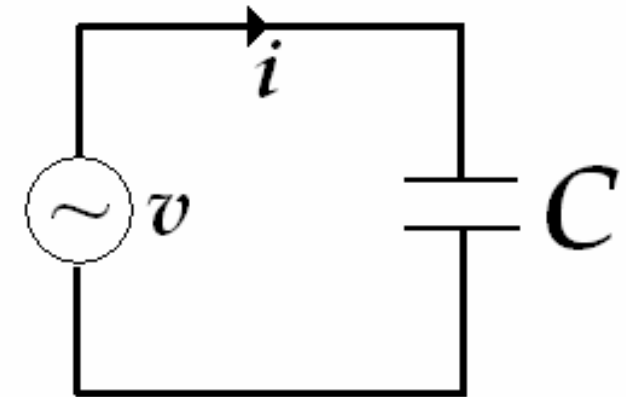
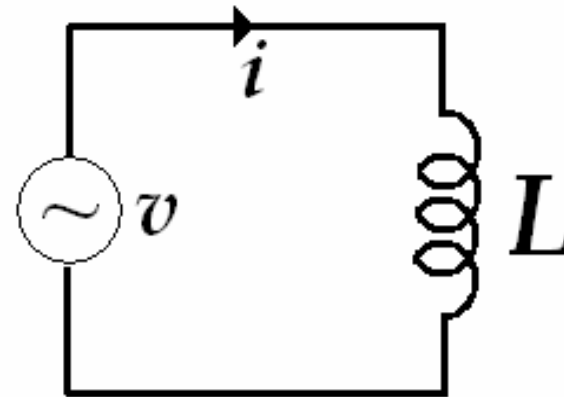
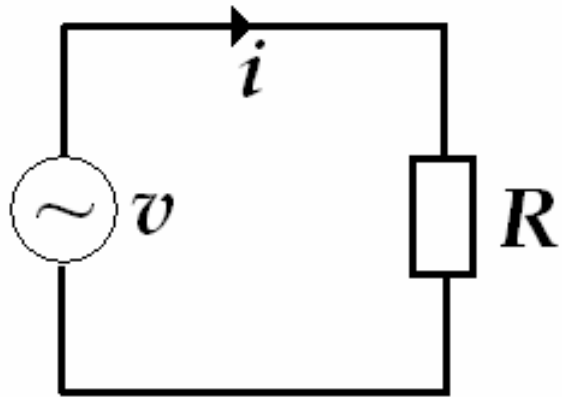
ČISTO KAPACITIVNO OPTEREĆENJE tj.
IDEALNI KONDENZATOR NE POSTOJI
ONO ŠTO JE BLISKO IDEALNOM
SLUČAJU JE KONDENZATOR SA VRLO
MALIM TANGENSOM GUBITAKA



C-opterećenje

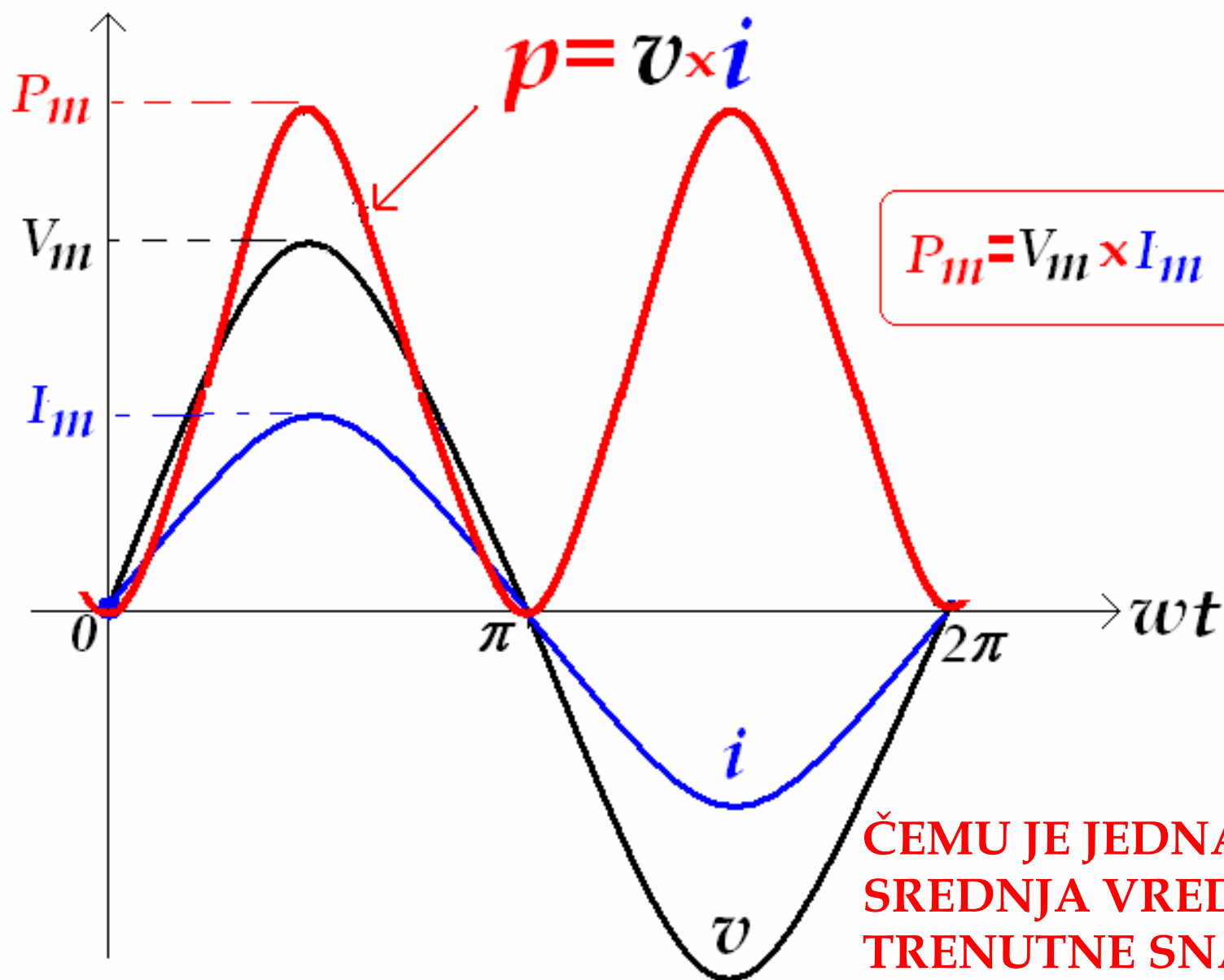
Struja prednjači naponu za ugao $\pi/2$

POREĐENJE



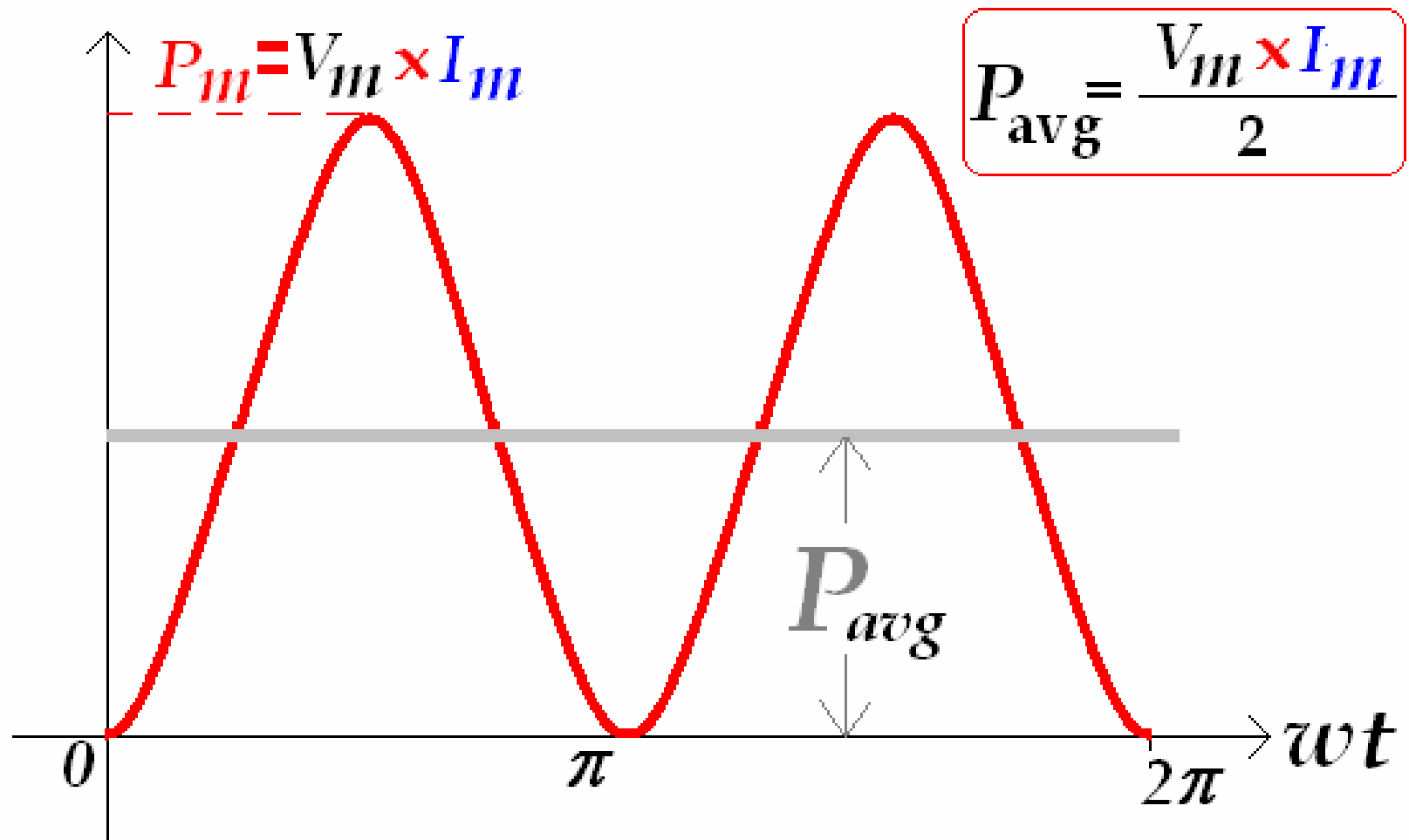
A KAKO IZGLEDAJU TALASNI OBLICI TRENUTNE SNAGE KOJA SE IMA NA SVAKOM OD OVIH OPTEREĆENJA?

OTPORNO OPTEREĆENJE

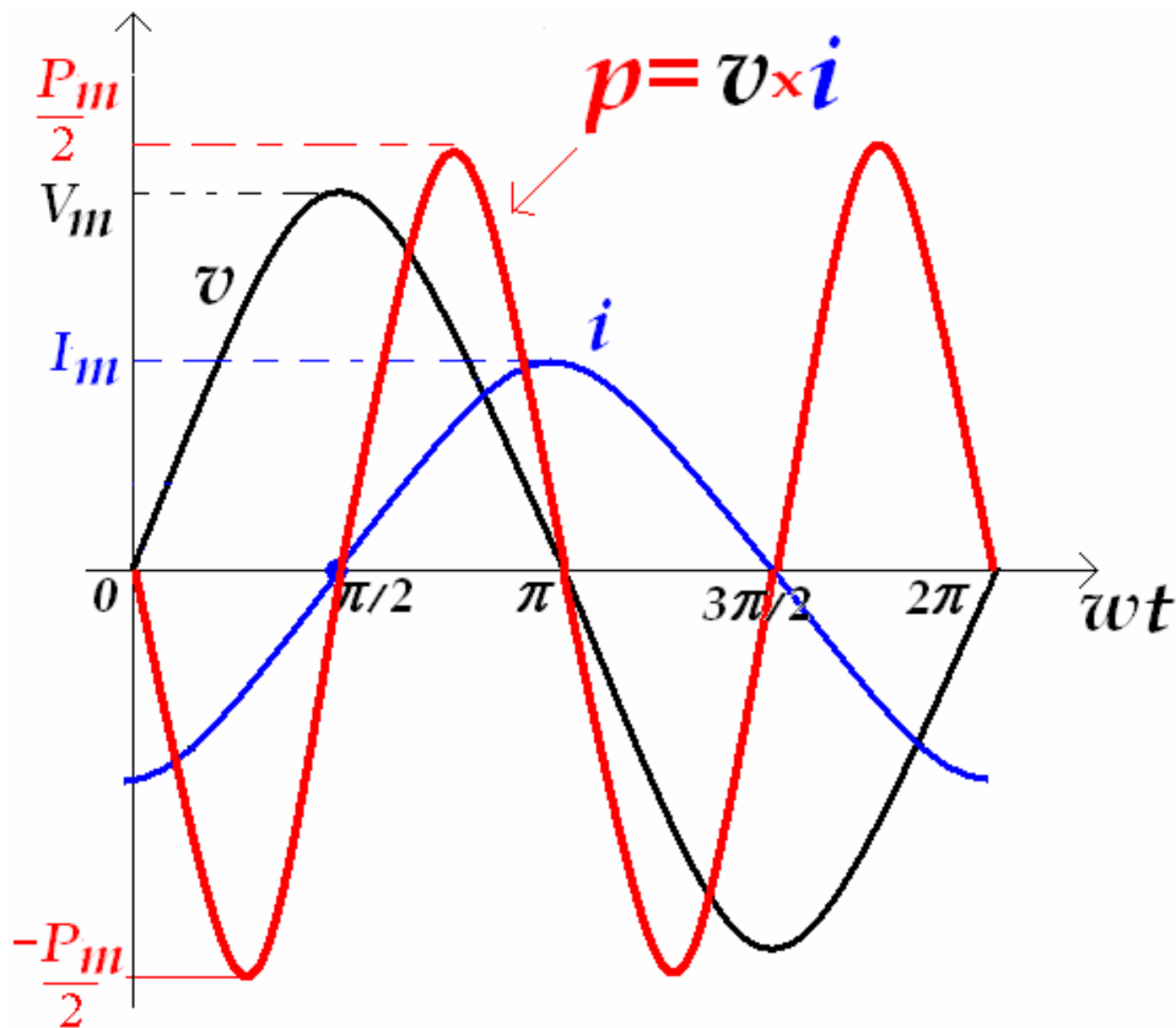


ČEMU JE JEDNAKA
SREDNJA VREDNOST
TRENUTNE SNAGE p ?

SREDNJA VREDNOST TRENUTNE SNAGE-OTPORNO OPTEREČENJE

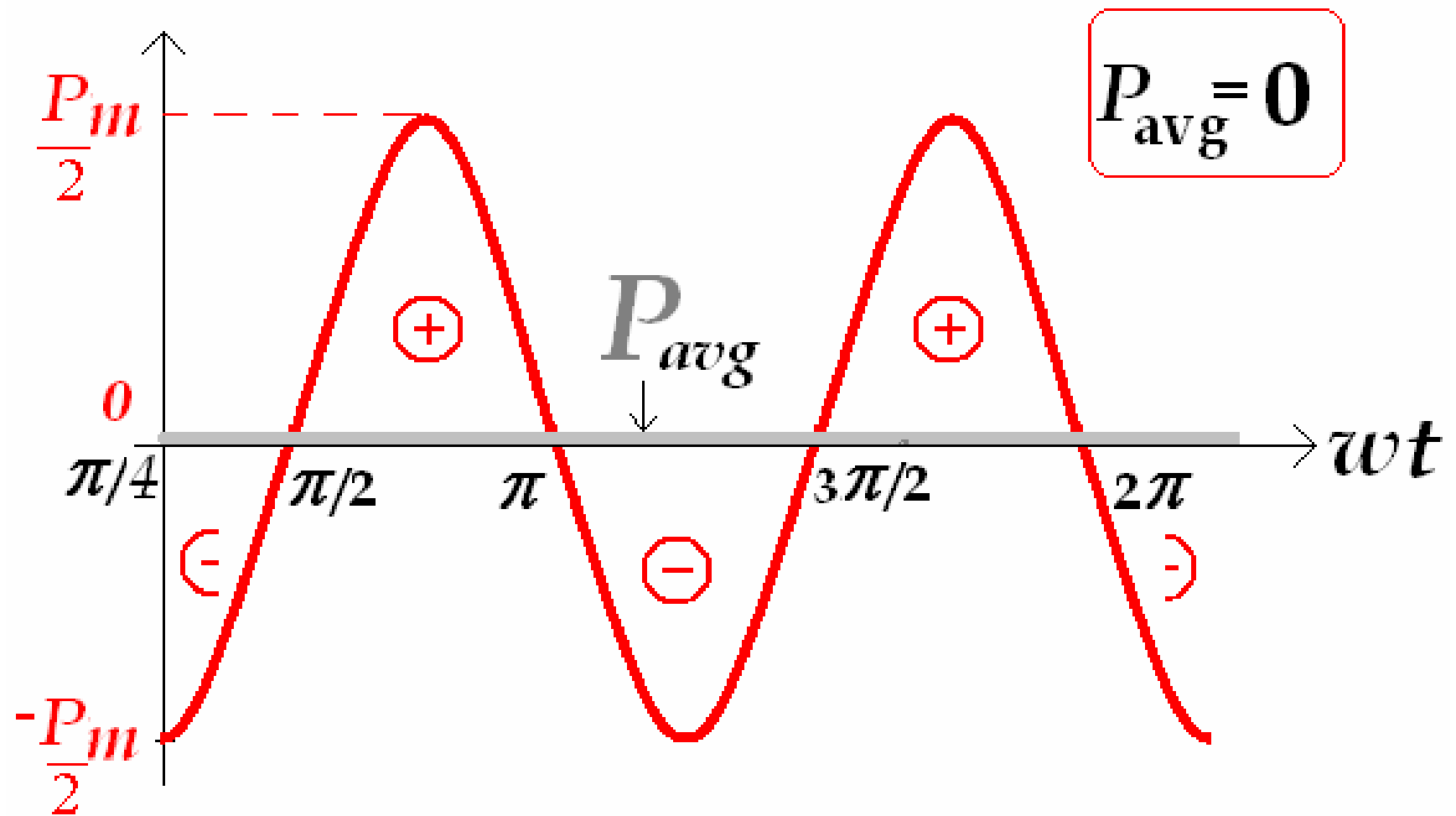


ČISTO INDUKTIVNO OPTEREĆENJE

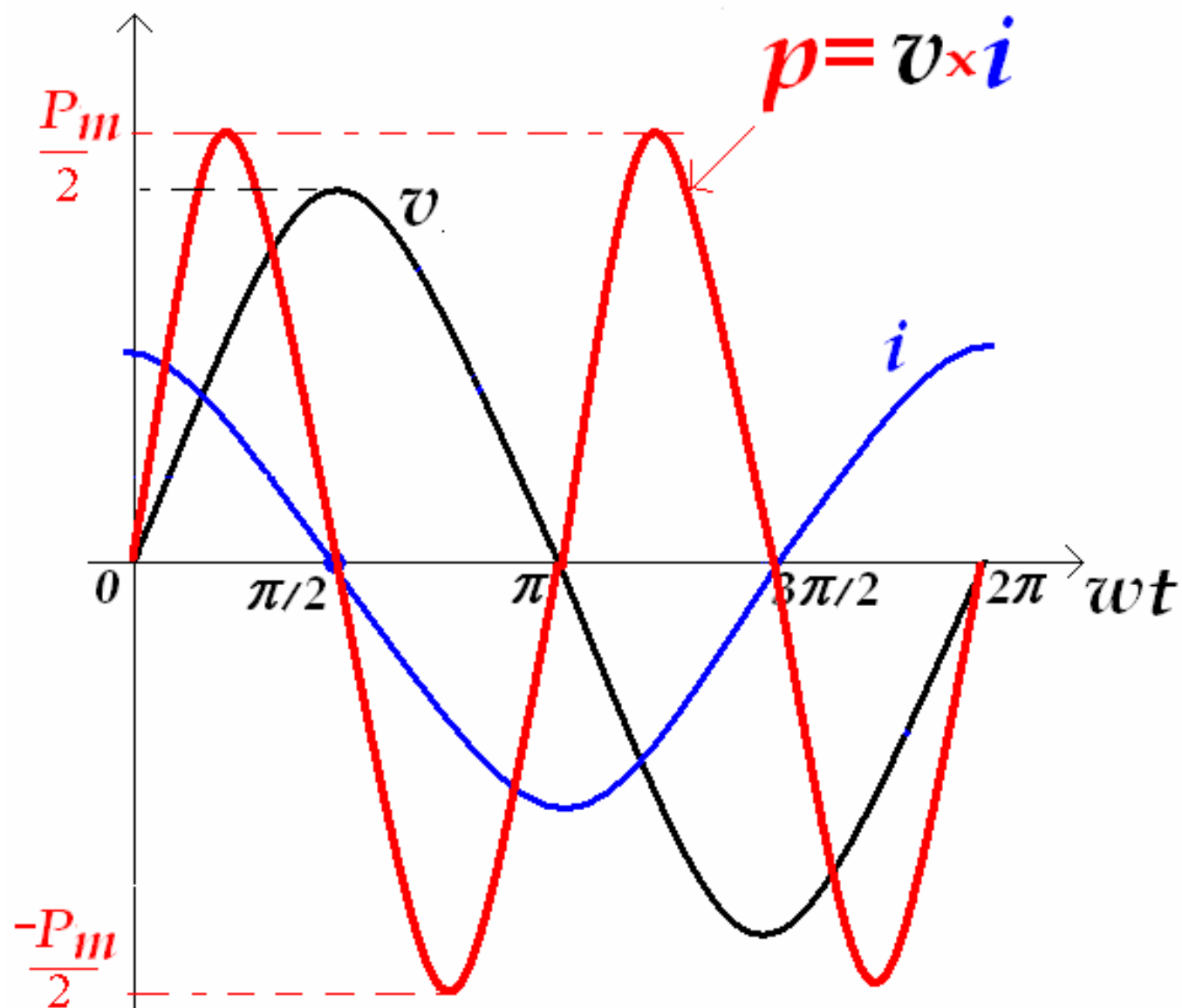


ČEMU JE SADA JEDNAKA SREDNJA VREDNOST TRENUTNE SNAGE p ?

SREDNJA VREDNOST TRENUTNE SNAGE- ČISTO INDUKTIVNO OPTEREČENJE

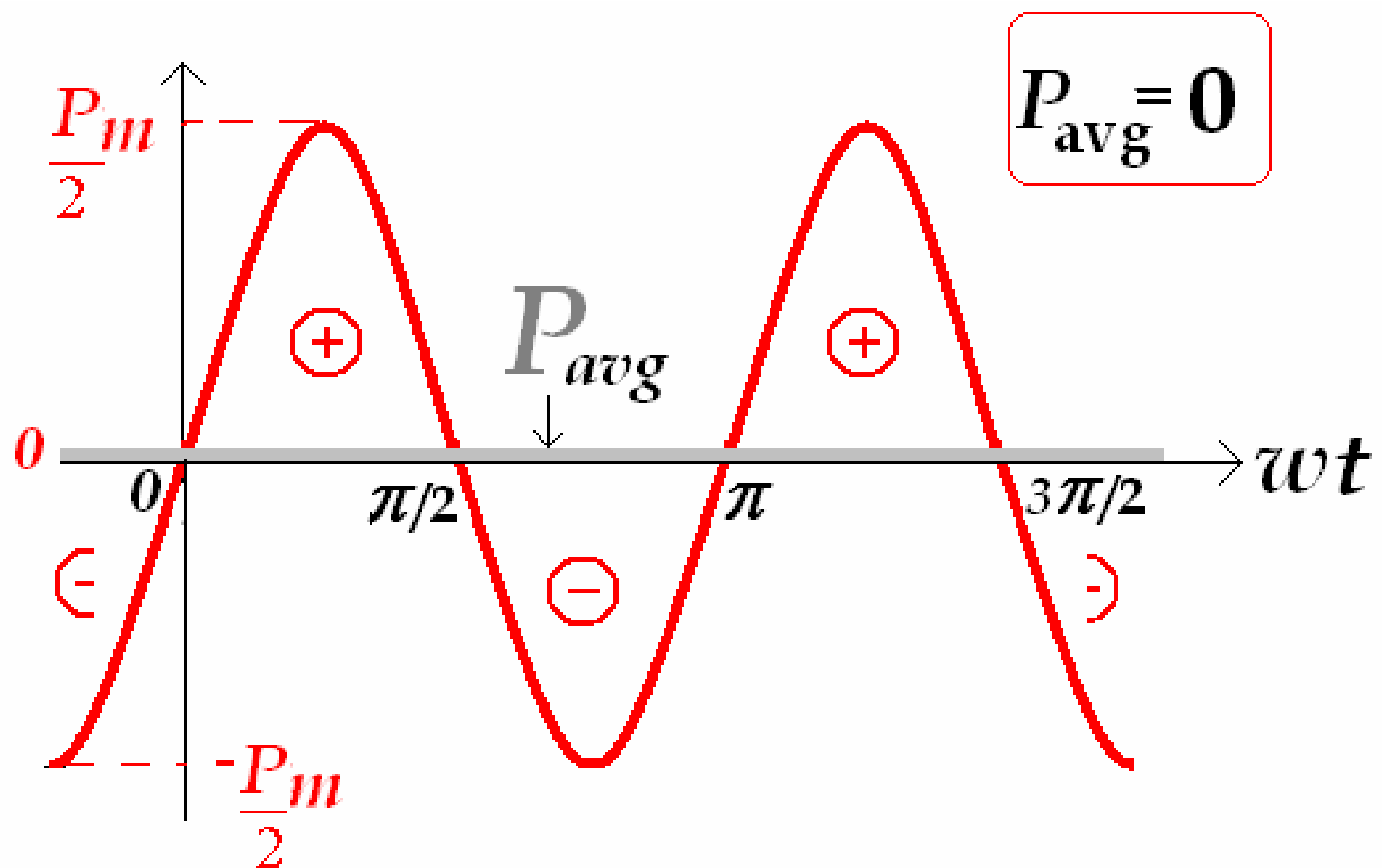


ČISTO KAPACITIVNO OPTEREČENJE

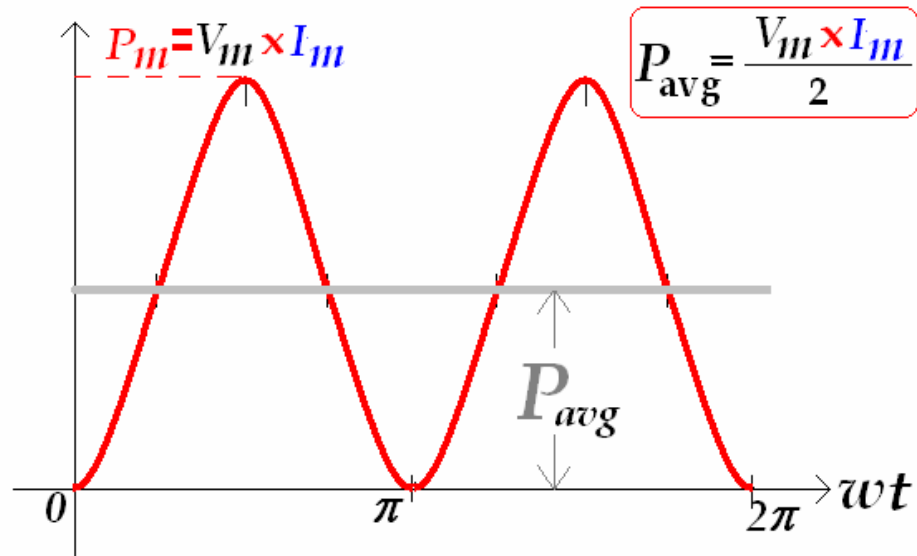


ČEMU JE SADA JEDNAKA SREDNJA VREDNOST TRENUTNE SNAGE p ?

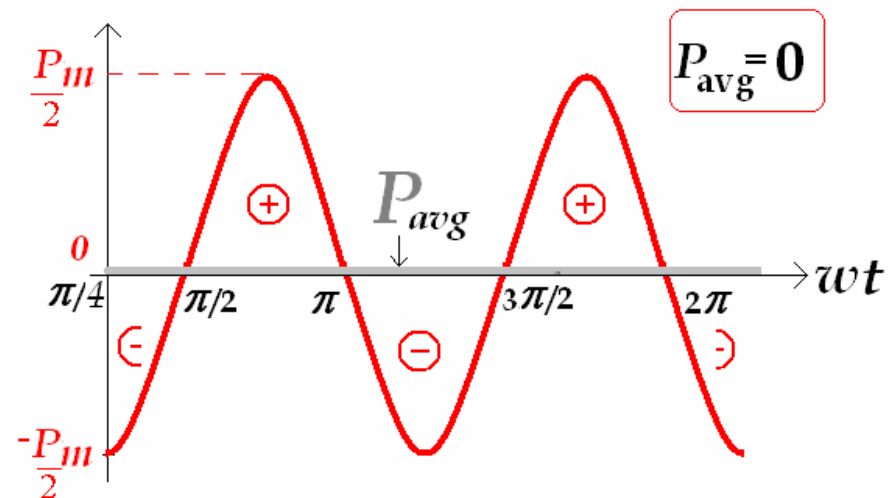
SREDNJA VREDNOST TRENUTNE SNAGE- ČISTO KAPACITIVNO OPTEREČENJE



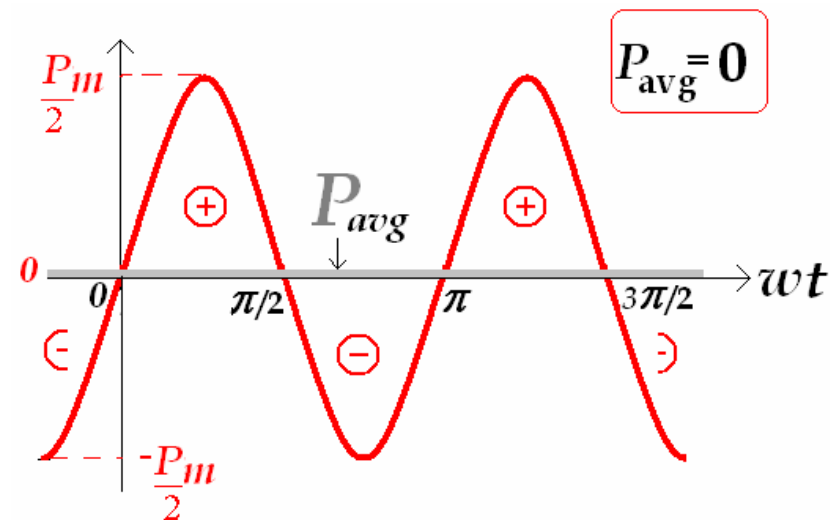
POREĐENJE PO SREDNJIM VREDNOSTIMA TRENUTNIH SNAGA



OPTEREĆENJE R

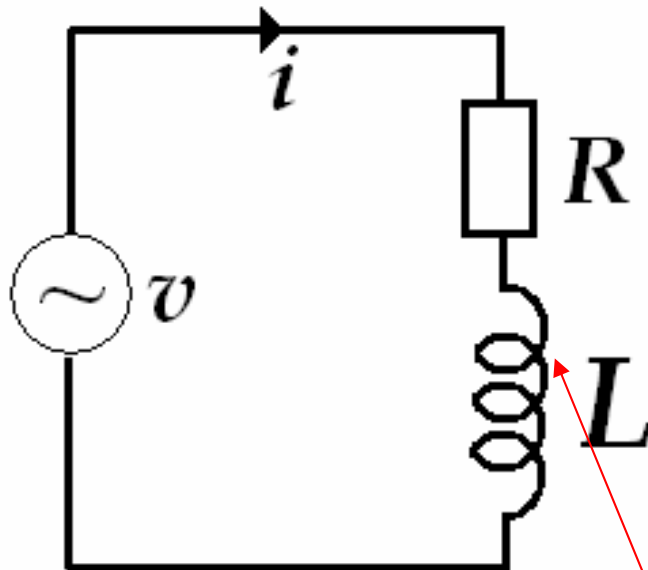


OPTEREĆENJE L



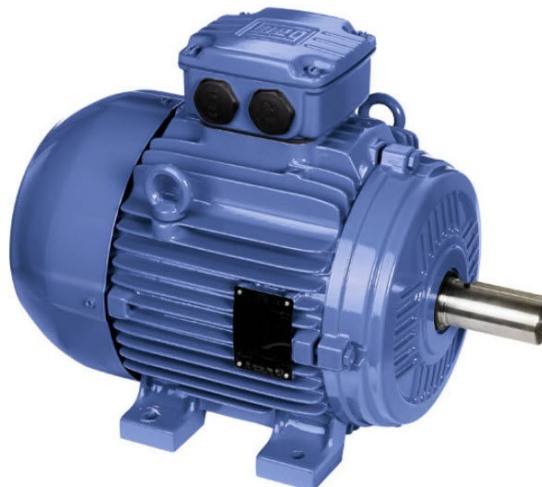
OPTEREĆENJE C

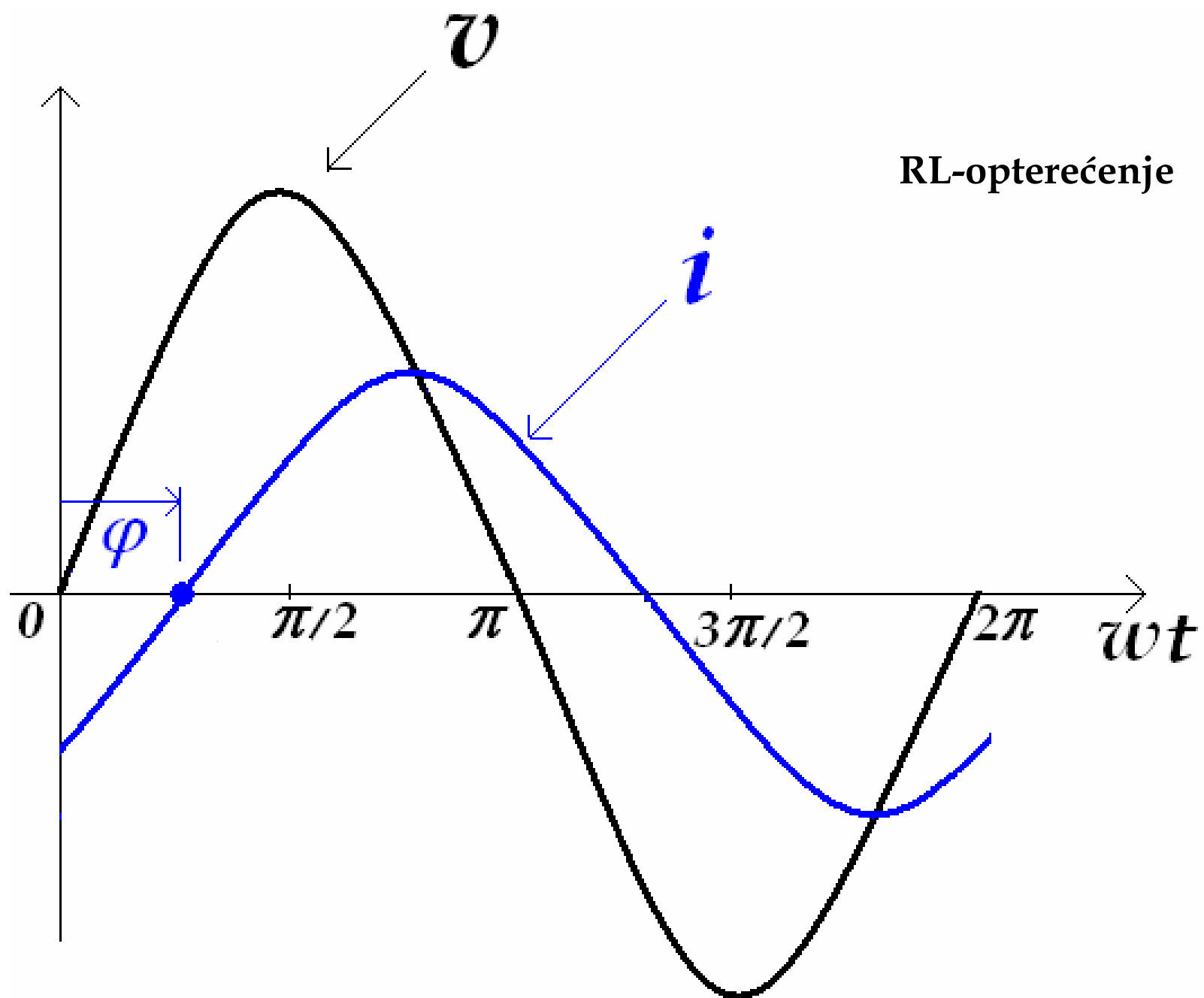
OTPORNO-INDUKTIVNO (R-L) OPTEREĆENJE



ZA SINUSNI TALASNI OBLIK
NAPONA v KAKAV JE TALASNI
OBLIK STRUJE OPTEREĆENJA i ?

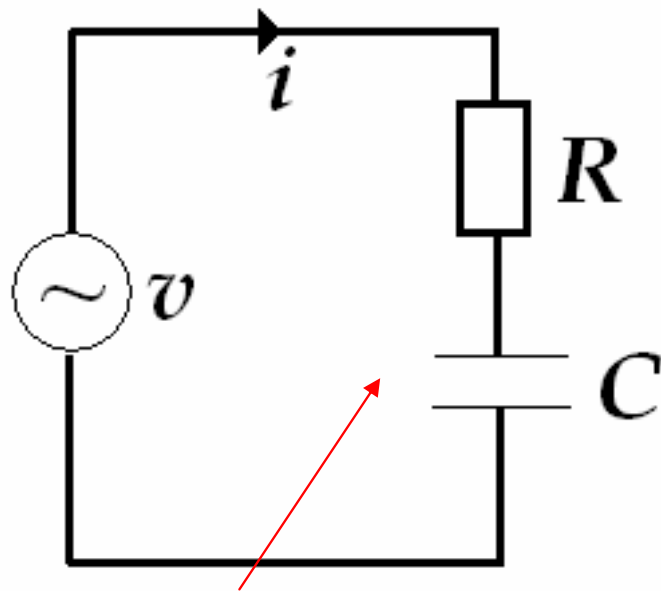
PRETPOSTAVKA : U električnom kolu
je uspostavljen stacionarni režim





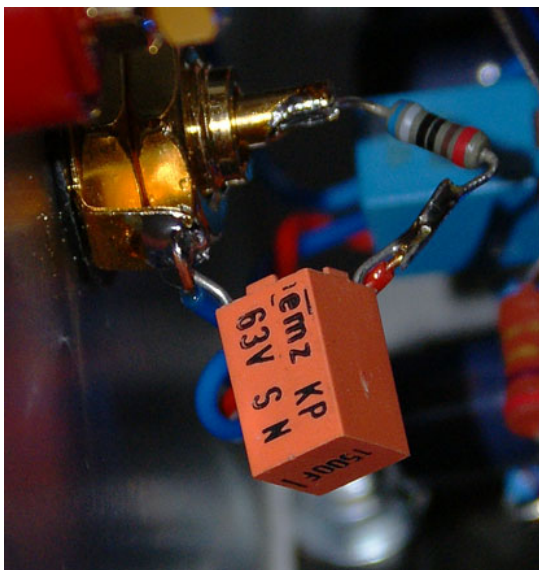
Struja kasni u odnosu na napon za ugao φ

OTPORNO-KAPACITIVNO (R-C) OPTEREĆENJE

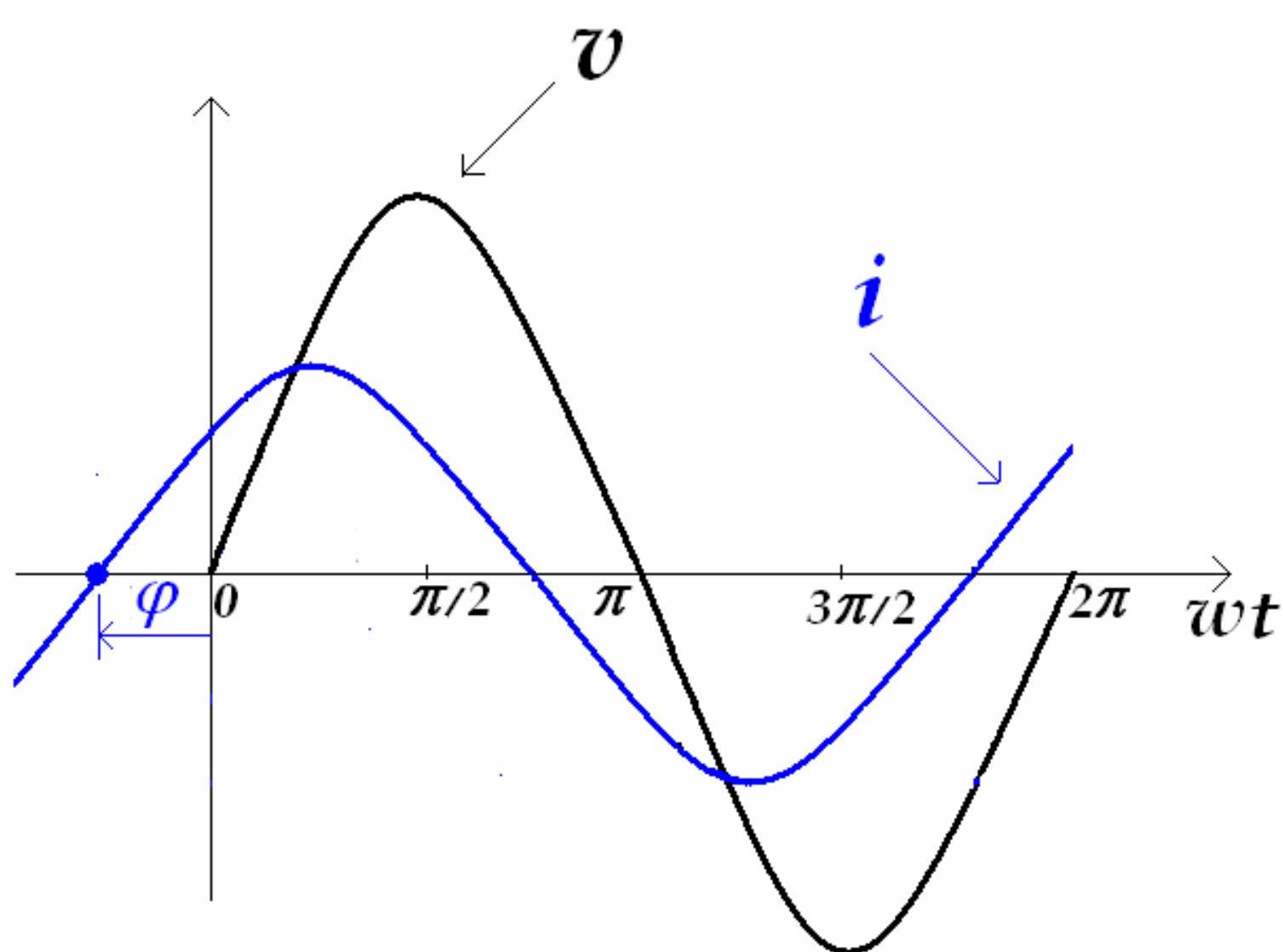


ZA SINUSNI TALASNI OBLIK
NAPONA v KAKAV JE TALASNI
OBLIK STRUJE OPTEREĆENJA i ?

PRETPOSTAVKA : U električnom kolu
je uspostavljen stacionarni režim

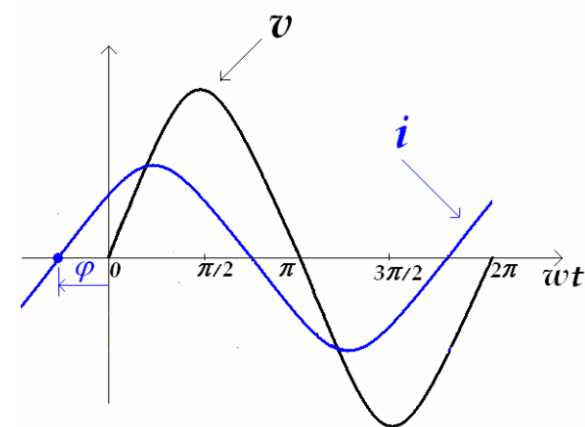
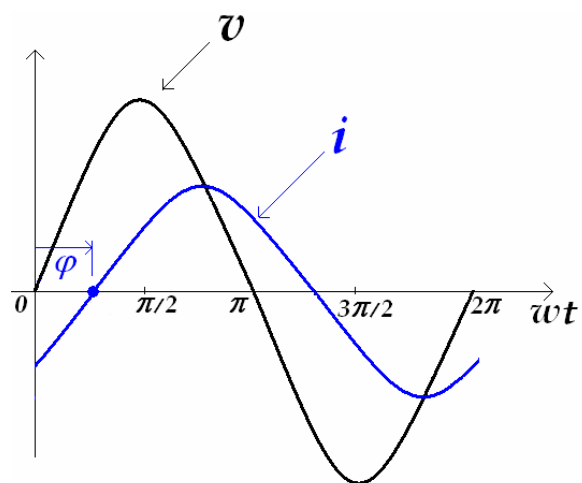
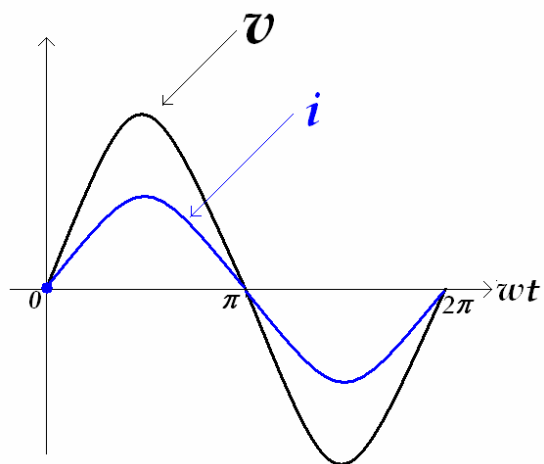
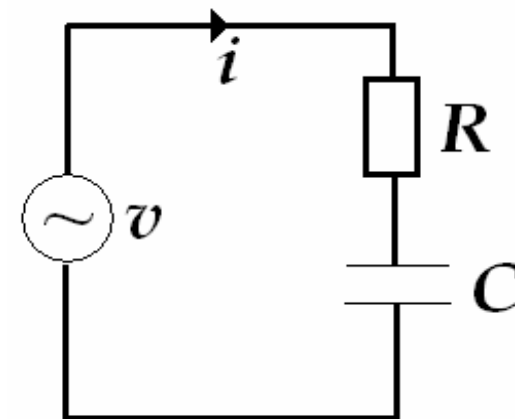
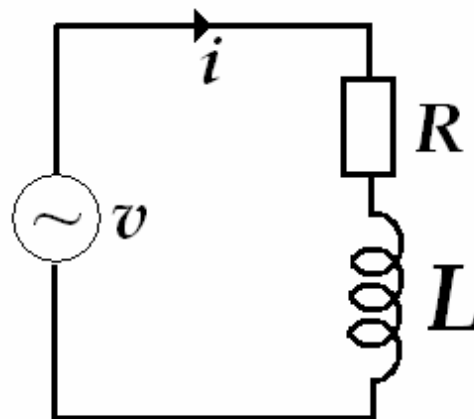
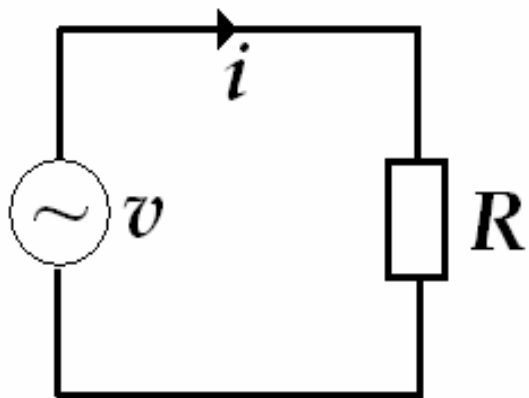


RC-opterećenje



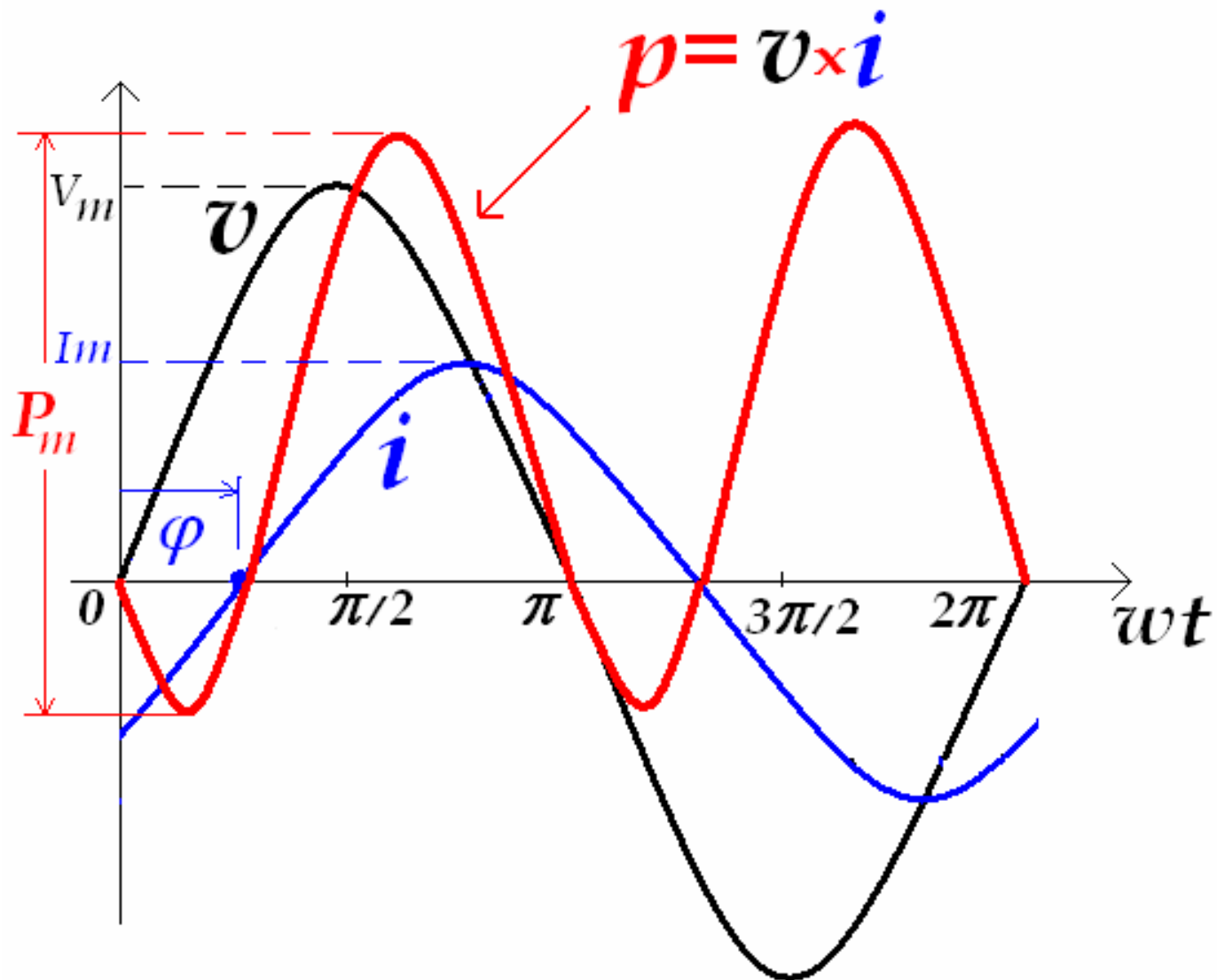
Struja prednjači naponu

POREĐENJE



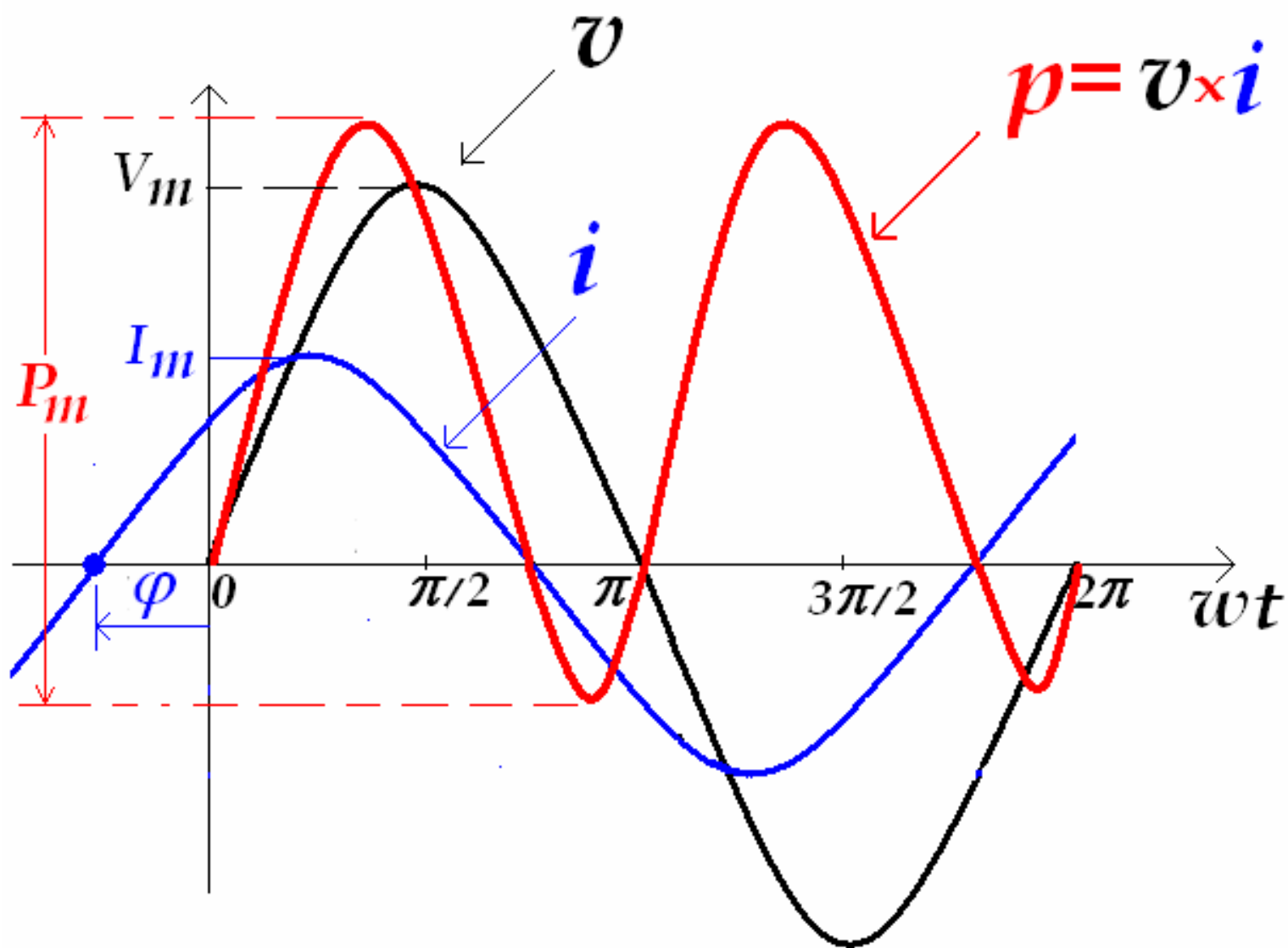
KAKO IZGLEDAJU TALASNI OBLICI TRENUTNE SNAGE KOJA SE IMA NA SVAKOM OD OVIH OPTEREĆENJA?

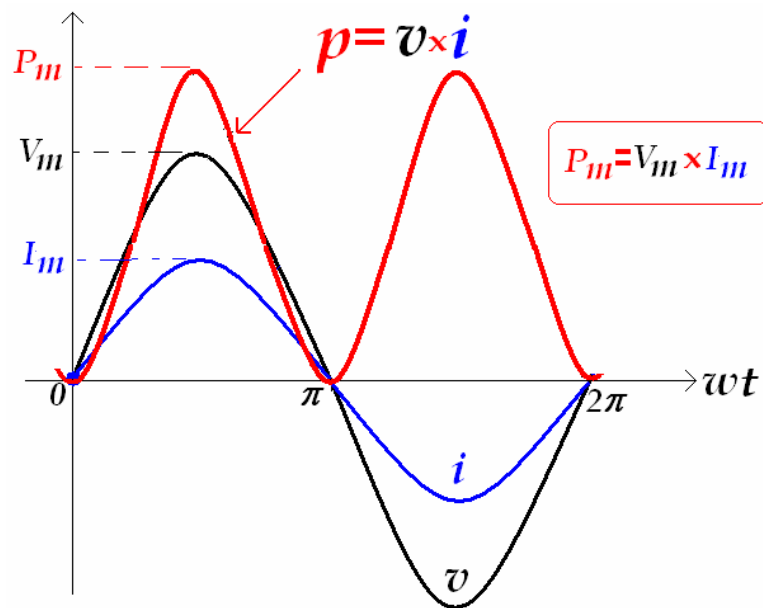
R-L OPTEREČENJE



ČEMU JE SADA JEDNAKA SREDNJA VREDNOST TRENUTNE SNAGE p ?

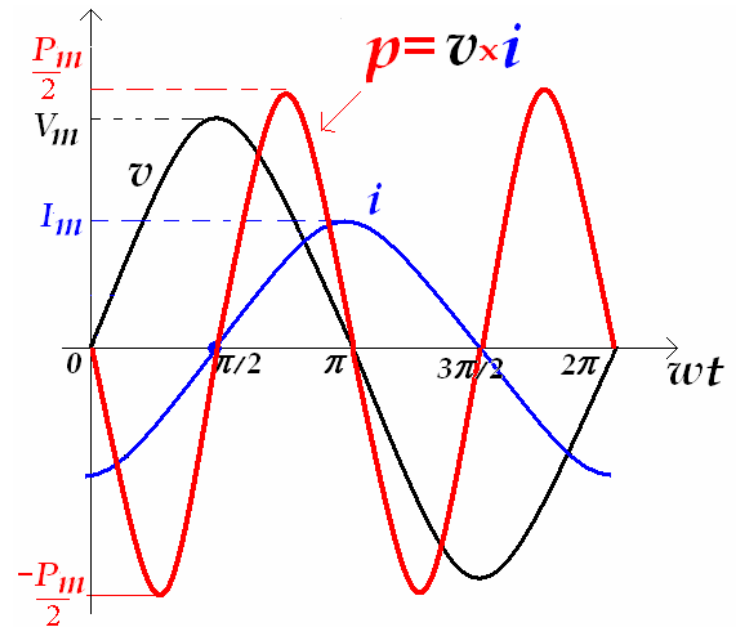
RC-OPTEREĆENJE





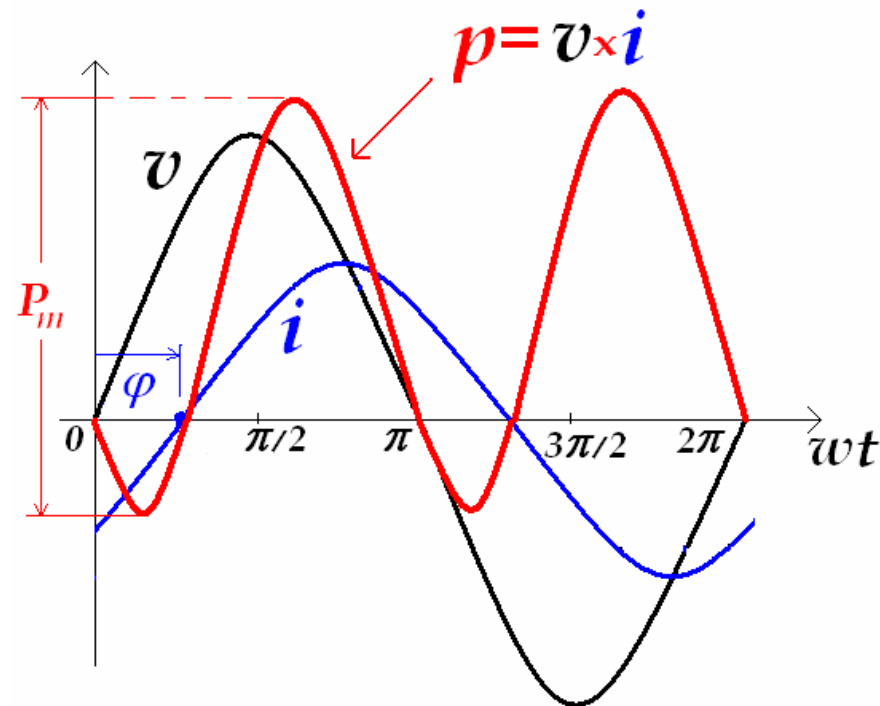
R-opterećenje

$$P_{avg} = \frac{V_m \times I_m}{2}$$



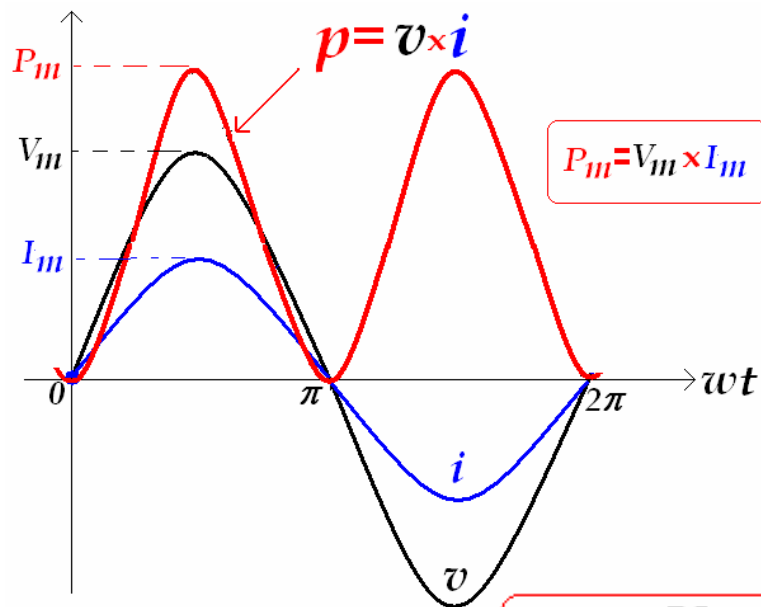
L-opterećenje

$$P_{avg} = 0$$



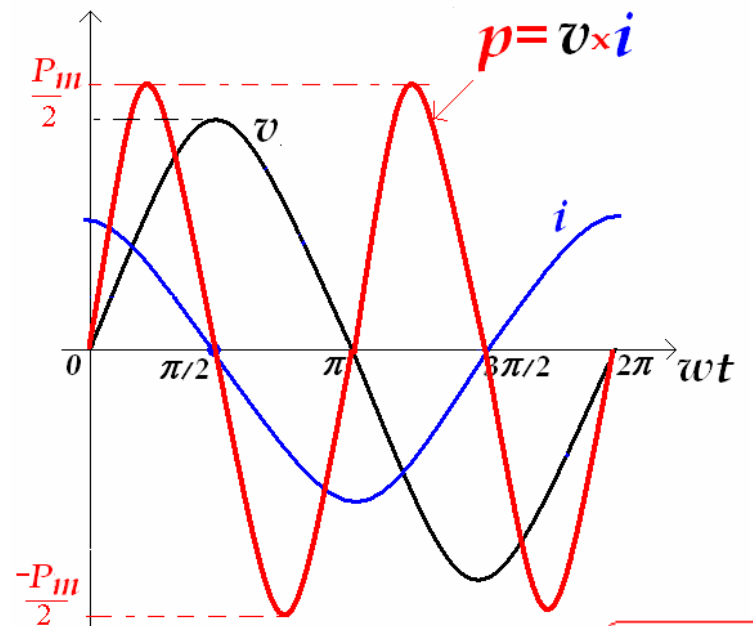
R-L opterećenje

$$0 \leq P_{avg} \leq \frac{V_m \times I_m}{2}$$



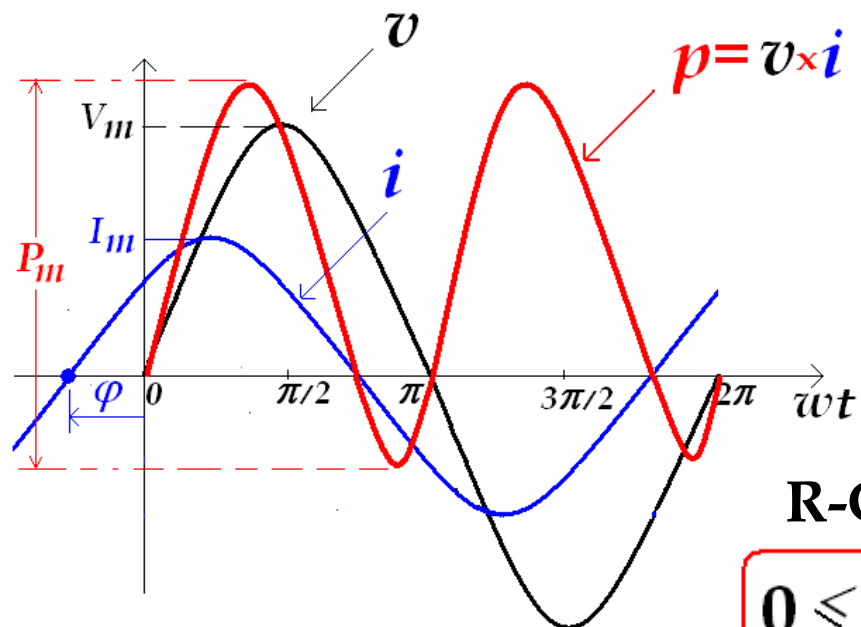
R-opterećenje

$$P_{avg} = \frac{V_m \times I_m}{2}$$



C-opterećenje

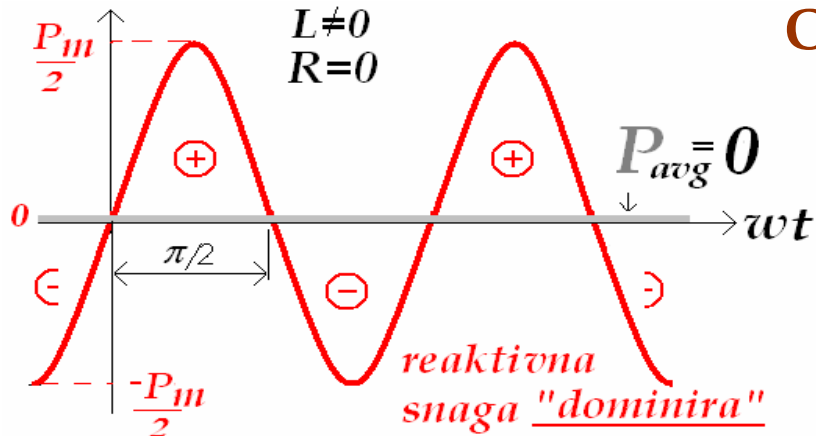
$$P_{avg} = 0$$



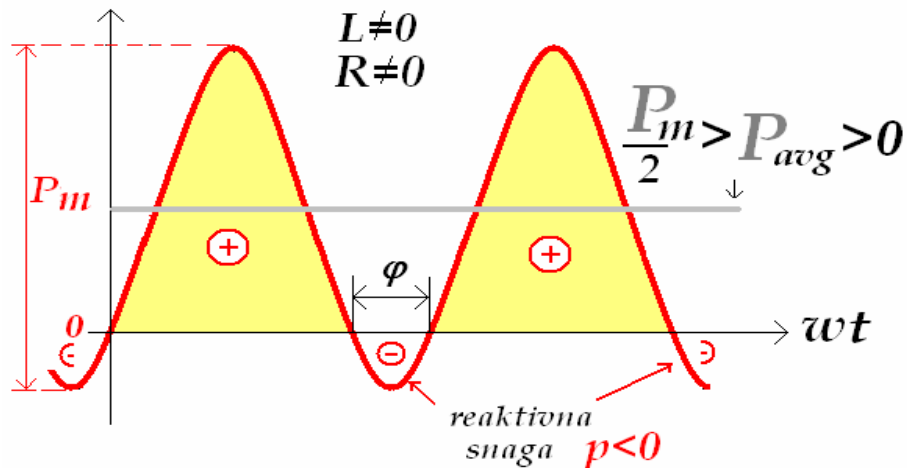
R-C opterećenje

$$0 \leq P_{avg} \leq \frac{V_m \times I_m}{2}$$

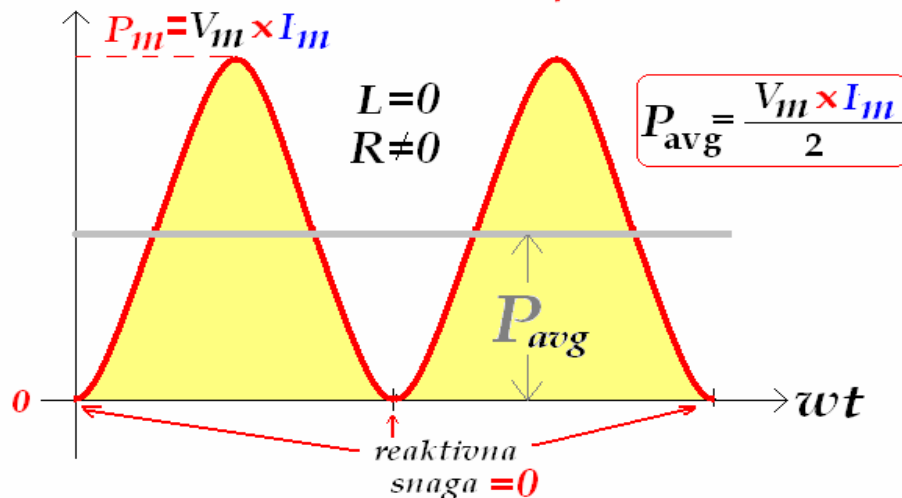
ŠTA SE DEŠAVA PRI PROMENI PARAMETARA R-L OPTEREĆENJA???



U OVOM SLUČAJU SE NA OPTEREĆENJU IMA ČISTA REAKTIVNA SNAGA KOJU TO OPTEREĆENJE STALNO RAZMENJUJE SA IZVOROM



U OVOM SLUČAJU SE NA OPTEREĆENJU IMA AKTIVNA SNAGA (+) I REAKTIVNA SNAGA (-)



U OVOM SLUČAJU SE NA OPTEREĆENJU IMA ČISTA AKTIVNA SNAGA!!!!!!

VEOMA BITNI ZAKLJUČCI!!!

- SREDNJA VREDNOST SNAGE P_{avg} JE MAKSIMALNA JEDINO U SLUČAJU ČISTOG OTPORNOG OPTEREĆENJA **R**
- TRENUTNA SNAGA U SLUČAJU **R-L** i **R-C** OPTEREĆENJA U POJEDINIM INTERVALIMA VREMENA IMA NEGATIVNU VREDNOST
- STOGA JE U OVIM SLUČAJEVIMA SREDNJA VREDNOST SNAGE MANJA OD SREDNJE VREDNOSTI SNAGE KOJA SE IMA PRI ČISTOM OTPORNOM OPTEREĆENJU

ŠTA JE FAKTOR SNAGE?

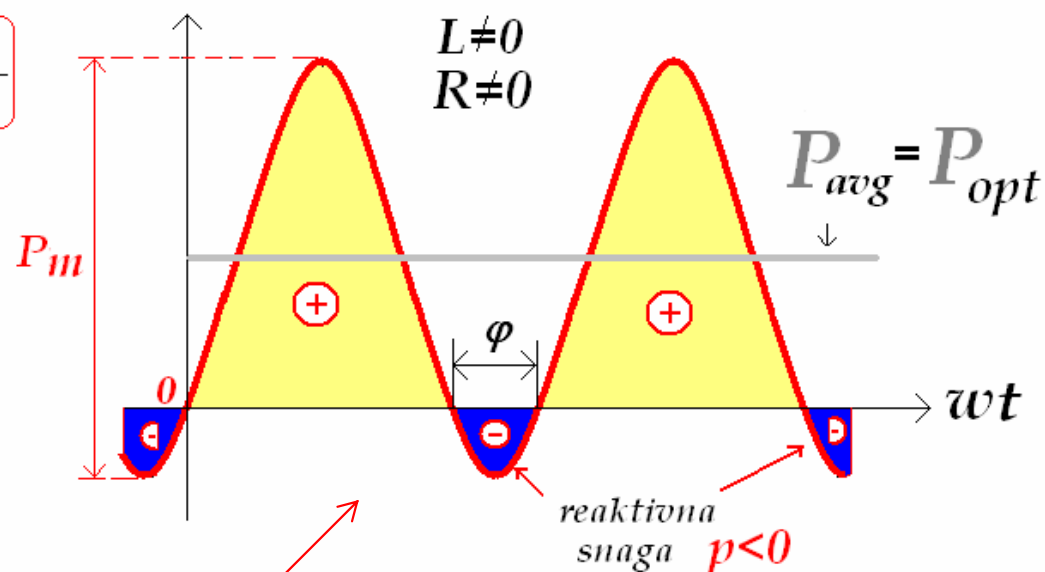
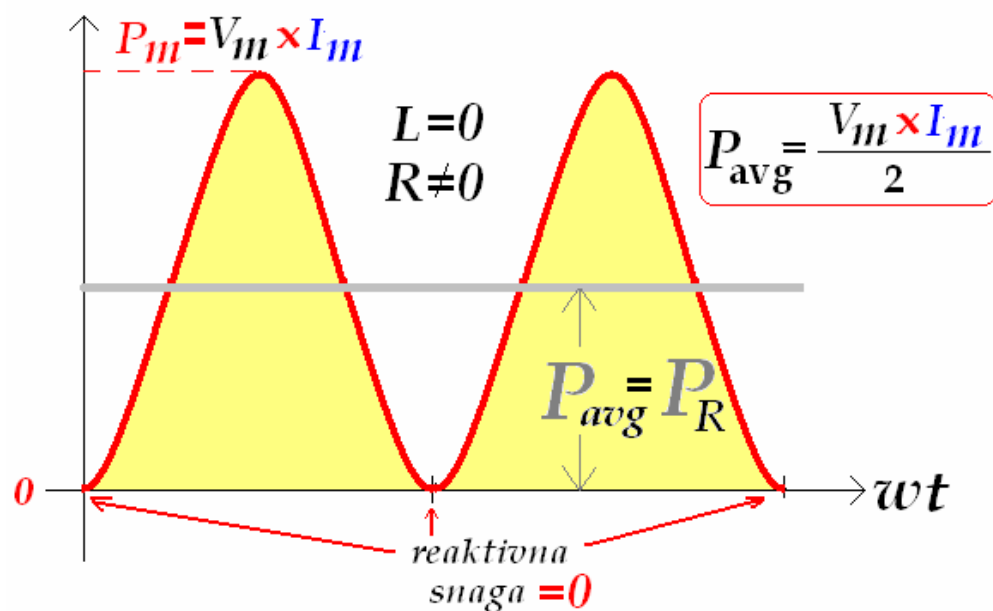
“ Faktor snage je mera stepena u kojem posmatrano opterećenje odgovara čistom otpornom opterećenju”

Faktor snage – Power Factor (PF) *engl.*

PF=1 za čisto otporno opterećenje R

PF=0 za čisto induktivno-L i čisto kapacitivno-C opterećenje

0<PF<1 za R-L opterećenje (kašnjenje struje) i
RC opterećenje(prednjačenje struje)



KOLIKI JE FAKTOR SNAGE (PF) OVOG R-L OPTEREĆENJA?

U SKLADU SA PRETHODNOM DEFINICIJOM:

$$PF \stackrel{def}{=} \frac{P_{opt}}{P_R}$$


$$PF \stackrel{\text{def}}{=} \frac{P_{opt}}{P_R}$$

$$PF=1$$

$$P_{opt} = P_R$$

$$PF=0$$

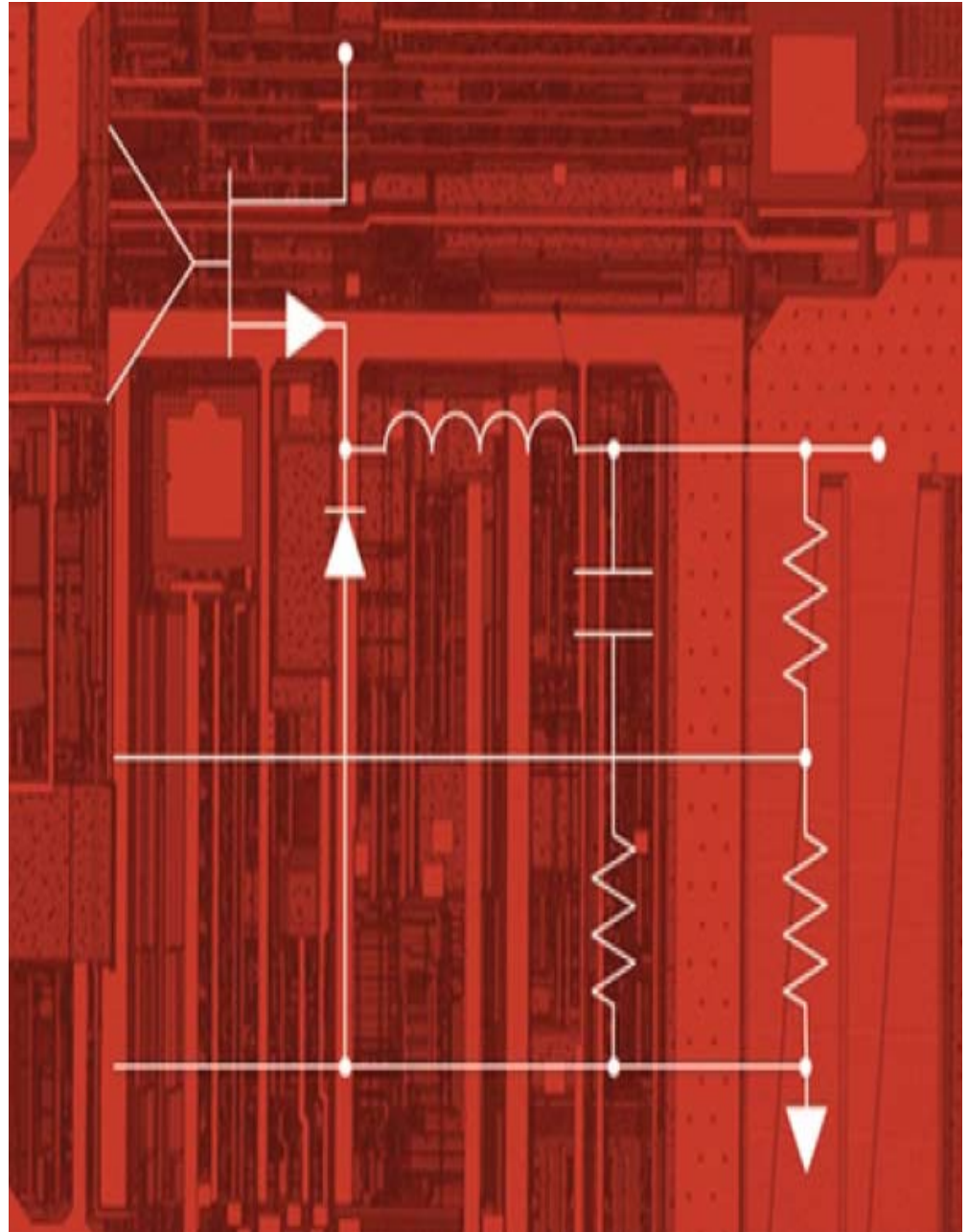
$$P_{opt} = 0$$

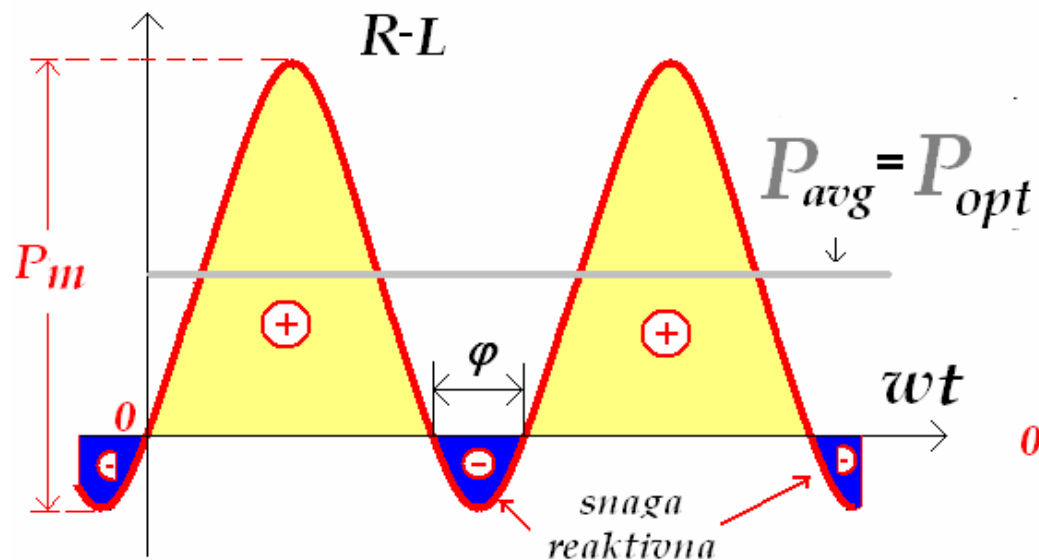
P_{opt} SREDNJA VREDNOST TRENUTNE SNAGE NA POSMATRANOM OPTEREĆENJU

P_R SREDNJA VREDNOST TRENUTNE SNAGE NA ČISTO OTPORNOM OPTEREĆENJU PRI ISTOJ AMPLITUDI NAPONA I STRUJE KOJE SE IMAJU NA POSMATRANOM OPTEREĆENJU

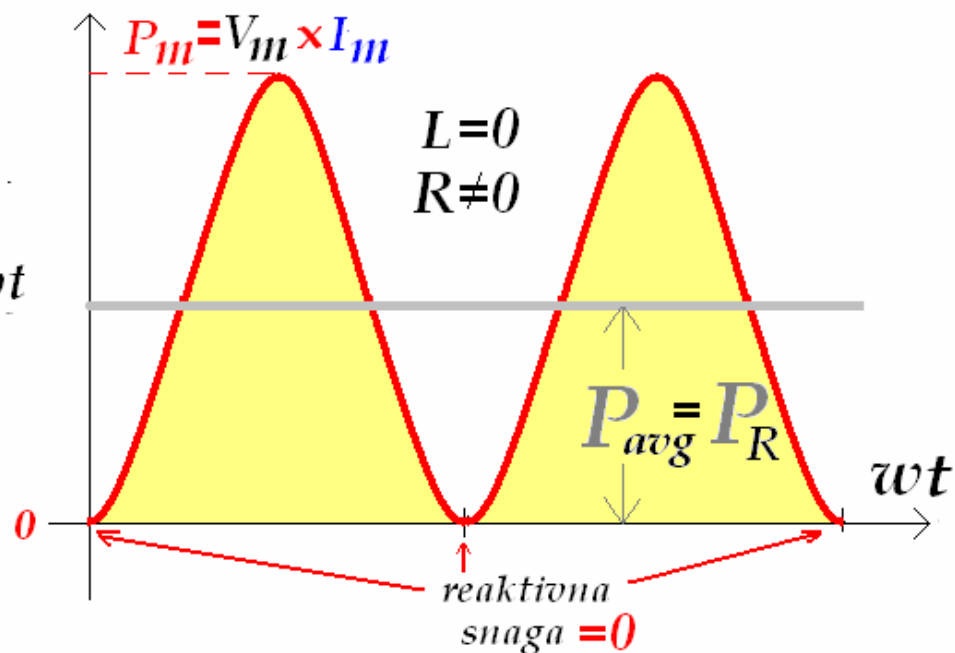
Pošto je snaga usrednjena većina , gornja jednačina važi za bilo koji talasni oblik struje i napona opterećenja !!!!!

PRIMERI





$$P_{opt} \leq \frac{V_m \times I_m}{2}$$



$$P_R = \frac{V_m \times I_m}{2}$$

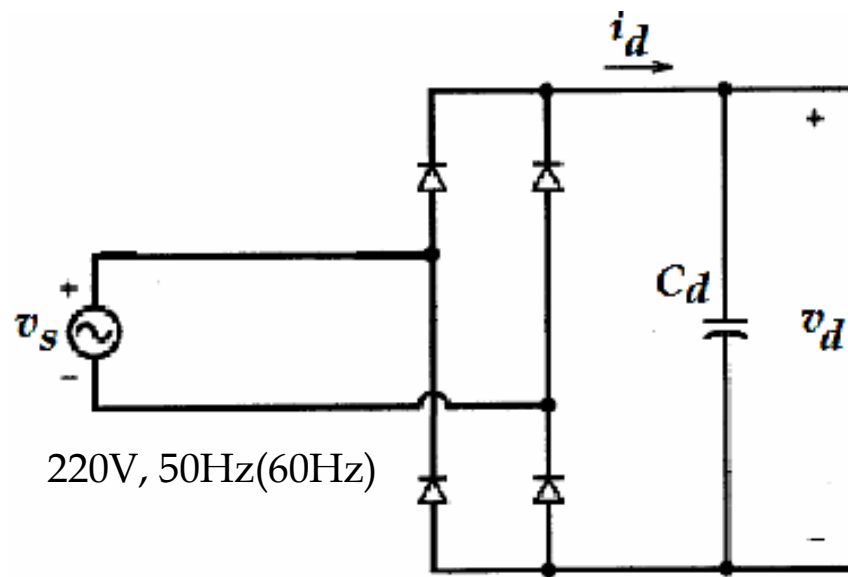
ZA SINUSNE TALASNE OBLIKE:

$$P_{opt} = \frac{V_m \times I_m}{2} \times \cos \varphi$$

$$PF \stackrel{def}{=} \frac{P_{opt}}{P_R}$$

$$PF = \frac{P_{opt}}{P_R} = \cos \varphi$$

DIODNI ISPRAVLJAČ NAPAJAN SA MREŽE



POTROŠAČ:

- PC NAPAJANJE
- TELEVIZOR
- ŠTAMPAČ
- TELEFAX
- FREKVENTNI
REGULATOR

.....

.....

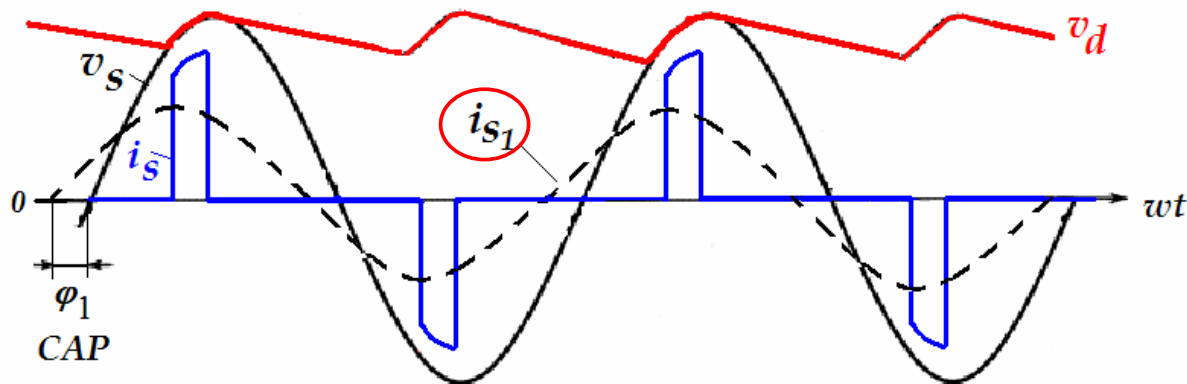
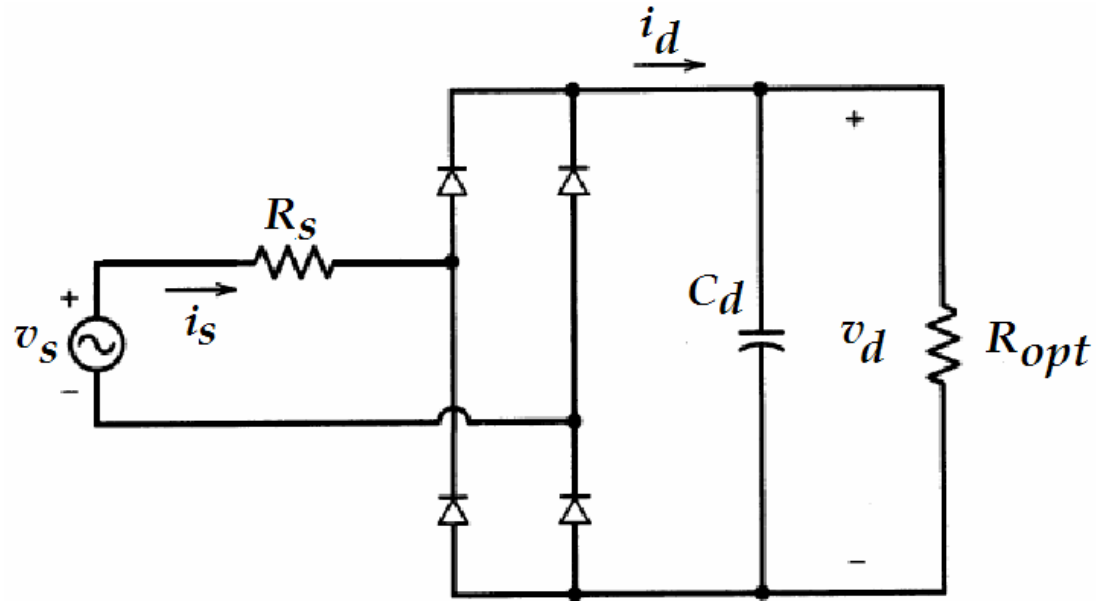
POTROŠAČ

U ODNOSU NA MREŽU OVAJ DEO
SE U PRINCIPU PONAŠA
KAO KAPACITIVNO OPTEREĆENJE

KAKO SE U ODNOSU NA MREŽU PONAŠA OVAJ SKLOP???

KAKO SE ODREĐUJE FAKTOR SNAGE U OVOM SLUČAJU???

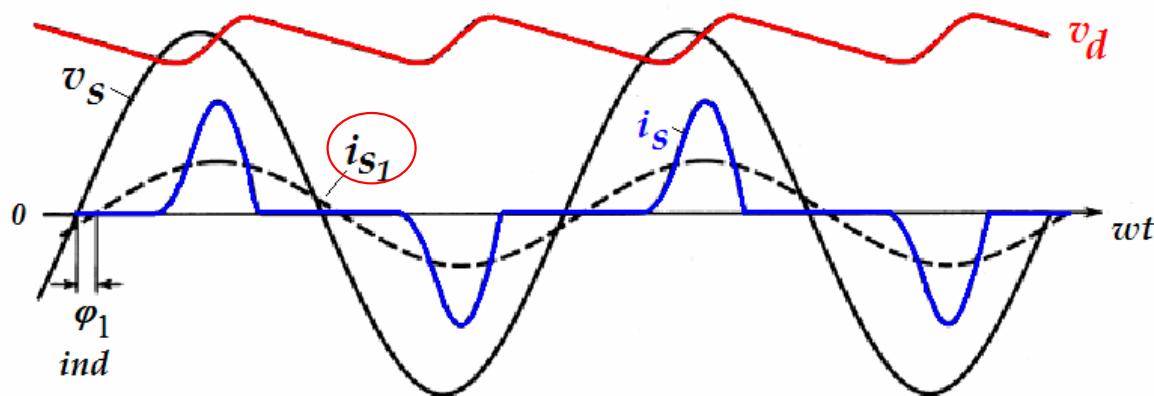
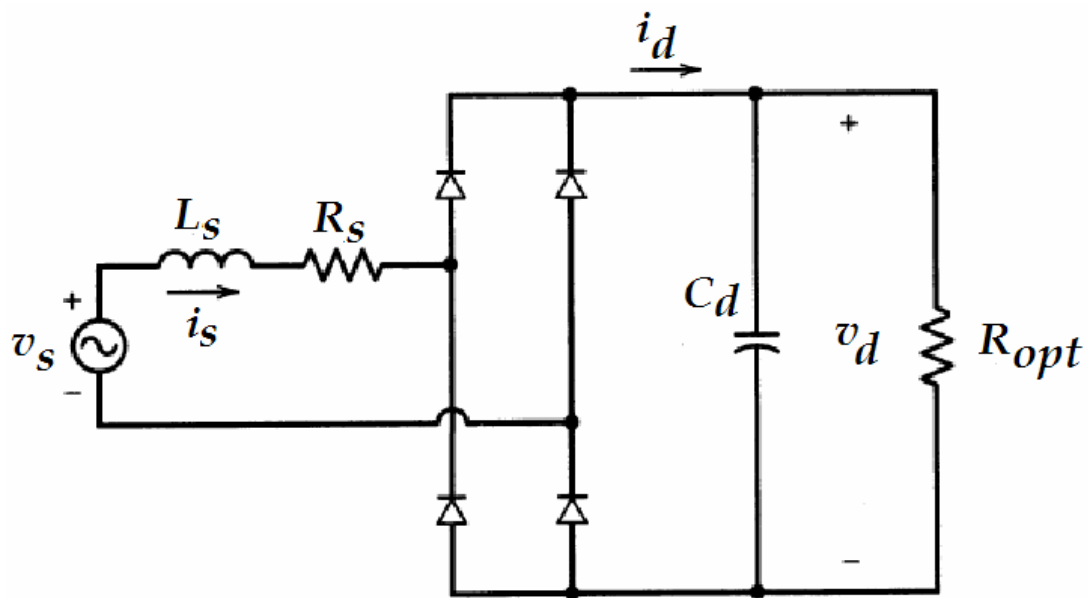
DIODNI PUNOTALASNI ISPRAVLJAČ SA R-C FILTROM KAO OPTEREĆENJEM



Dominatan je osnovni (prvi) harmonik ulazne struje - - - - -

ŠTA U OVOM SLUČAJU PREDSATVLJA FAKTOR SNAGE???

DIODNI PUNOTALASNI ISPRAVLJAČ SA R-C FILTROM KAO OPTEREĆENJEM I ULAZNOM PRIGUŠNICOM



Dominatan je
osnovni (prvi)
harmonik ulazne
struje - - - - -

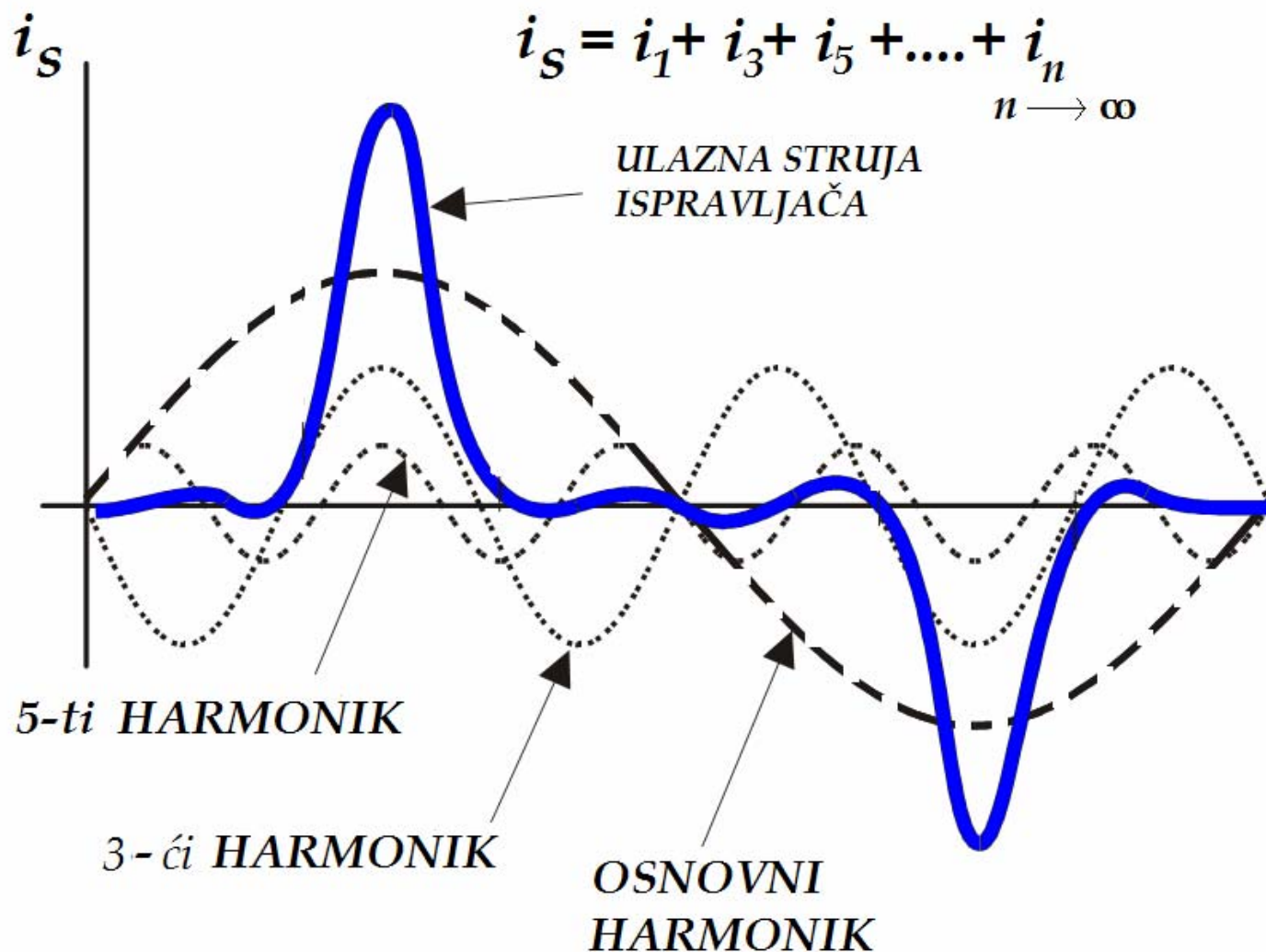
ŠTA U OVOM SLUČAJU PREDSATVLJA FAKTOR SNAGE???

HARMONIJSKI SASTAV ULAZNE STRUJE DIODNOG GRECOVOG ISPRAVLJAČA

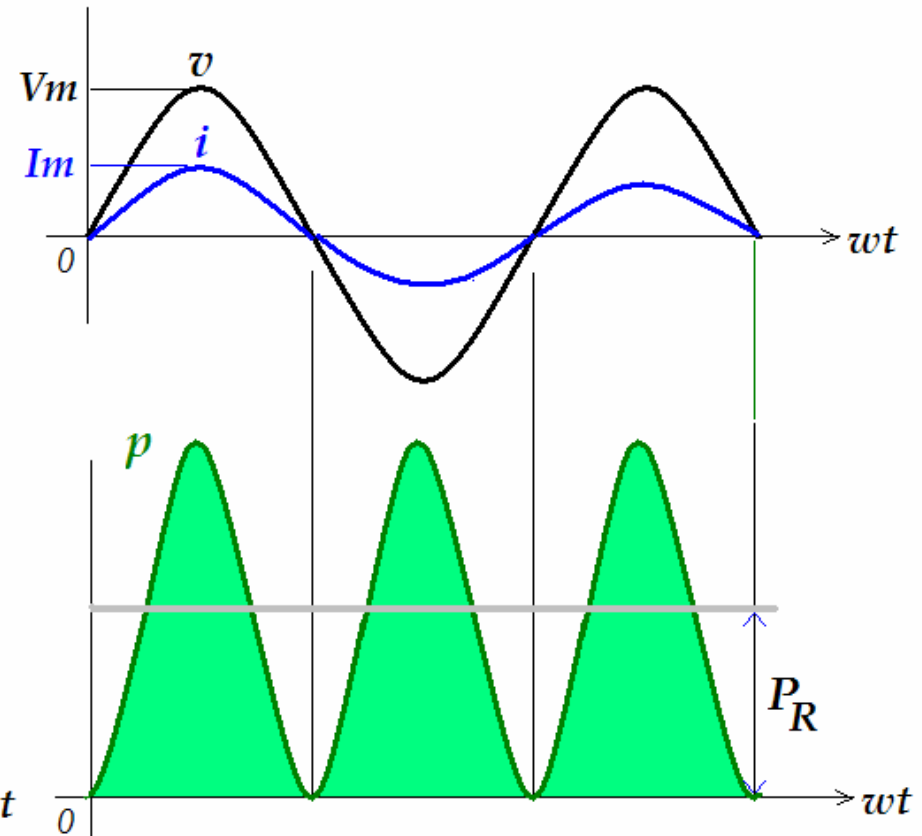
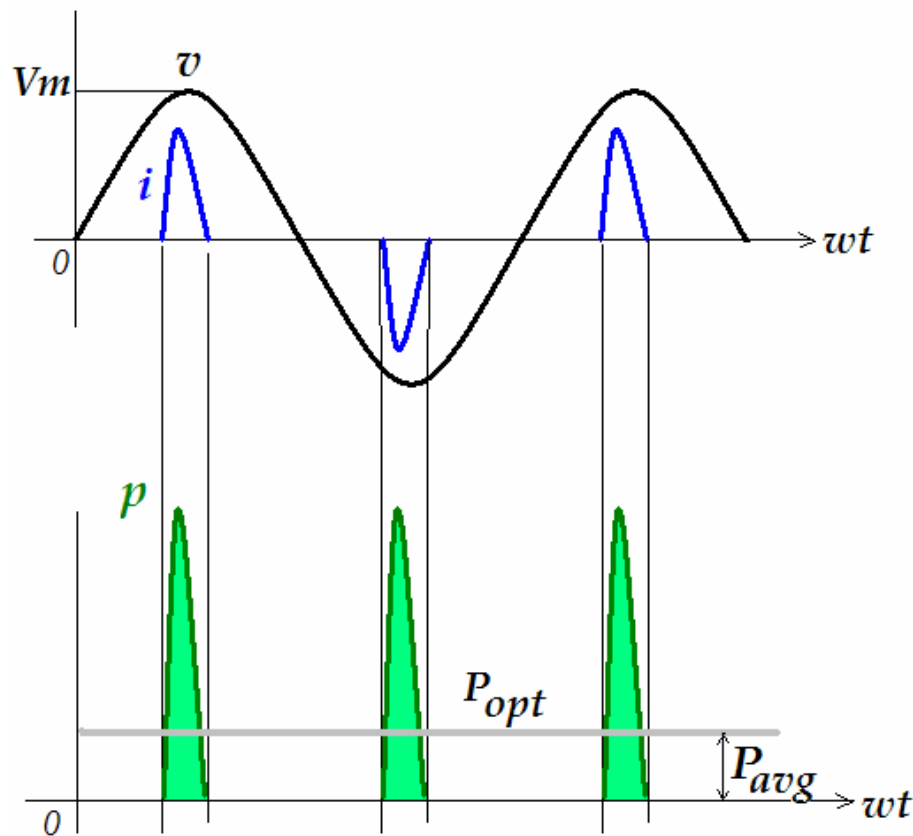
Furijev red

$$i_s = i_1 + i_3 + i_5 + \dots + i_n$$

$n \rightarrow \infty$



FAKTOR SNAGE DIODNOG ISPRAVLJAČA



$$P_{opt} < \frac{1}{2} \cdot V_m \cdot I_m$$

$$P_R = \frac{1}{2} \cdot V_m \cdot I_m$$

$$PF \stackrel{\text{def}}{=} \frac{P_{opt}}{P_R} = \frac{2P_{opt}}{V_m I_m}$$

OPŠTI IZRAZ ZA IZRAČUNAVANJE FAKTORA SNAGE

$$PF \stackrel{\text{def}}{=} \frac{P_{\text{opt}}}{P_R} = \frac{2P_{\text{opt}}}{V_m I_m}$$

$$V_m = \sqrt{2} V_{\text{eff}}$$

$$I_m = \sqrt{2} I_{\text{eff}}$$

$$PF = \frac{\cancel{2}P_{\text{opt}}}{\cancel{\sqrt{2}}V_{\text{eff}} \cdot \cancel{\sqrt{2}}I_{\text{eff}}} = \frac{P_{\text{opt}}}{V_{\text{eff}} I_{\text{eff}}}$$

$$V_{\text{eff}} I_{\text{eff}} = S$$

PRIVIDNA SNAGA

$$PF = \frac{P_{\text{opt}}}{S}$$

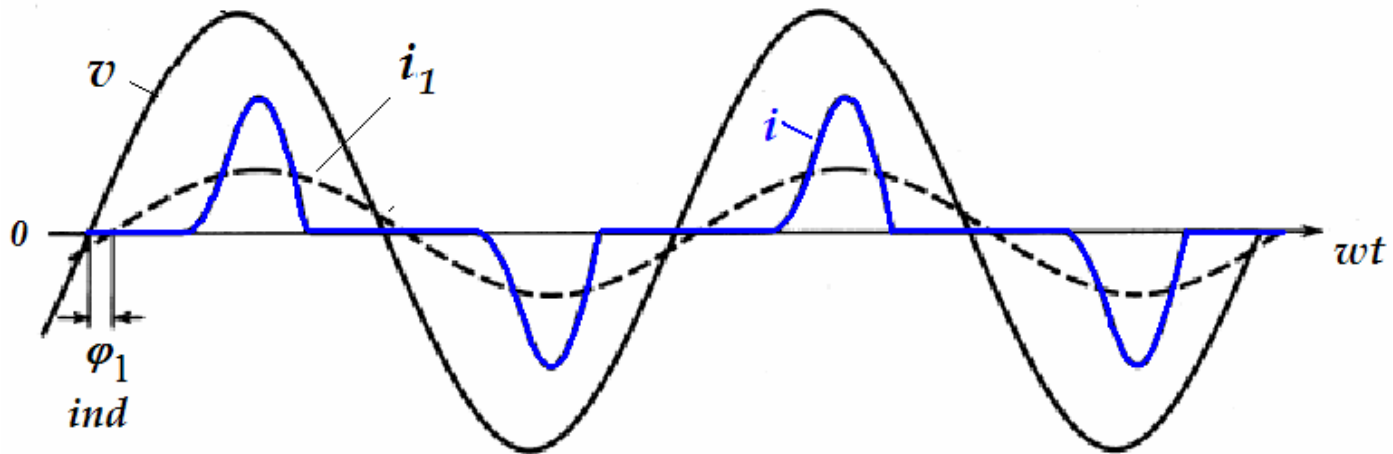
UOBIČAJENE OZNAKE ZA FAKTOR SNAGE

$$PF = \frac{P_{opt}}{S}$$

$$\lambda = \frac{P_{opt}}{S}$$

POSMATRAJMO PRVI HARMONIK(DOMINANTNI) U ULAZNOJ STRUJI GRECOVOG ISPRAVLJAČA

PRETPOSTAVKA: MREŽNI NAPON JE SINUSOIDALAN



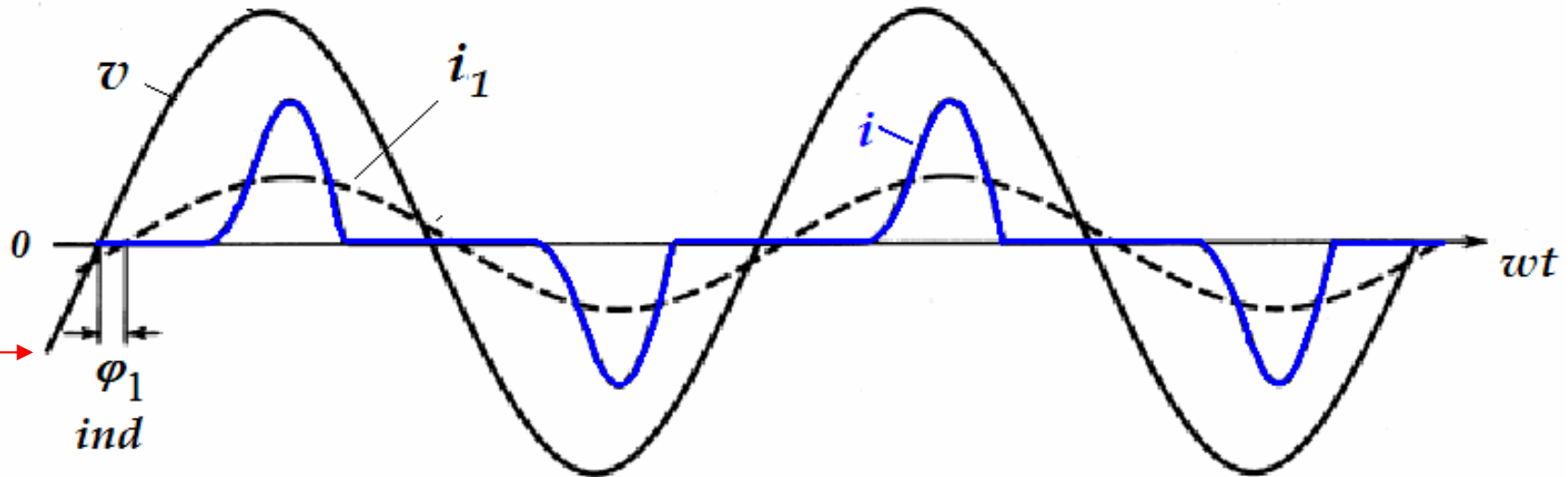
V_{eff} – efektivna vrednost mrežnog napona $v(t)$

I_{eff} – efektivna vrednost ulazne struje $i(t)$

I_1 – efektivna vrednost prvog harmonika (dominantnog) ulazne struje $i(t)$

$$\lambda = \frac{P_{opt}}{S} = \frac{V_{eff} I_1 \cos \varphi_1}{V_{eff} I_{eff}}$$

PRIČA O FAKTORU DISTORZIJE



faktor snage
prvog harmonika

$$\lambda = \frac{P_{opt}}{S} = \frac{V_{eff} I_1 \cos \varphi_1}{V_{eff} I_{eff}}$$

$$\lambda = \frac{P_{opt}}{S} = \frac{I_1}{I_{eff}} \cdot \cos \varphi_1$$

$$\lambda = \frac{P_{opt}}{S} = g \cdot \cos \varphi_1$$

FAKTOR DISTORZIJE

$$g = \frac{I_1}{I_{eff}}$$

Distorsion
Factor
(engl.)-DF

TOTALNA HARMONIJSKA DISTORZIJA- THD faktor

$$\lambda = \frac{P_{opt}}{S} = g \cdot \cos \varphi_1, \quad g = DF = \frac{I_1}{I_{eff}}$$

$$THD = \frac{\sqrt{I_{eff}^2 - I_1^2}}{I_1}$$

$$DF = \frac{1}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

FAKTOR DISTORZIJE ZA SINUSNE TALASNE OBLIKE

$$\lambda = \frac{P_{opt}}{S} = g \cdot \cos \varphi_1, \quad g = DF = \frac{I_1}{I_{eff}}$$

KADA NEMA DISTORZIJE TALASNOG OBLIKA $I_1 = I_{eff}$

$$\varphi = \varphi_1$$

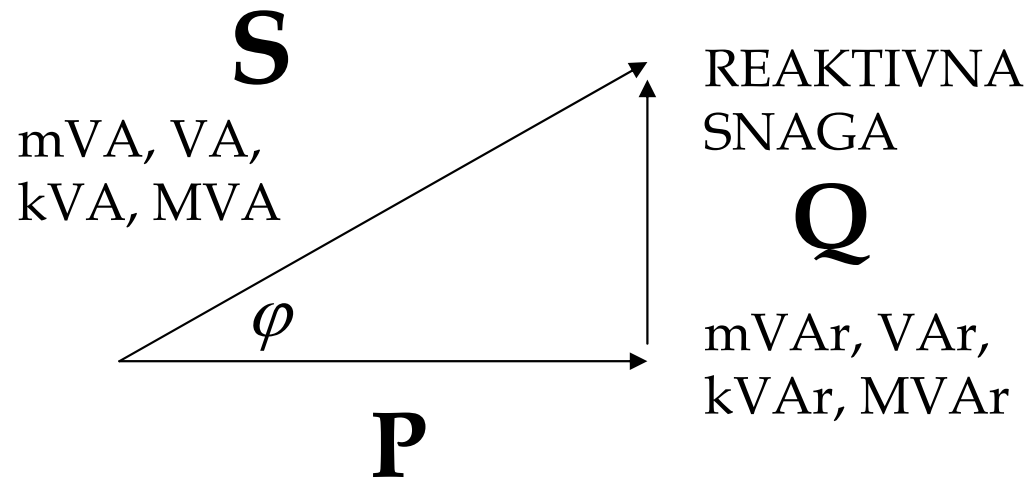
$$g = DF = 1$$

I TADA JE FAKTOR SNAGE:

$$\lambda = \cos \varphi$$

TROUGAO SNAGA

PRIVIDNA SNAGA



$$P = S \cos \varphi$$

$$Q = S \sin \varphi$$

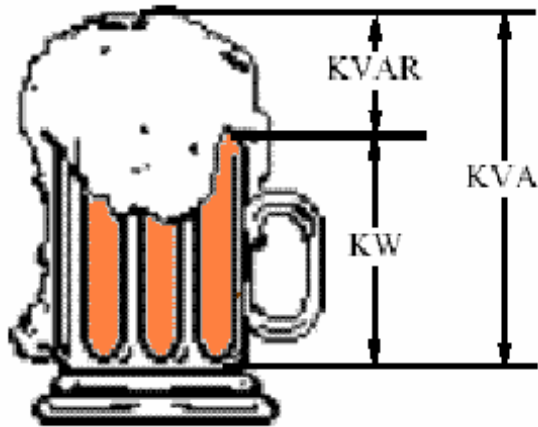
AKTIVNA SNAGA
mW, W, kW, MW

CILJ je OSTVARITI

$$Q=0 \longrightarrow \begin{array}{l} P=S \\ \cos \varphi = 1 \end{array}$$

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

ANALOGIJA SA PIVOM



$$PF = \frac{kW}{kVA}$$

$$PF = \frac{kW}{\sqrt{(kW)^2 + (kVAR)^2}} < 1$$

kW- pivo (*beer*)

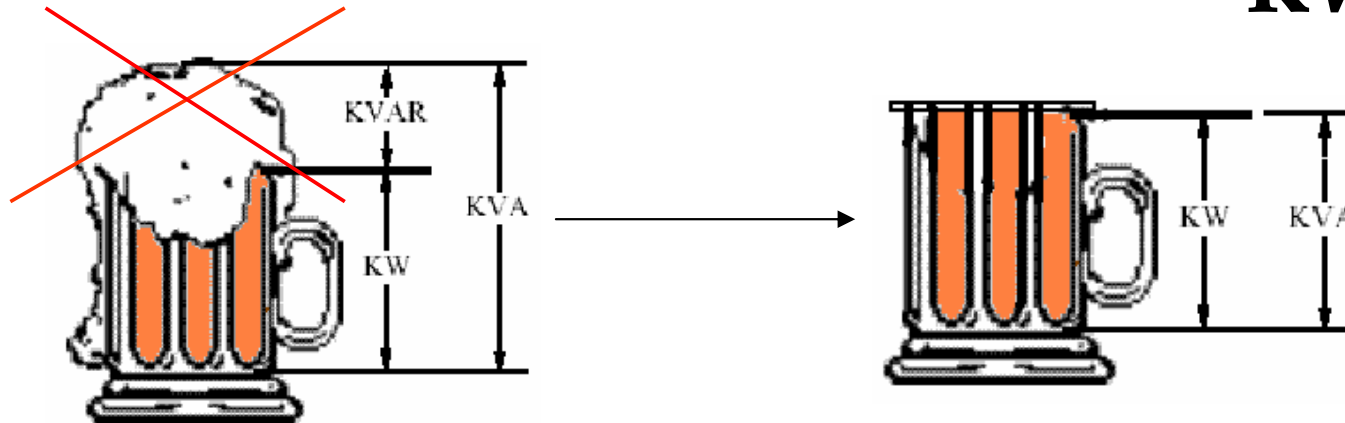
kVAR- pena (*foam*)

TEŽNJA-KOREKCIJA FAKTORA SNAGE

- Učiniti dodatne napore da se postigne da je faktor snage što bliži 1
- U tom slučaju izvor napona “vidi” opterećenje kao čistu otpornost
- Ovim se postiže na izvestan način i kompenzacija reaktivne energije
- Ovim se vrši korekcija faktora snage
- PASIVNA KOREKCIJA FAKTORA SNAGE
- AKTIVNA KOREKCIJA FAKTORA SNAGE

KOREKCIJA FAKTORASNAGE- ANALOGIJA SA PIVOM

$$kW=kVA$$



CILJ JE POSTIĆI: $kVAR=0$

$$PF = \frac{kW}{kVA} = \frac{k\cancel{V}\cancel{A}}{k\cancel{V}\cancel{A}} = 1$$

$$PF = \frac{PIVO}{PIVO} = 1$$

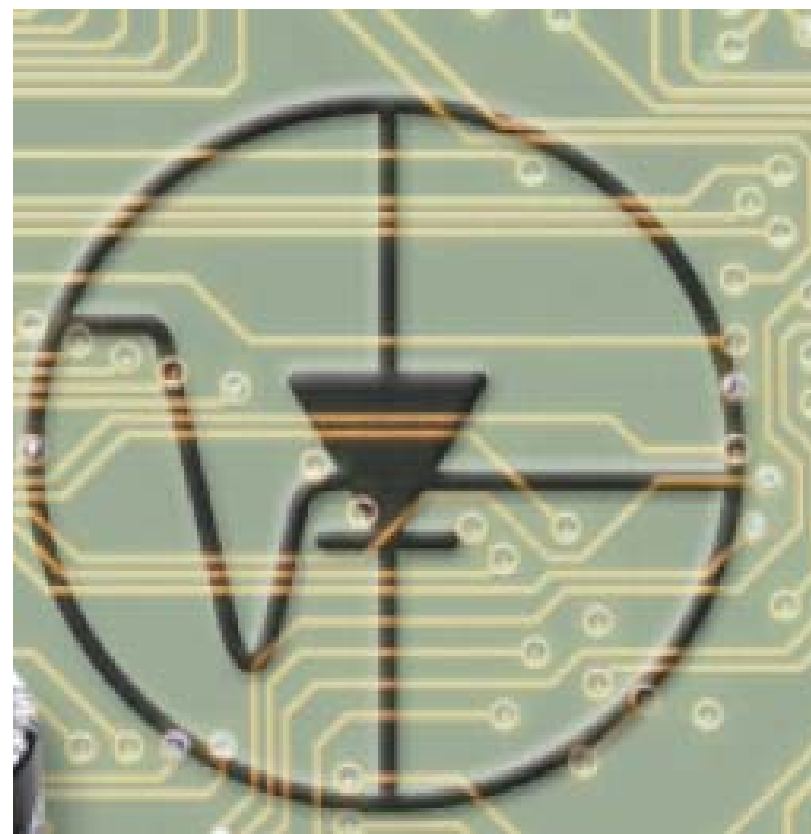


O OVOJ PROBLEMATICI ĆE BITI U VIŠE DETALJA U PREZENTACIJAMA:

- ENERGETSKI PRETVARAČI ZA
KOMPENZACIJA REAKTIVNE
ENERGIJE
- KOREKCIJA FAKTORA SNAGE U
KOLIMA ENERGETSKE
ELEKTRONIKE

PREDAVAČ: Dr Željko Despotović, dipl.el.inž

HVALA NA PAŽNJI!!! PITANJA????



VIŠER-BEOGRAD
DECEMBAR 2012