

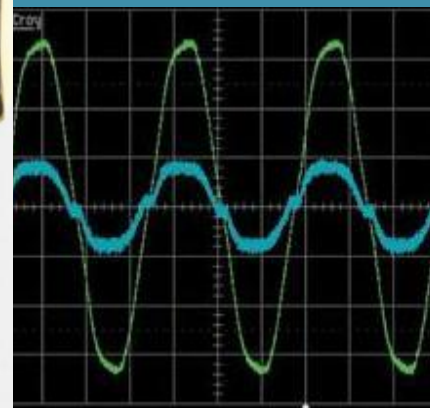
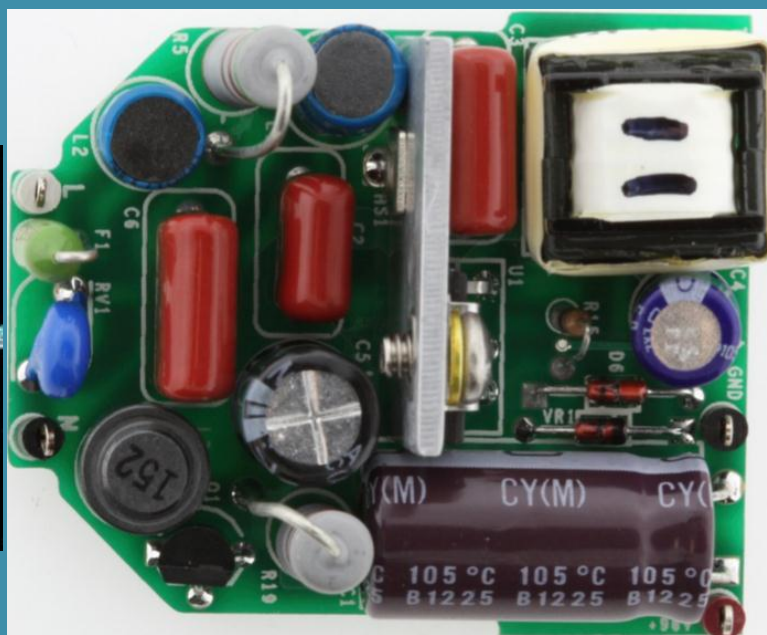
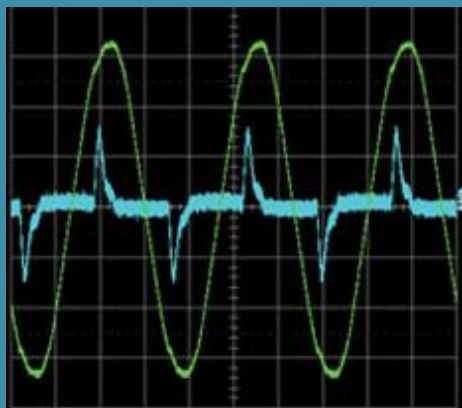
VISOKA ŠKOLA ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA STRUKOVNIH
STUDIJA-VIŠER, BEOGRAD

STUDIJSKI PROGRAMI: ELITE, NET, SNET

PREDMET: ENERGETSKA ELEKTRONIKA

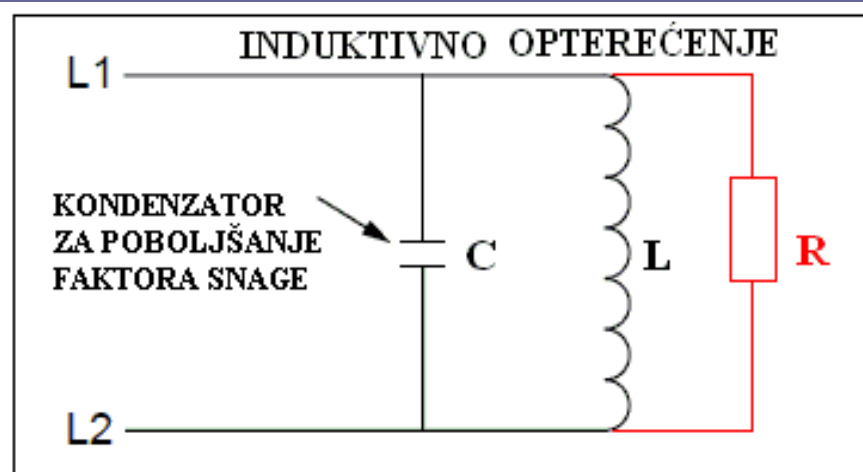
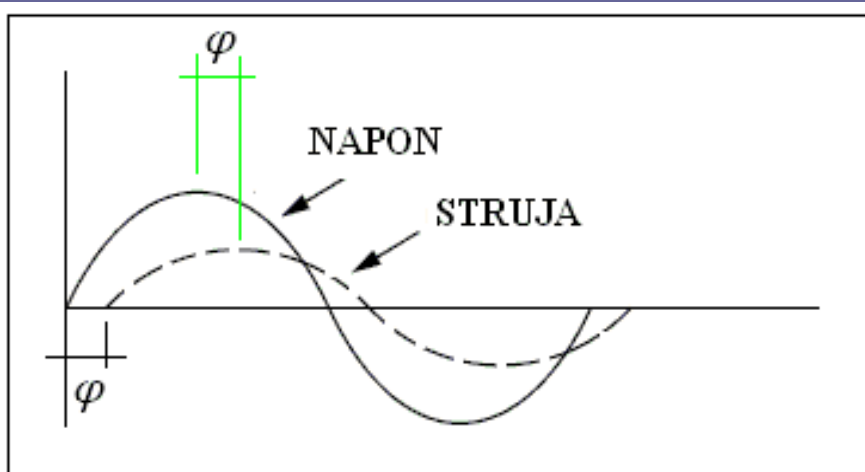


UPRAVLJAČKA KOLA I ENERGETSKI PRETVARAČI ZA KOREKCIJU FAKTORA SNAGE



PREDAVAČ: Prof. dr Željko Despotović, dipl.el.inž

ŠTA JE FAKTOR SNAGE???



Prividna snaga $S = UI$

Aktivna snaga $P = S \cos \varphi$

Reaktivna snaga $Q = S \sin \varphi$

FAKTOR SNAGE λ

$$\lambda = \frac{P}{S}$$

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \rightarrow \text{L1-L2 IMPEDANSA } \underline{Z} = R$$

$$\frac{P = \cancel{UI} \cos \varphi}{S = \cancel{UI}}$$



$$\lambda = \frac{P}{S} = \frac{I_1}{I} \cos \varphi$$

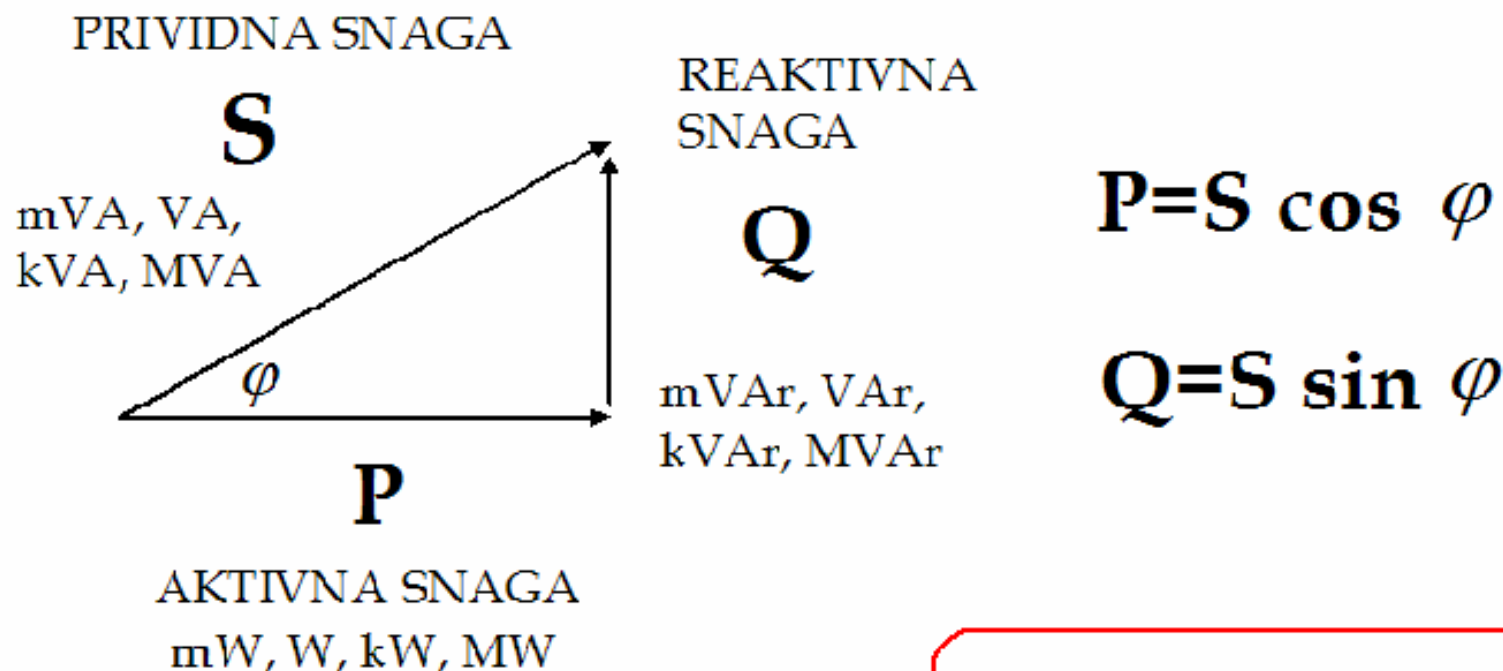
$$\frac{I_1}{I} = 1$$

$$\lambda = \cos \varphi$$

Power Factor Correction (PFC)

KOREKCIJA FAKTORA SNAGE?

TROUGAO SNAGA (važi samo u slučaju kada nema distorzije talasnih oblika struja i (ili) napona!!!)



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

CILJ je OSTVARITI

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

A AKO IMAMO DISTORZIJU TALASNIH OBLIKA?
Čemu je jednaka prividna snaga S=?

UOBIČAJENE OZNAKE ZA FAKTOR SNAGE

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

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

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:

$$\lambda = \cos \varphi$$

REAKTIVNA ELEKTRIČNA ENERGIJA

- ▣ Reaktivna energija (ili u zapadnoj varijanti: jalova, što plastičnije opisuje njen karakter), sa stanovišta fizike je onaj deo ukupne isporučene električne energije koji se troši na uspostavljanje i održavanje magnetnog polja u električnim mašinama.
- ▣ Iz prethodne tvrdnje sledi da su najveći potrošači reaktivne energije elektromotori i transformatori.
- ▣ Ostali potrošači reaktivne energije (elektrolučne i indukcionne peći, elektrovučna postrojenja, fluorescentna rasveta....)
- ▣ Svoje ime reaktivna energija je dobila zbog činjenice da njena potrošnja ne doprinosi aktivnoj odnosno korisnoj snazi, ali bez potrošnje reaktivne energije električna mašina ne bi ni mogla da radi.
- ▣ Strogo govoreći reaktivna energija je mnogo širi pojam i javlja se i kod potrošača kao što su: frekventni regulatori, soft starteri, jednosmerni pogoni, ispravljači, itd.

POTROŠAČI REAKTIVNE ENERGIJE

- Asinhroni motori
- Transformatori
- Elektrolučne peći
- Indukcione peći
- Elektrovučne podstanice
- Rasveta (fluorescentna)

PROIZVOĐAČI / POTROŠAČI REAKTIVNE ENERGIJE

- Sinhroni generatori
- Sinhroni kompenzatori
- Nadzemni vodovi i kablovi (usled postojanja otočnih kapacitivnosti!!!)
- Kondenzatorske baterije
- Prigušnice

REAKTIVNA ENERGIJA-Problemi!!!

- I) PRIMER: TIPIČAN $\cos\phi=0.8$ za ASINHRONE MOTORE, MOTOR SNAGE npr.10kW, svakog sata utroši 10kWh aktivne energije i 7.5kVarh reaktivne energije, 10kW se pretvori u rad, dok se 7.5kVar se utroši da bi se izvršila magnetizacija polova motora (krajnji potrošač nema nikakvu direktnu korist od ove energije a mora je platiti!!!!!!)
- II) REAKTIVNA ENERGIJA MORA DA SE TRANSPORTUJE OD MESTA PROIZVODNJE (GENERATOR-TRANSFORMATOR-VOD-POTROŠAČ) I ZAUZIMA KAPACITET KABLA (Za pomenuti motor od 10kW struja koja potiče od aktivne energije iznosi oko 25A, a od reaktivne energije oko 19A, tako da ukupno kroz napojni vod protiče oko 45A i doprinosi povećanju otpornih gubitaka u vodu i njegovo grejanje). Posledice zagrevanja voda (kablova) su veći pad napona koji raste sa njegovom dužinom.



Prisustvo reaktivne komponente (crvena boja) je zauzela oko 40% potrebnog kapaciteta- $\cos\phi=0.8$

Potreban presek provodnika ako je potrošač u potpunosti kompenzovan - $\cos\phi=1$

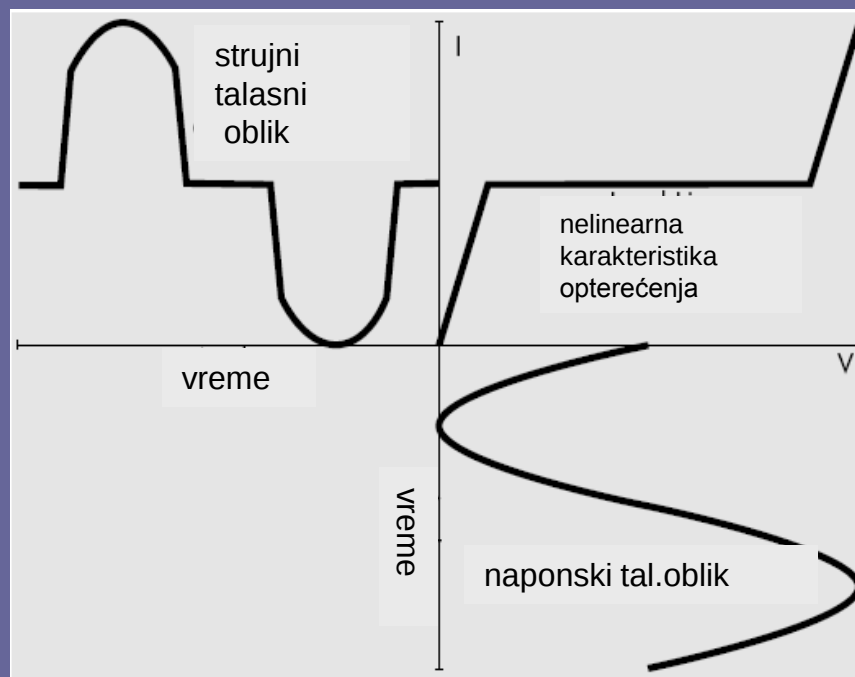
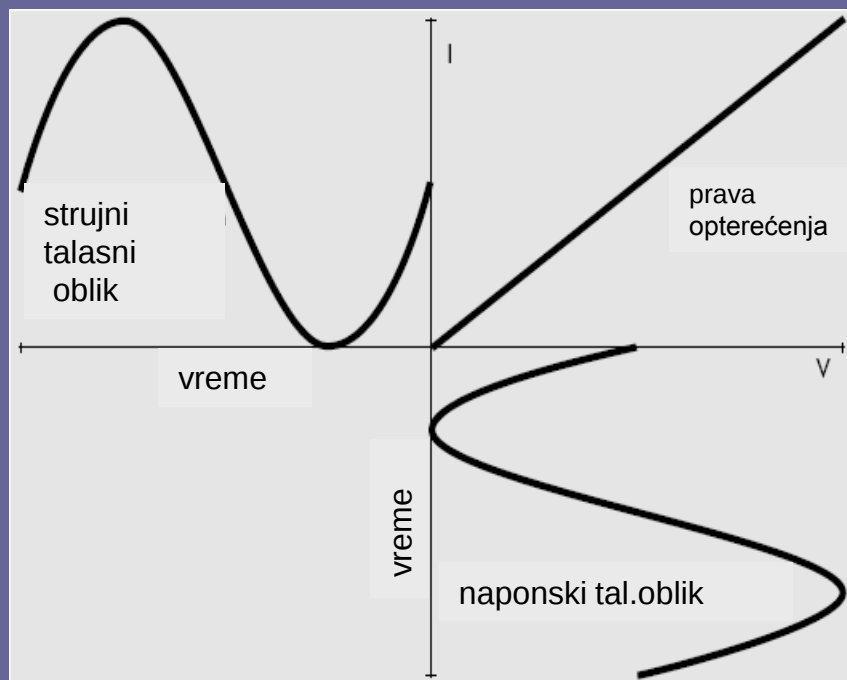
NELINEARNI PRIJEMNICI ?

Postoji još jedna vrsta prijemnika koja izaziva “reaktivne struje” – struje koje protiču kroz mrežu, a ne prenose energiju do prijemnika.

Radi se o prijemnicima koji i **pri prostoperiodičnom (sinusnom) naponu uzimaju iz mreže složeno-periodičnu struju.**

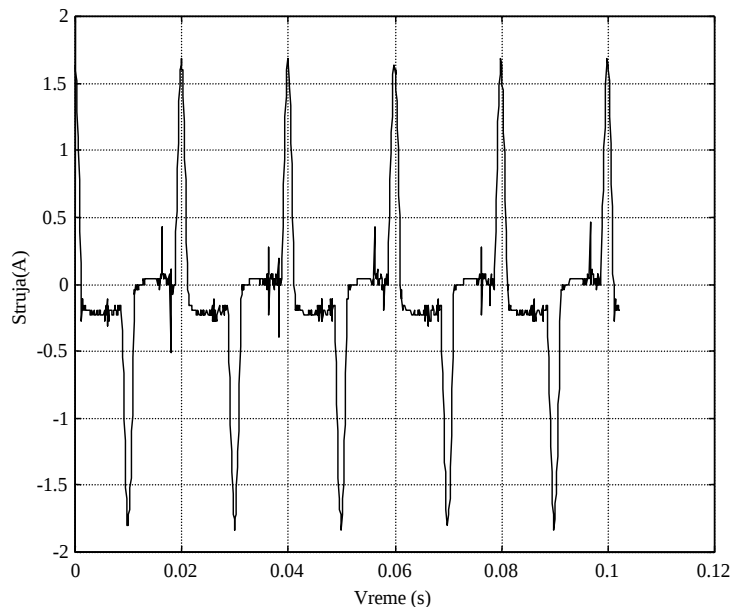
Ovakvi prijemnici se nazivaju NELINEARNIM

Usled nelinearnih opterećenja ustvari nastaju viši harmonici struje?

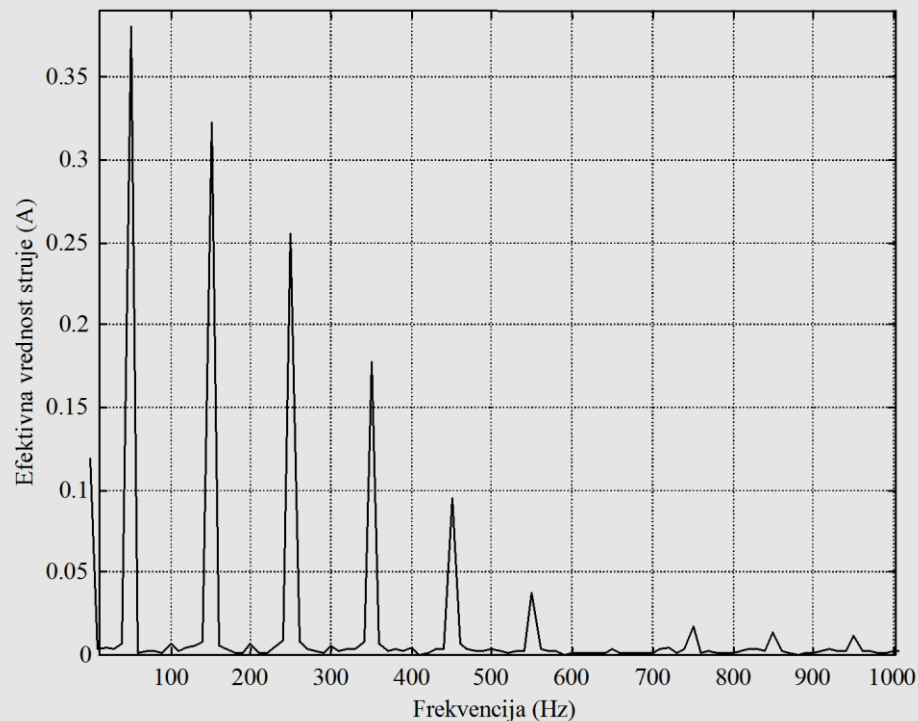


- Ako je opterećenje linearno (npr. termički potrošači) a napon prostoperiodičan, onda je i struja prostoperiodična.
- Ako je opterećenje nelinearno (npr. diodni ispravljač, zasićeno magnetsko kolo, ...) struja je izobličena i ako je napon prostoperiodičan

PC računar kao nelinearno opterećenje



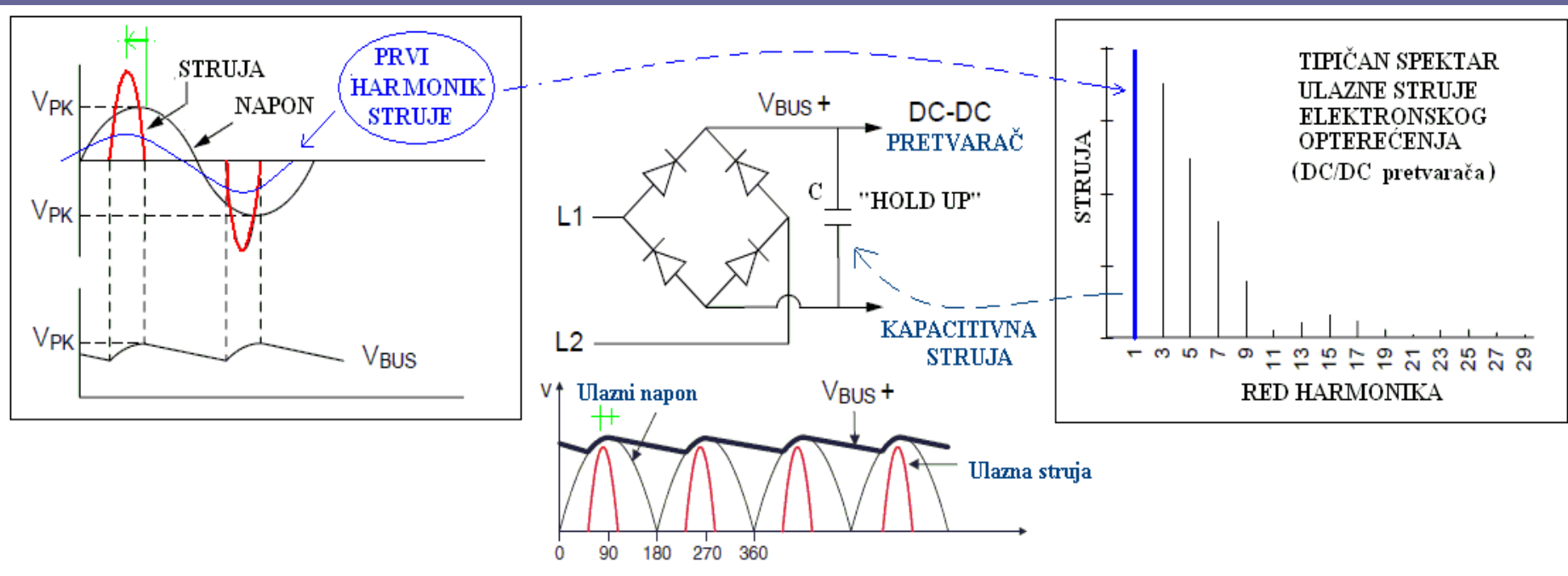
Talasni oblik struje
PC računara



Spektralni sastav struje PC računara



UTICAJ DIODNOG ISPRAVLJAČA NA MREŽU ☹☹



- OŠTRI IMPULSI STRUJE
- TRAJANJE IMPULSA 1ms-2ms
- KAPACITIVNA STRUJA
- VIŠI HARMONICI

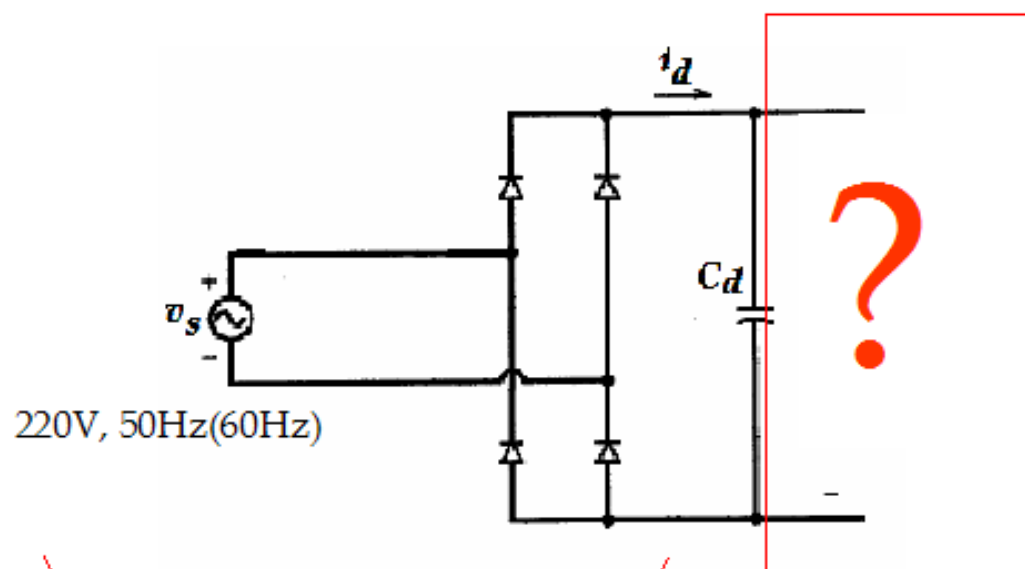
NEPOVOLJNI EFEKTI KOJI SU POSLEDICA VIŠIH HARMONIKA

- Smetnje u upravljačkim kolima elektronskih uređaja
- Smetnje u komunikacionim i signalnim kolima
- Greške u merenju indukcionih vatmetara
- Smetnje kod uređaja kontrolisanih signalima viših učestanosti
- Vibracije kod obrtnih električnih mašina
- Vibracije i buka kod transformatora i prigušnica

NEPOVOLJNI EFEKTI KOJI PRATE POJAVU VIŠIH HARMONIKA DUŽEG TRAJANJA (zagrevanje!!!)

- ▣ Zagrevanje kondenzatora. Snaga zagrevanja koja potiče od svakog od harmonika je srazmerna efektivnoj vrednosti tog harmonika i njegovoj učestanosti.
- ▣ Zagrevanje usled dodatnih gubitaka u mašinama i transformatorima.
- ▣ U namotajima statora, kod mašina, odnosno primara i sekundara kod transformatora, javljaju se dodatni Džulovi gubici; takođe, povećavaju se gubici u gvožđu.
- ▣ Kod obrtnih naizmeničnih mašina dolazi i do pojave gubitaka u gvožđu rotora.
- ▣ Zagrevanje električnih vodova (kablova i vazdušnih vodova) usled dodatnih Džulovih gubitaka.
- ▣ Pored toga, povećavaju se dielektrični gubici u izolaciji, i gubici zbog rasutog fluksa, naročito kod harmonika reda deljivih sa tri. Tada je naročito termički ugrožen i nulti provodnik.

DIODNI ISPRAVLJAČ NAPAJAN SA MREŽE



POTROŠAČ:

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

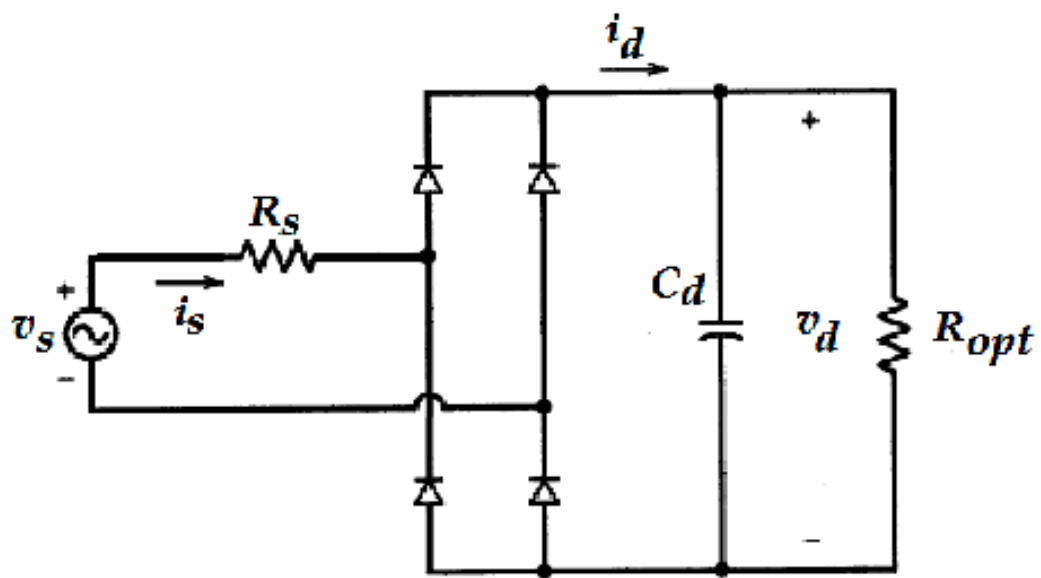
.....
.....

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

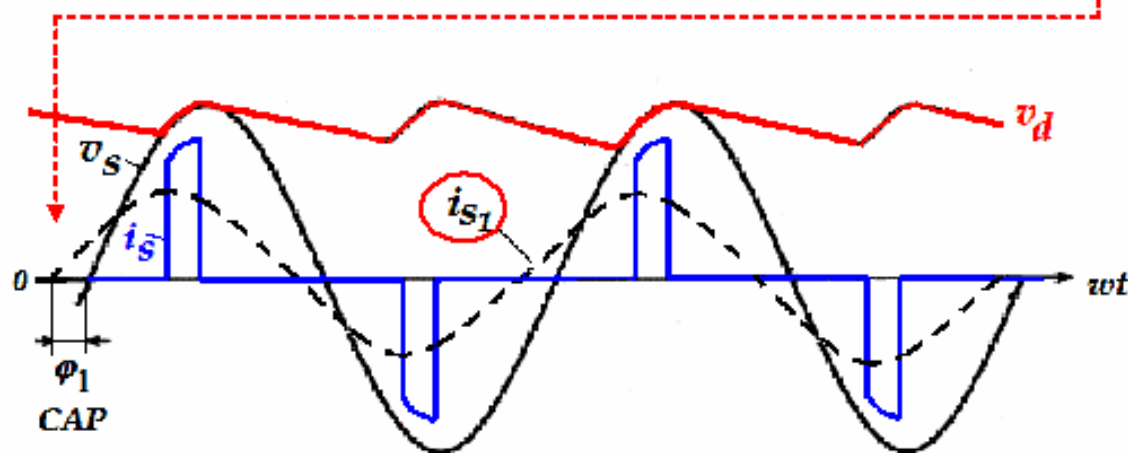
POTROŠAČ

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



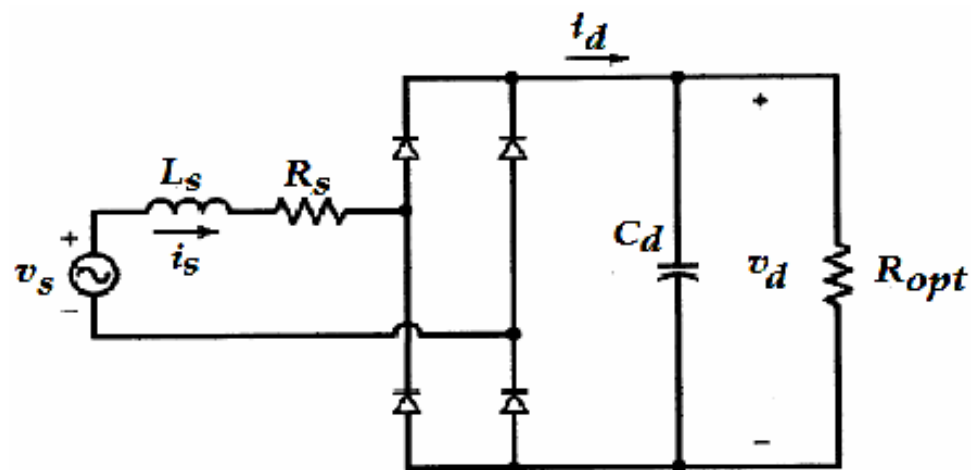
U odnosu na mrežu ovaj sklop se ponaša kao kapacitivno opterećenje (zapaziti fazni pomeraaj dominantnog prvog harmonika!!!)



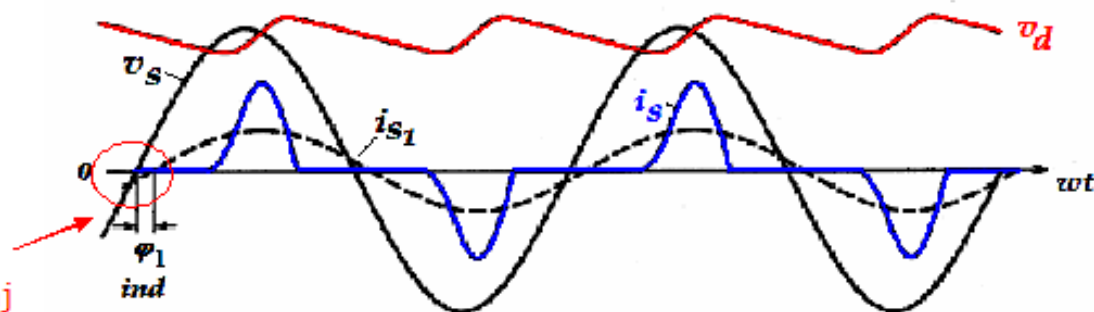
Dominatan je osnovni (prvi) harmonik ulazne struje - - - - -

ŠTA U OVOM SLUČAJU PREDSTAVLJA FAKTOR SNAGE???

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



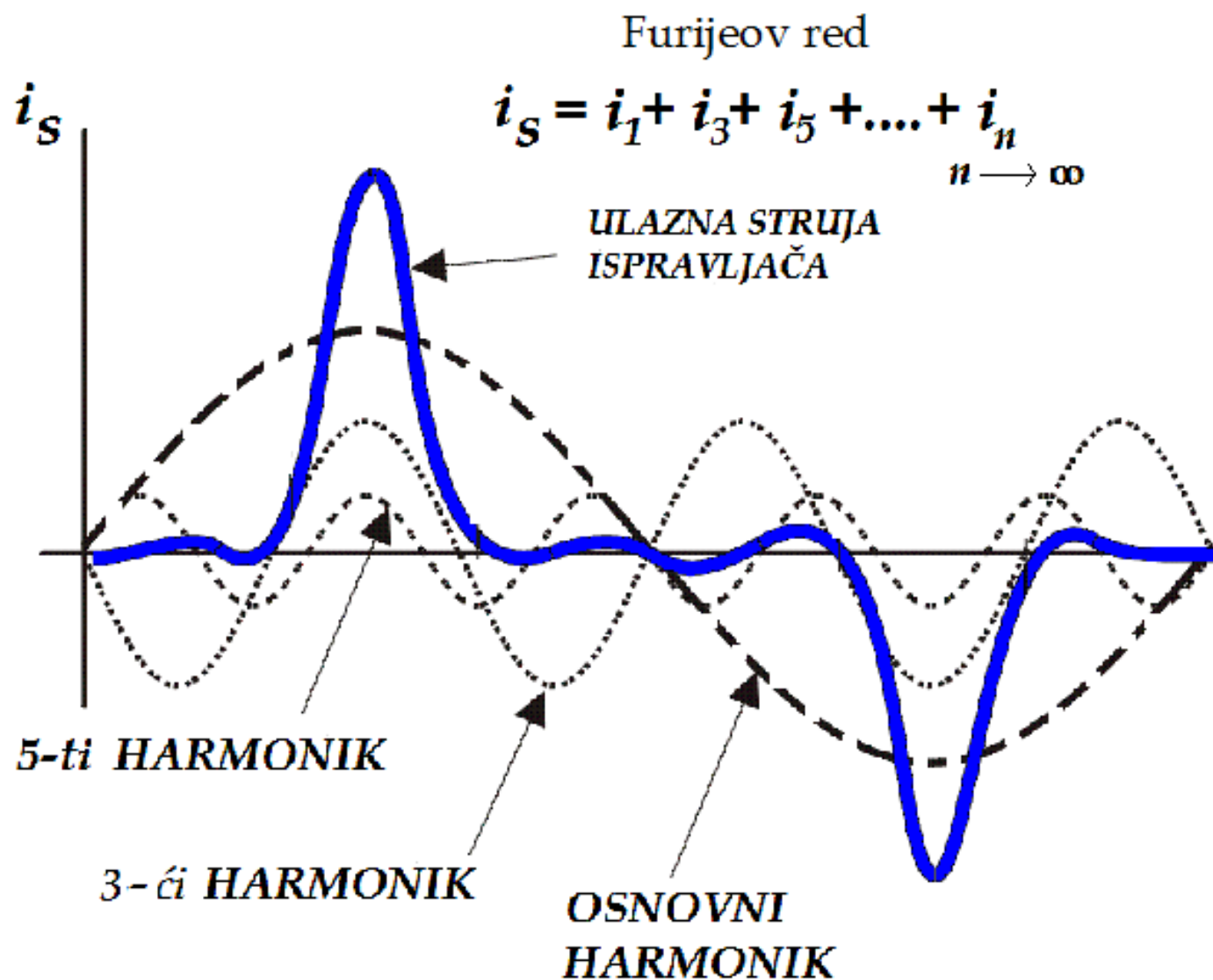
Dominantan je
osnovni (prvi)
harmonik ulazne
struje



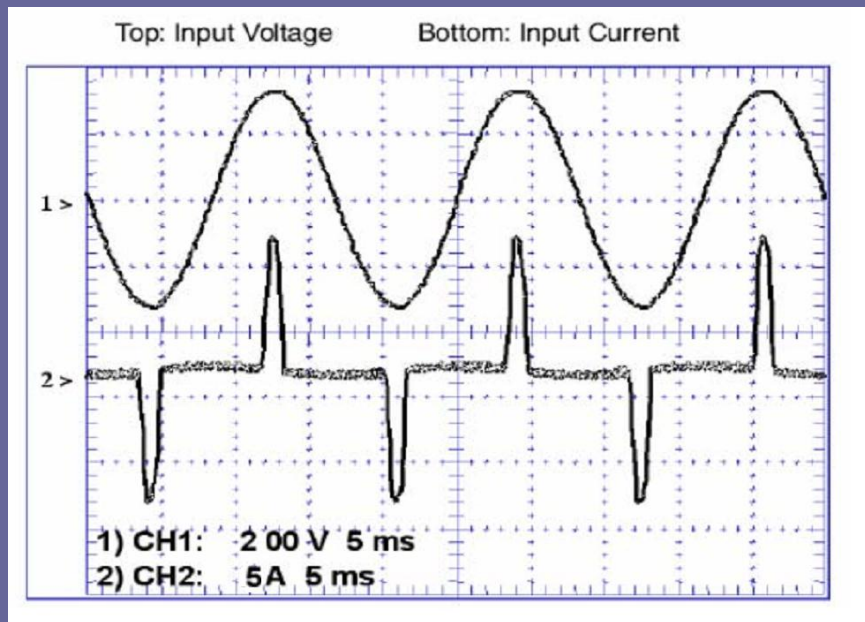
Zapaziti
induktivni
fazni pomeraj
osnovnog
(dominantnog)
Harmonika!!!!

ŠTA U OVOM SLUČAJU PREDSTAVLJA FAKTOR SNAGE???

HARMONIJSKI SASTAV ULAZNE STRUJE DIODNOG GRECOVOG ISPRAVLJAČA

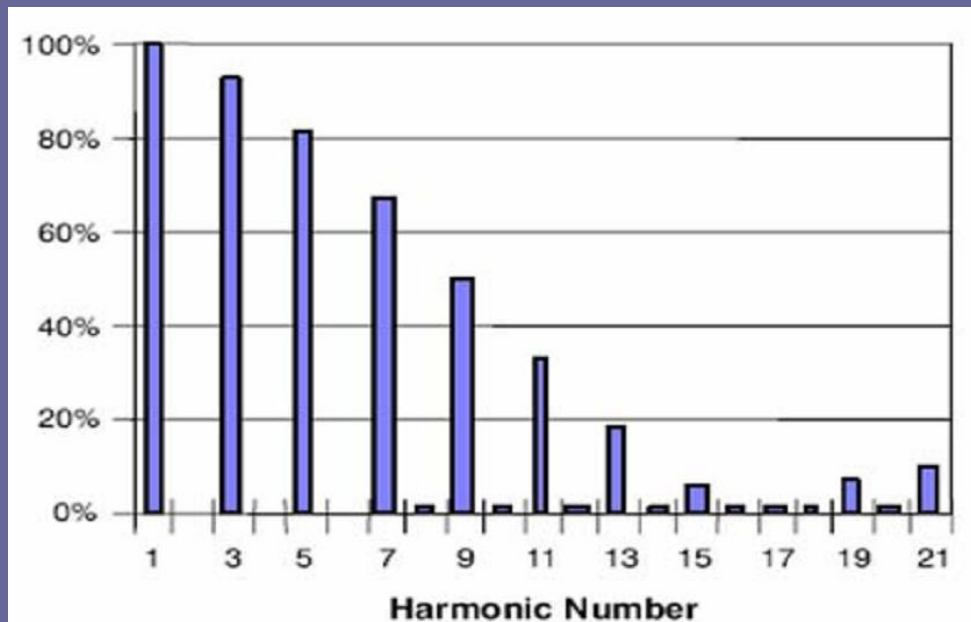


REALAN SNIMAK ULAZNOG NAPONA I ULAZNE STRUJE JEDNOG PC NAPAJANJA 220W (220V/1A)



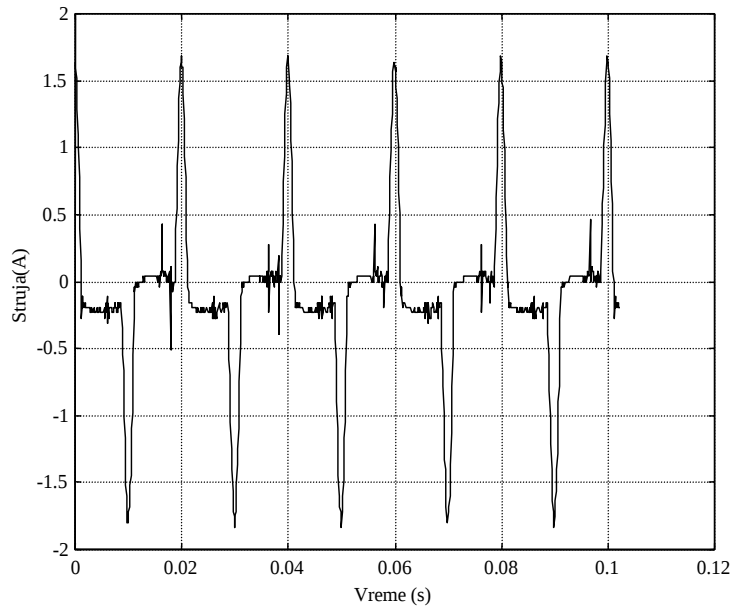
OCIOSKOPSKI SNIMAK

VRŠNA VREDNOST ULAZNE STRUJE 10A
TRAJANJE STRUJNOG PIKA OKO 1ms

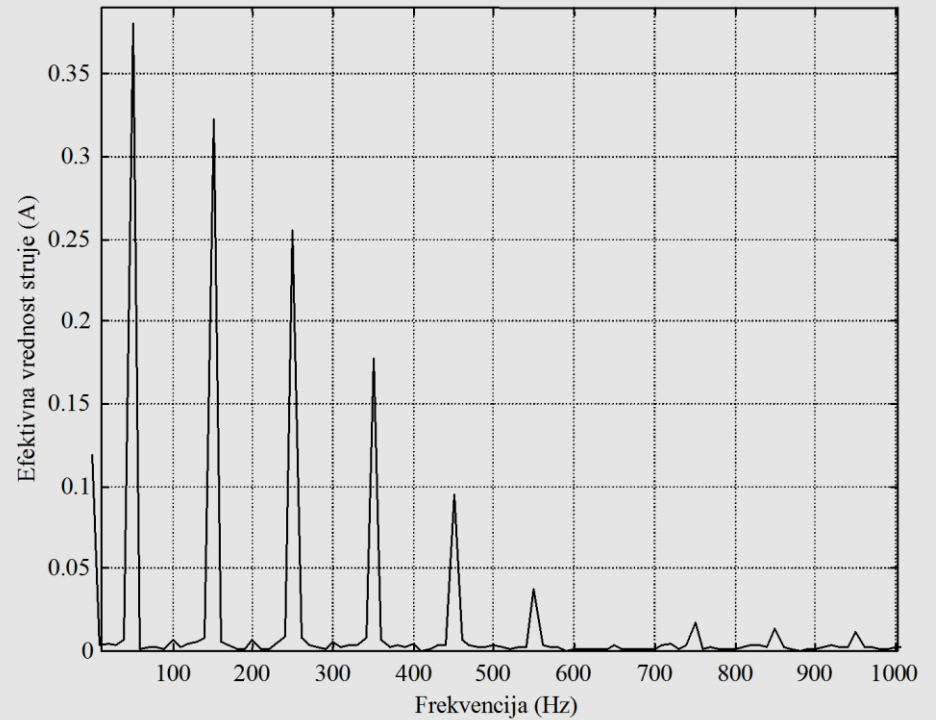


SADRŽAJ HARMONIKA

PC računar kao nelinearno opterećenje

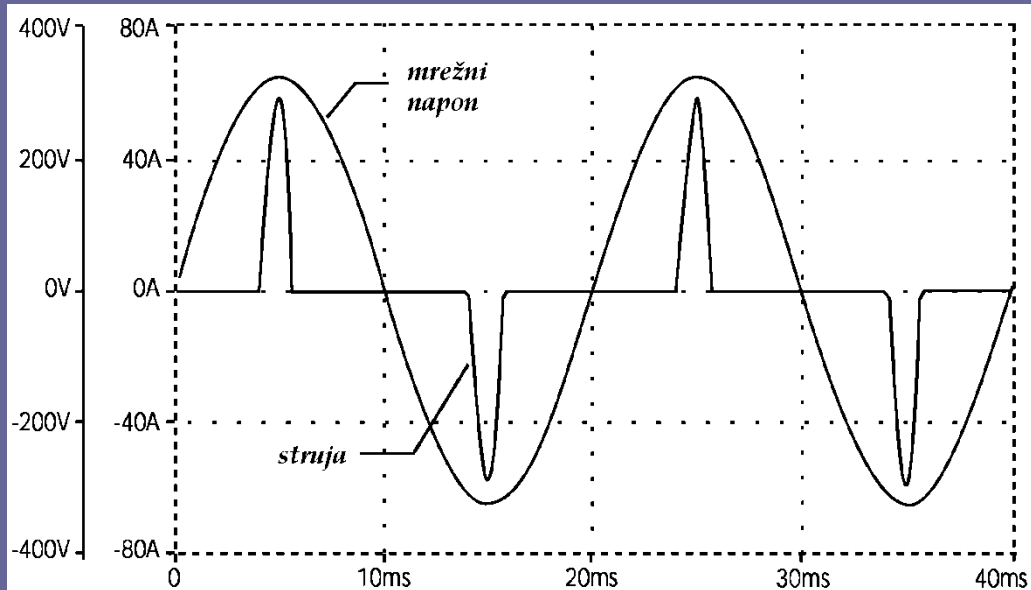


Talasni oblik struje
PC računara

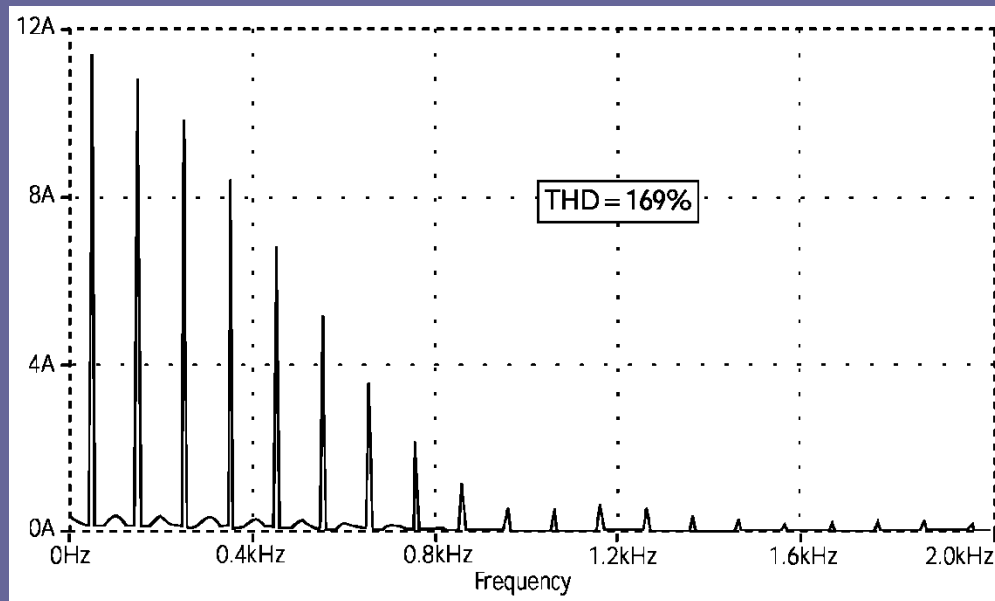
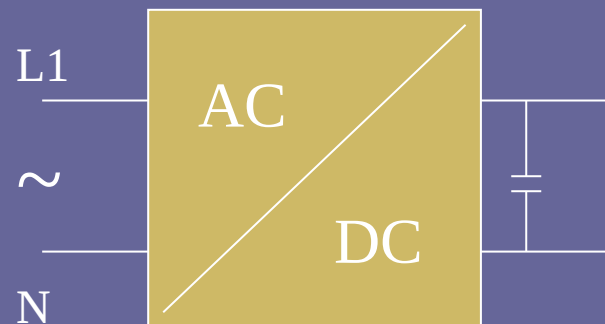


Spektralni sastav struje PC računara

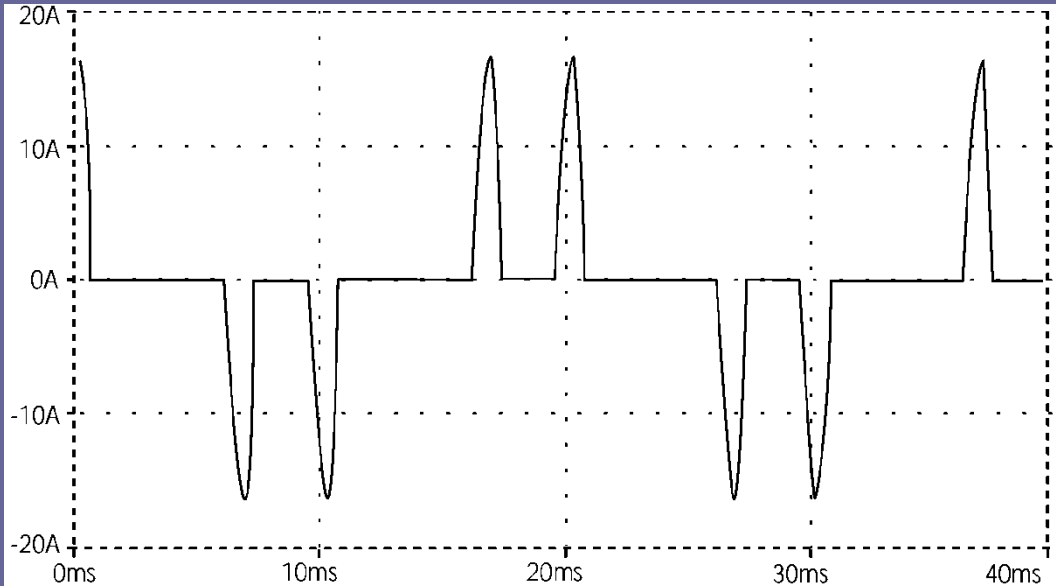
HARMONICI-monofazni nelinearni prijemnik



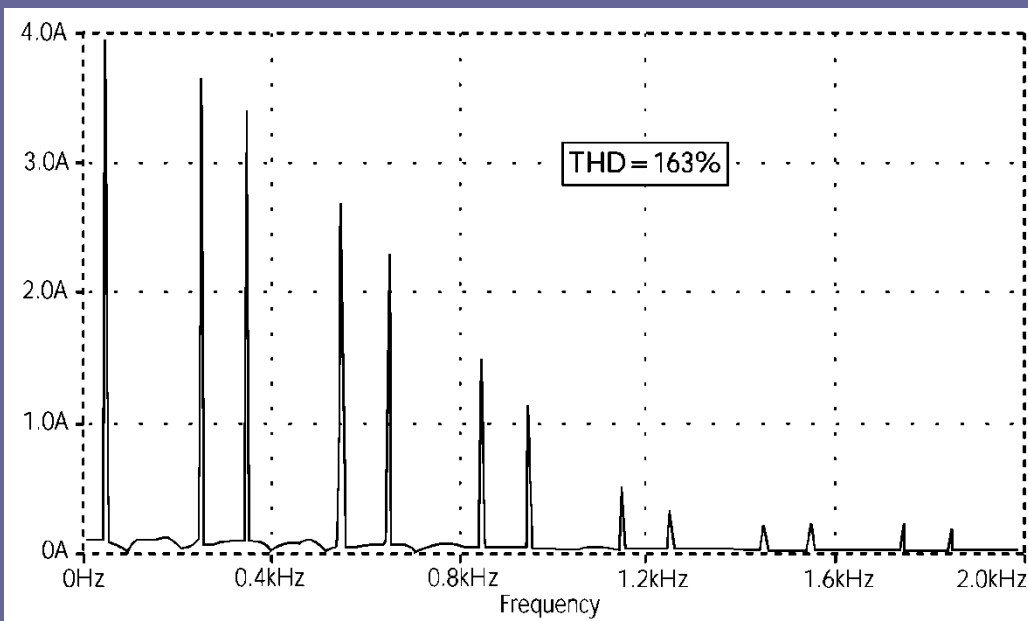
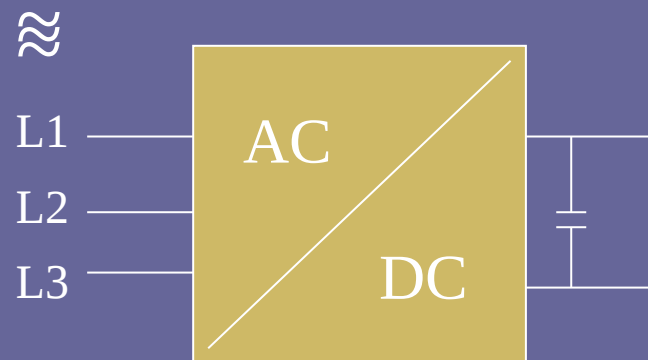
Tipični talasni oblik ulazne struje monofaznog AC-DC pretvarača snage 1.5kW



HARMONICI-trofazni nelinearni prijemnik

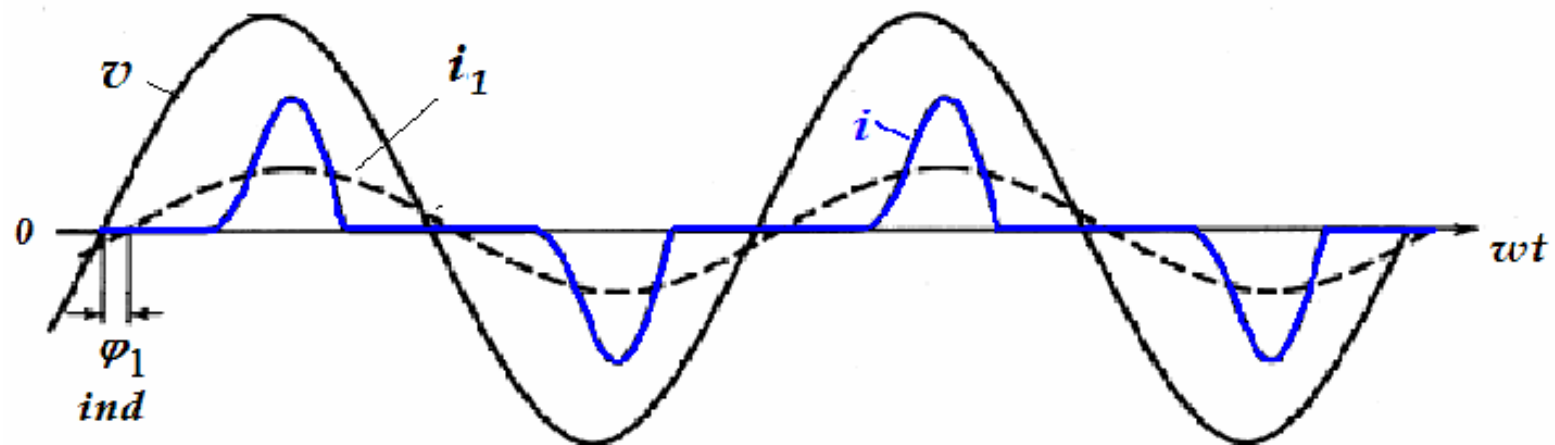


Tipični talasni oblik ulazne struje trofaznog AC-DC pretvarača snage 1.5kW



POSMATRAJMO PRVI HARMONIK(DOMINANTNI) U ULAZNOJ STRUJI GRECOVOG ISPRAVLJAČA

PRETPOSTAVKA: MREŽNI NAPON JE SINUSOIDALAN



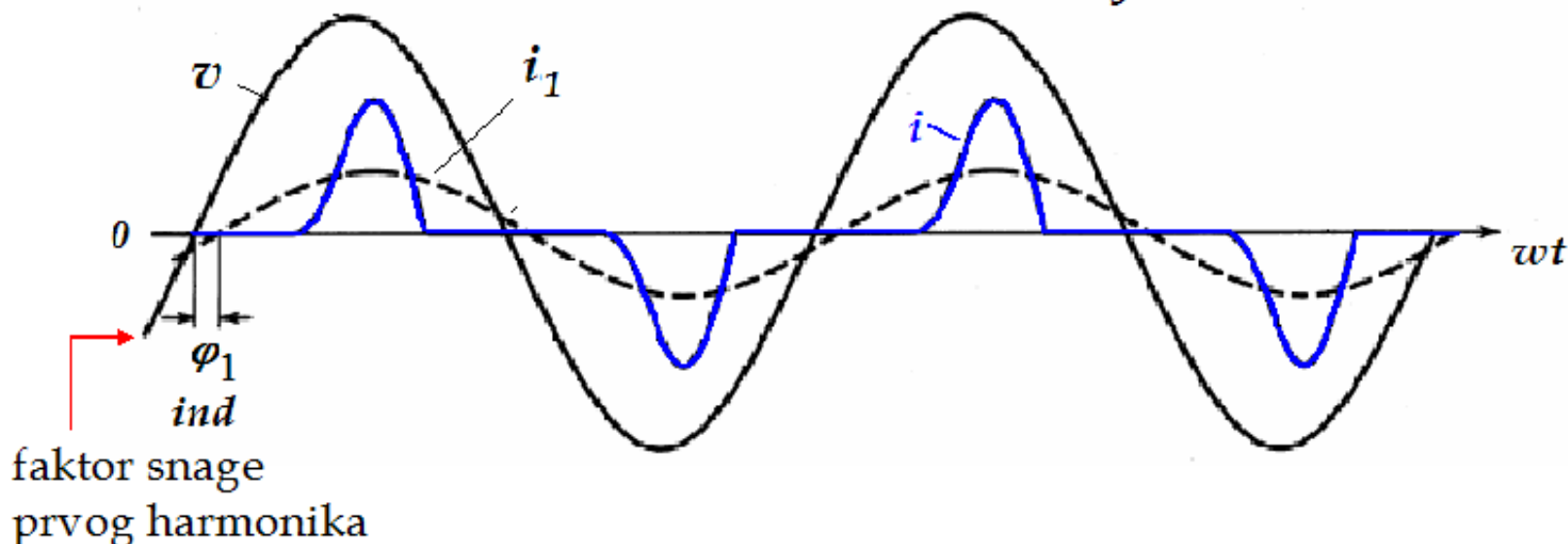
V_{eff} – efektivna vrednost mrežnog napona $v(t)$

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



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

Faktor snage
funkcija faktora
distorzije i $\cos \varphi$!!!

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

FAKTOR DISTORZIJE

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

Distorsion
Factor
(engl.)-DF

TOTALNA HARMONIJSKA DISTORZIJA- THD faktor

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

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

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

Definicije snaga u uslovima postojanja harmonijskih izobličenja struja i napona:

Aktivna snaga:
$$P = \sum_{n=0,1,2,\dots}^{n_{\max}} (U_{(n)RMS} \cdot I_{(n)RMS}) \cos(\alpha_n - \beta_n)$$

Reaktivna snaga:
$$Q = \sum_{n=0,1,2,\dots}^{n_{\max}} (U_{(n)RMS} \cdot I_{(n)RMS}) \sin(\alpha_n - \beta_n)$$

Snaga distorzije:
$$D = \sum_{i=0}^{n_{\max}-1} \sum_{j=i+1}^{n_{\max}} (U_i^2 I_j^2 + U_j^2 I_i^2 - 2U_i U_j I_i I_j \cos(\theta_i - \theta_j))$$

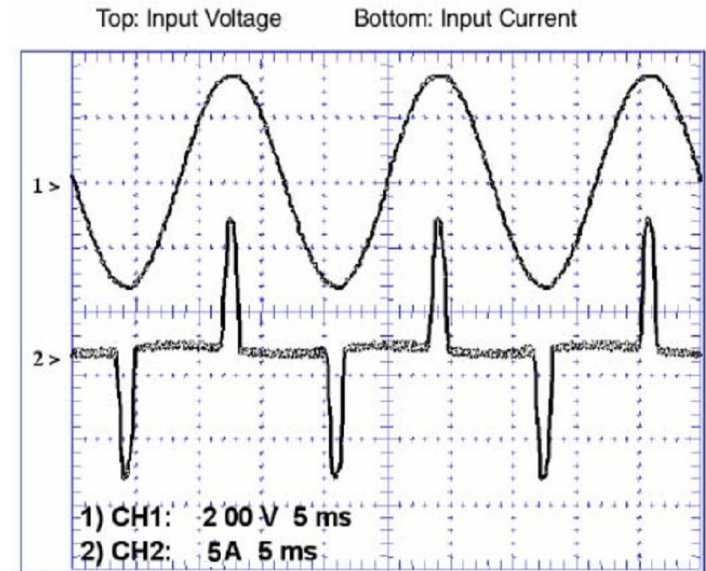
Prividna snaga:
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}$$

Faktor snage:
$$PF = \frac{P}{S}$$

Kolika je ustvari vršna vrednost ulazne struje??

POJEDNOSTAVLJENA RAČUNICA

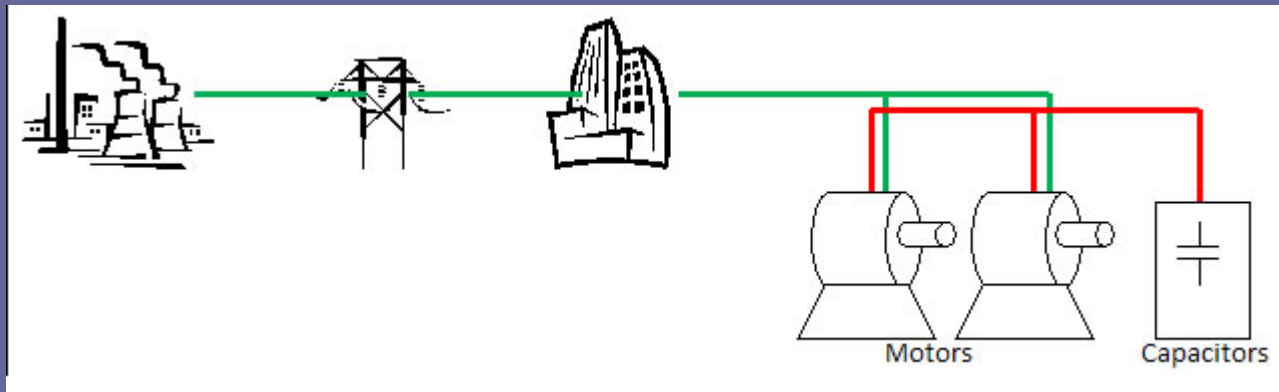
- Pretpostavimo da imamo prekidački izvor napajanja bez PFC, čija je aktivna snaga 220W
- Napaja se iz 220V, 50Hz
- Efektivna vrednost ulazne struje je 1A
- Ako impuls struje traje 1ms, a trajanje poluperiode je 10ms, zaključujemo da je vršna vrednost strujnog impulsa 10A
- Ovo sve važi kako za (+)periodu tako i za (-) periodu
- Zamislamo da je na jednoj fazi povezano 200 PC računara
- Ukupna vršna struja po poluperiodi je $200 \times 10A = 2kA!!!$**
- Problemi: strujni udari, padovi napona, naponski propadi ili "sagovi", generisanje viših harmonika.... ☹☹!!!!**



KAKO REŠTI OVE PROBLEME????

REŠENJE KOJE SE NAMEĆE JE
KOREKCIJA FAKTORA SNAGE - **PFC**

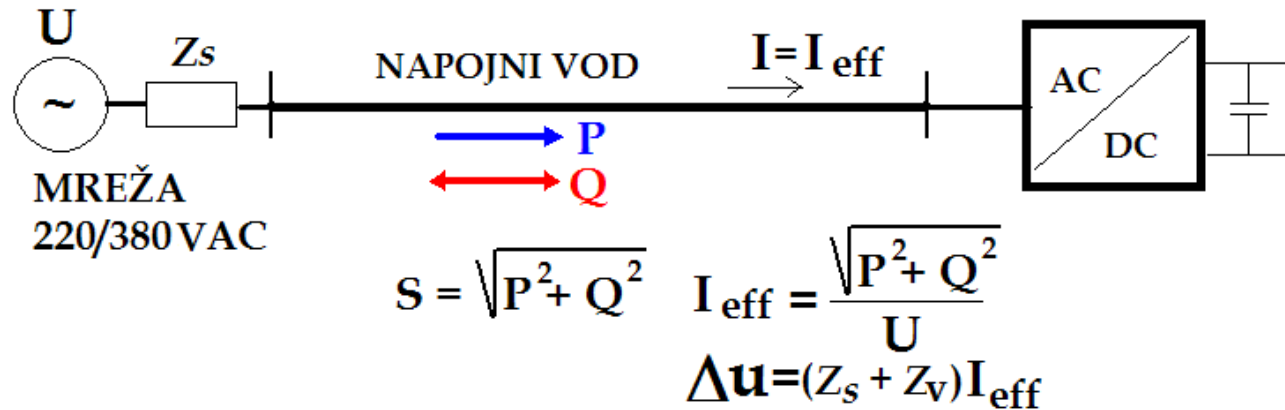
PFC- Power Factor Correction (engl)



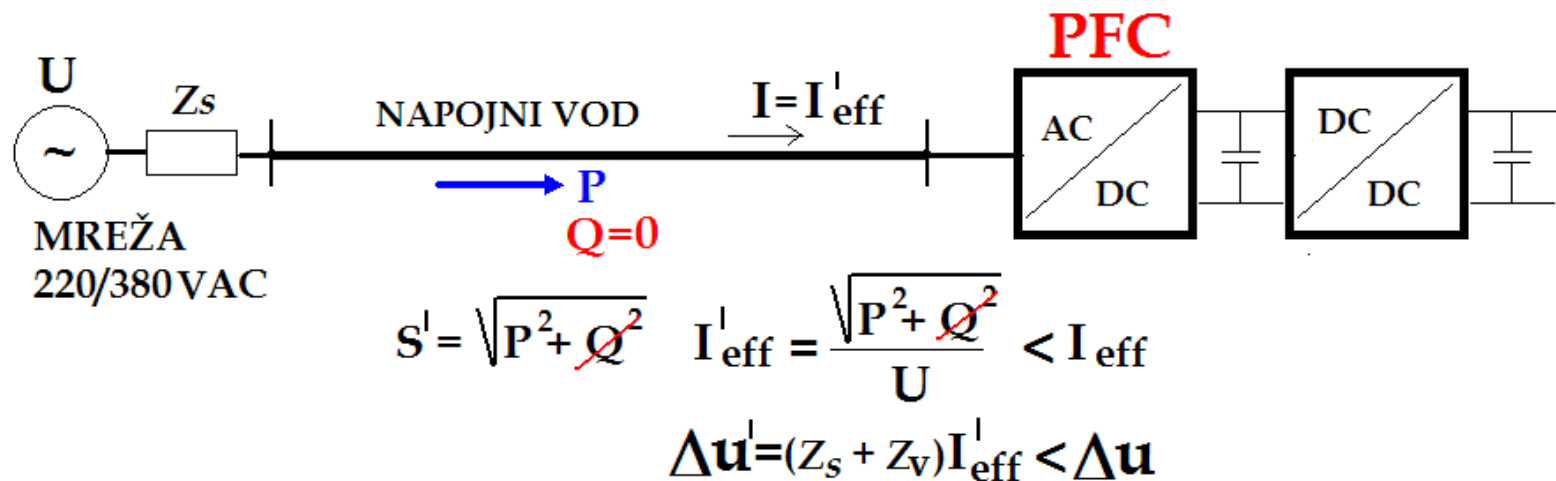
ZAŠTO UOPŠTE KOREKCIJA SNAGE??

- ▣ **POVEĆANJE EFIKASNOSTI NAPOJNE MREŽE**
 - niži gubici na mrežnoj impedansi
 - manje izobličenje napona (*cross-coupling*)
 - veća raspoloživa snaga izvora
- ▣ **REDUKCIJA “ZAGAĐENJA” NAPOJNE MREŽE ŠTETNIM HARMONICIMA**
 - nisko frekventni i visokofrekventni harmonici
- ▣ **USAGLAŠAVANJE SA STANDARDIMA IEC 555, IEC61000, EN6055, IEEE 519, itd.**

POVEĆANJE EFIKASNOSTI NAPOJNE MREŽE



(a) slučaj bez korekcije faktora snage



(b) slučaj sa korekcijom faktora snage

LIMITI HARMONIJSKE EMISIJE PO IEC61000-3-2 i IEC 555-2

Harmonic Number (n)	Class A Limits**	Class B Limits**	Class C Limits*	Class D Limits*	IEC 555-2 limits for TV(>165W)
	(A _{rms})	(A _{rms})	% Of fundamental	mA/W of input power (50-600W)	(A _{rms}) Max DC current<0.05A
2	1.080	1.620	2	n/a	0.300
3	2.300	3.450	30 x PF	3.4	0.800
4	0.430	0.645	n/a	n/a	0.150
5	1.440	2.160	10	1.9	0.600
6	0.300	0.450	n/a	n/a	n/a
7	0.770	1.155	7	1.0	0.450
8	0.230	0.345	n/a	n/a	n/a
9	0.400	0.600	5	0.5	0.300
10	0.184	0.276	n/a	n/a	n/a
11	0.330	0.495	3	0.35	0.170
12	0.153	0.230	n/a	n/a	n/a
13	0.210	0.315	3	0.296	0.120
Even 14-40	1.84/n	2.760/n	n/a	n/a	n/a
Odd 15-39	2.25/n	3.338/n	3	3.85/n	1.5/n

KLASA A:

- simetrični trofazni prijemnici
- dimeri za svetiljke
- audio oprema

KLASA B:

- Portabilni alati

KLASA C:

- oprema za osvetljenje

KLASA D:

- PC računari
- PC monitori
- TV prijemnici do 600W

LIMITI PO EN6055-2/IEC555-2

Limits for Domestic Equipment Only		
Harmonic Number (n)	All equipment not TV (x1.5 for portable tools) (AMPS)	TV (AMPS)
1	-	-
3	2.30	0.80
5	1.14	0.60
7	0.77	0.45
9	0.40	0.30
11	0.33	0.17
13	0.21	0.12
15 and above	2.25/n	1/5/n

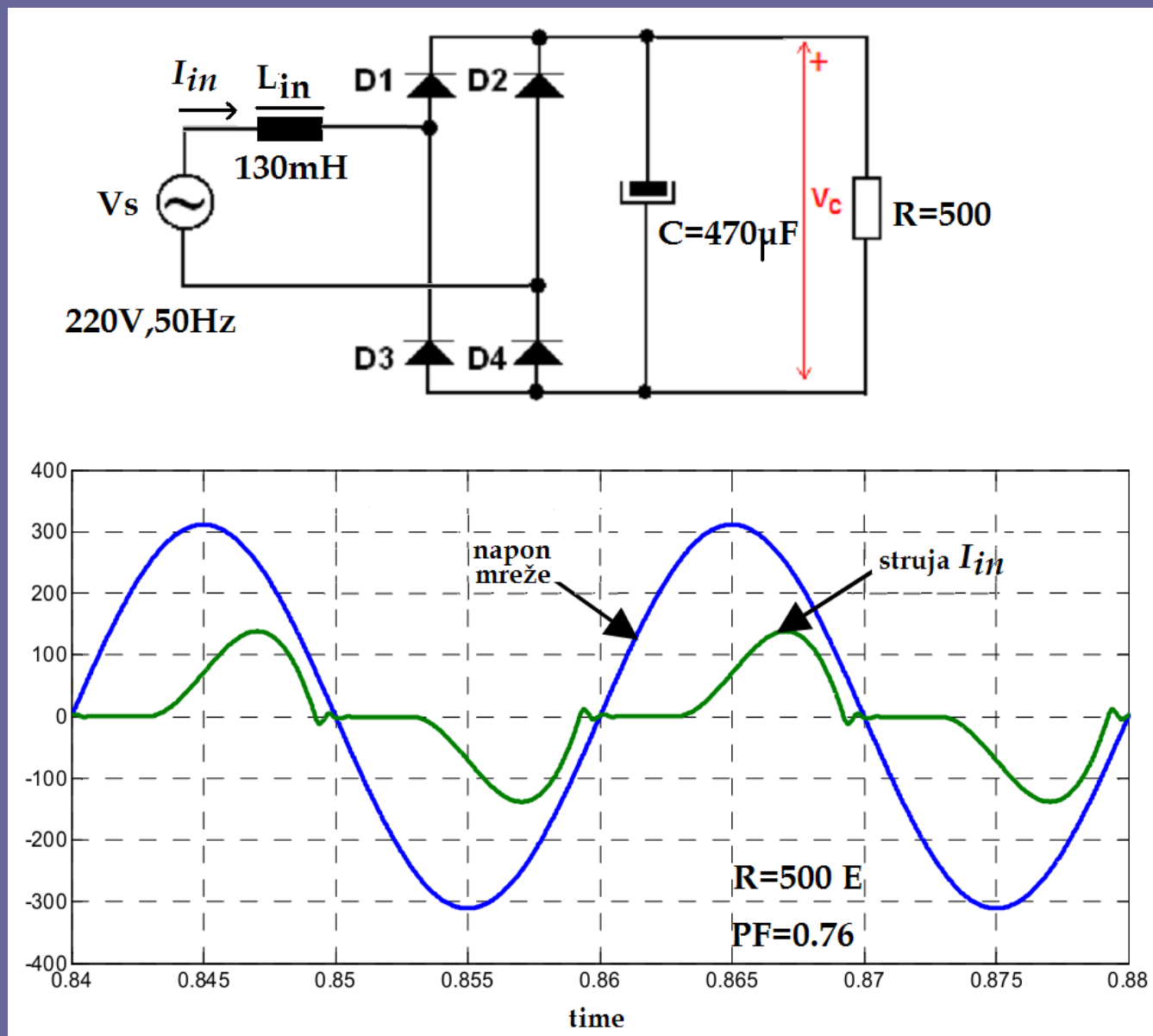
KOREKCIJA FAKTORA SNAGE??

- ▣ PASIVNA KOREKCIJA FAKTORA SNAGE
- ▣ AKTIVNA KOREKCIJA FAKTORA SNAGE

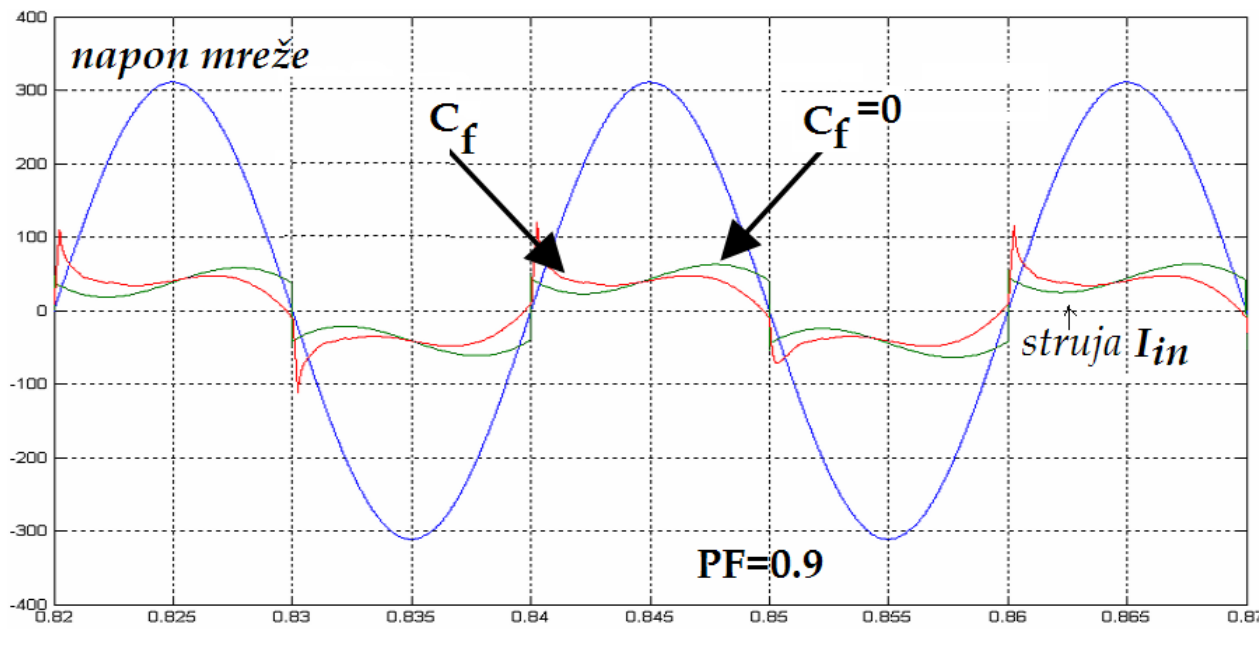
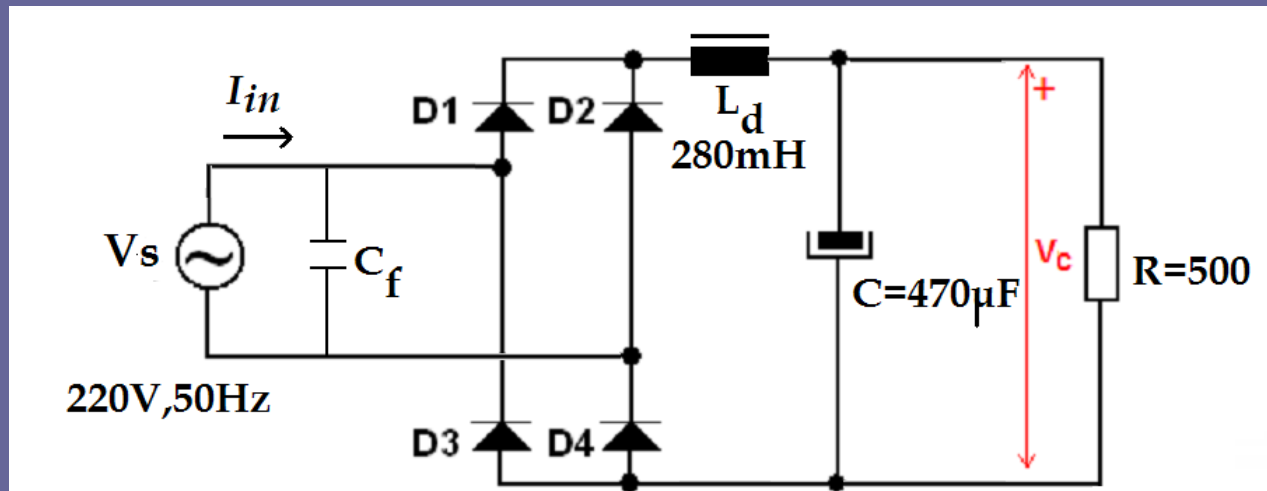
PASIVNA KOREKCIJA FAKTORA SNAGE

- ▣ OVA METODA SE BAZIRA NA KORIŠĆENJU PASIVNIH ELEMENATA (PRIGUŠNICA I KONDENZATORA) U KOMBINACIJI SA DIODNIM ISPRAVLJAČEM
- ▣ ONA SE MOŽE OSTVARITI NA VIŠE NAČINA :
 - postavljanjem prigušnice na AC strani (ka mreži)
 - postavljanjem prigušnice na DC strani (na izlazu ispravljača)
 - korišćenjem serijski rezonantnog LC kola na AC strani (band-pass filter)
 - korišćenjem paralelnog LC kola na AC strani (band-stop filter)
 - korišćenjem harmonijskih filtera na AC strani (trap filter)
 - korišćenjem LCD filtera na DC strani

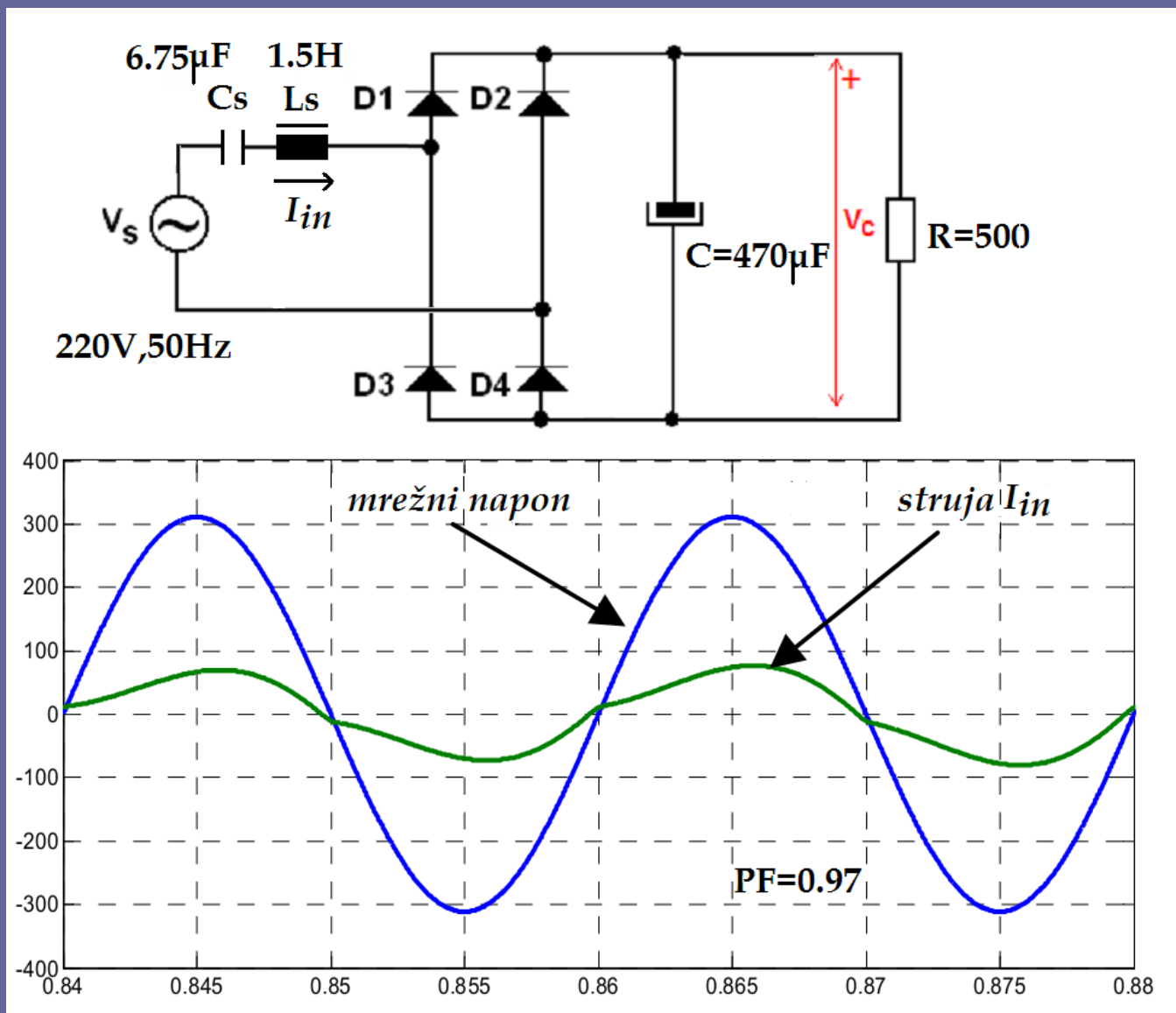
PRIGUŠNICA NA STRANI MREŽE (AC strana)



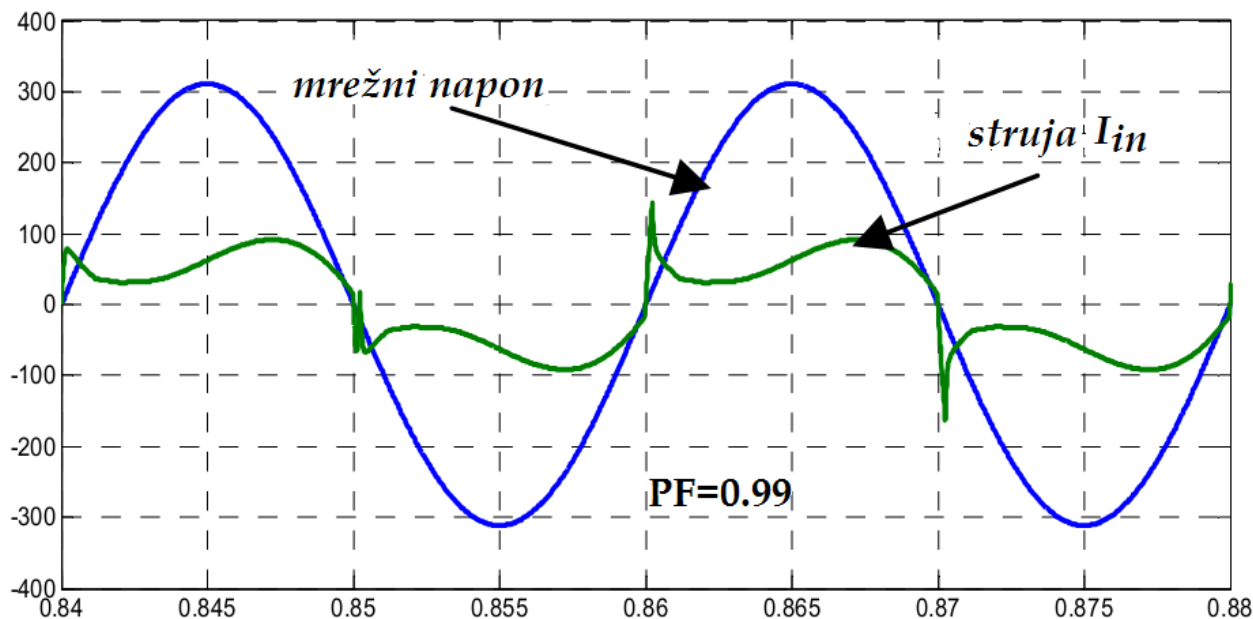
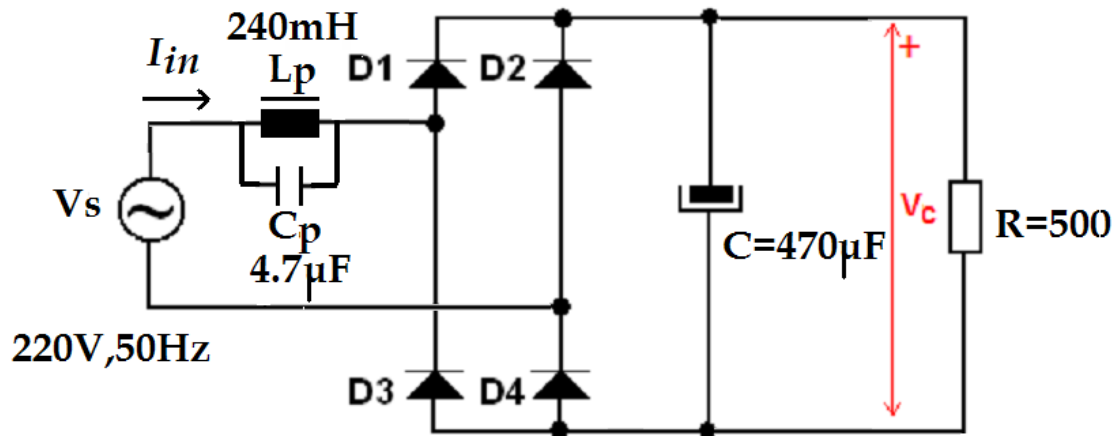
PRIGUŠNICA NA DC STRANI (izlaz diodnog ispravljača)



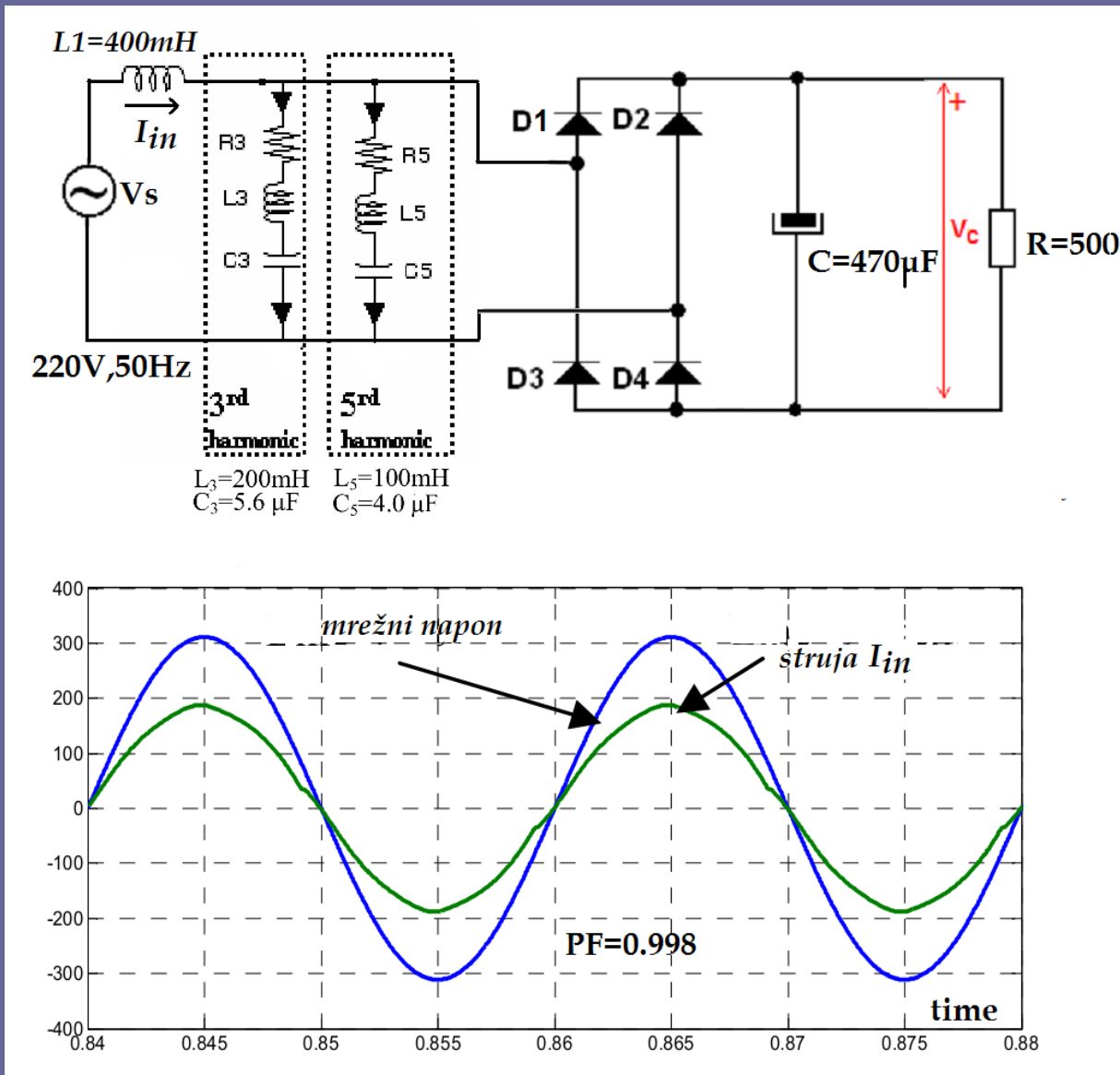
BAND - PASS SERIJSKI LC FILTAR NA AC STRANI (na strani mreže)



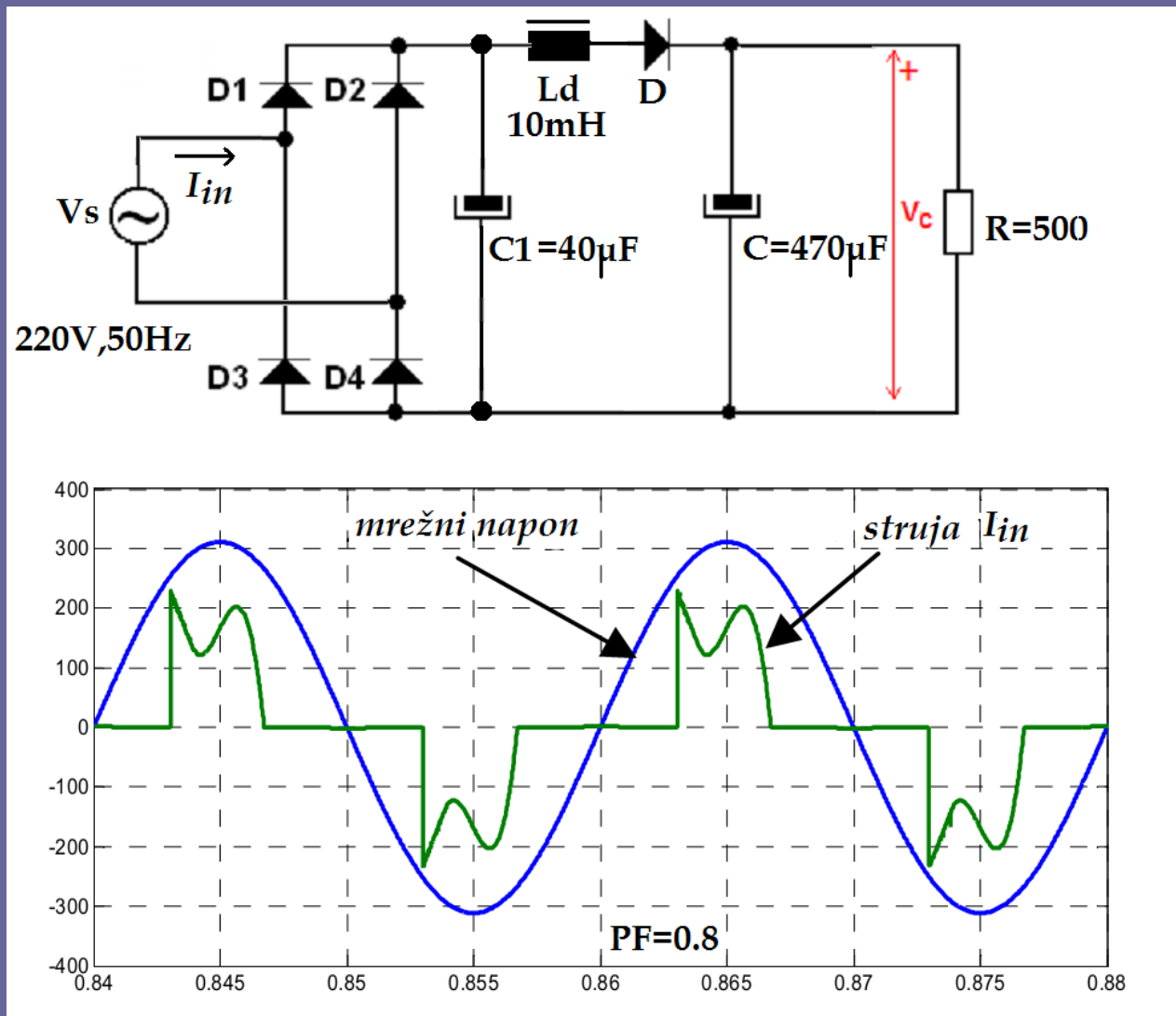
PARALELNI "LC" FILTAR NA AC STRANI (na strani mreže)



KORIŠĆENJE HARMONIJSKIH TRAP FILTERA NA AC STRANI



KORIŠĆENJE “LC” FILTERA SA DIODOM NA DC STRANI



Problemi kod pasivne PFC

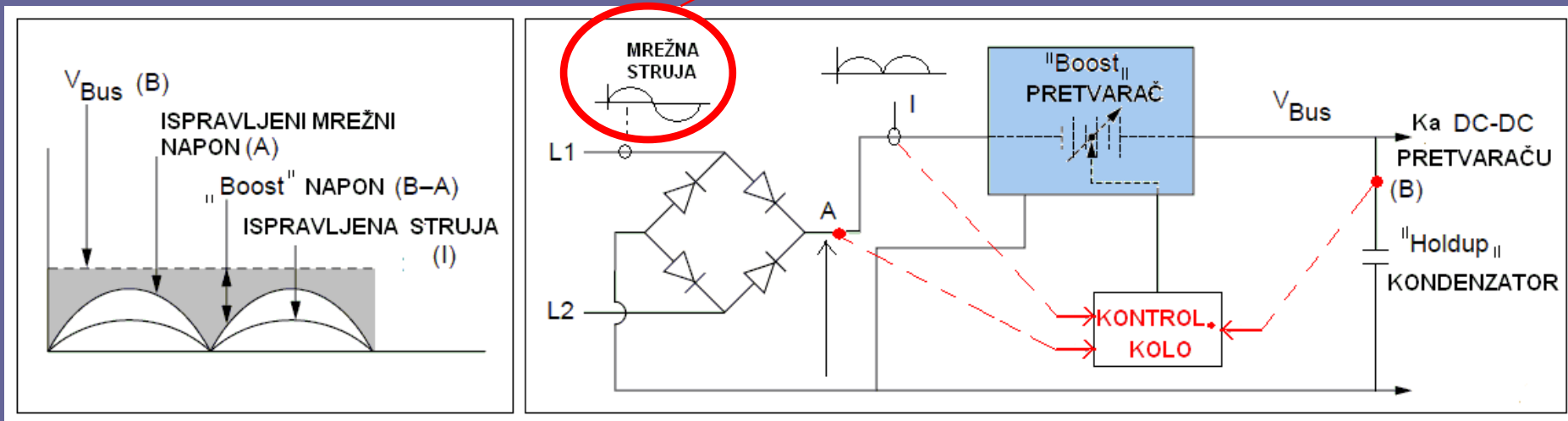
- ▣ KORIŠĆENJE VELIKIH I GLOMAZNIH PASIVNIH ELEMENATA
- ▣ CENA OPREME
- ▣ ZNAČAJNA DISIPACIJA U PASIVNIM ELEMENTIMA
- ▣ PROBLEM KORIŠĆENJA PRIGUŠNICA NA DC STRANI (zasićenje, DC komponenta fluksa...)
- ▣ SMANJENJE DC NAPONA NA IZLAZU ISPRAVLJAČA

REŠENJE

▣ AKTIVNA KOREKCIJA FAKTORA
SNAGE

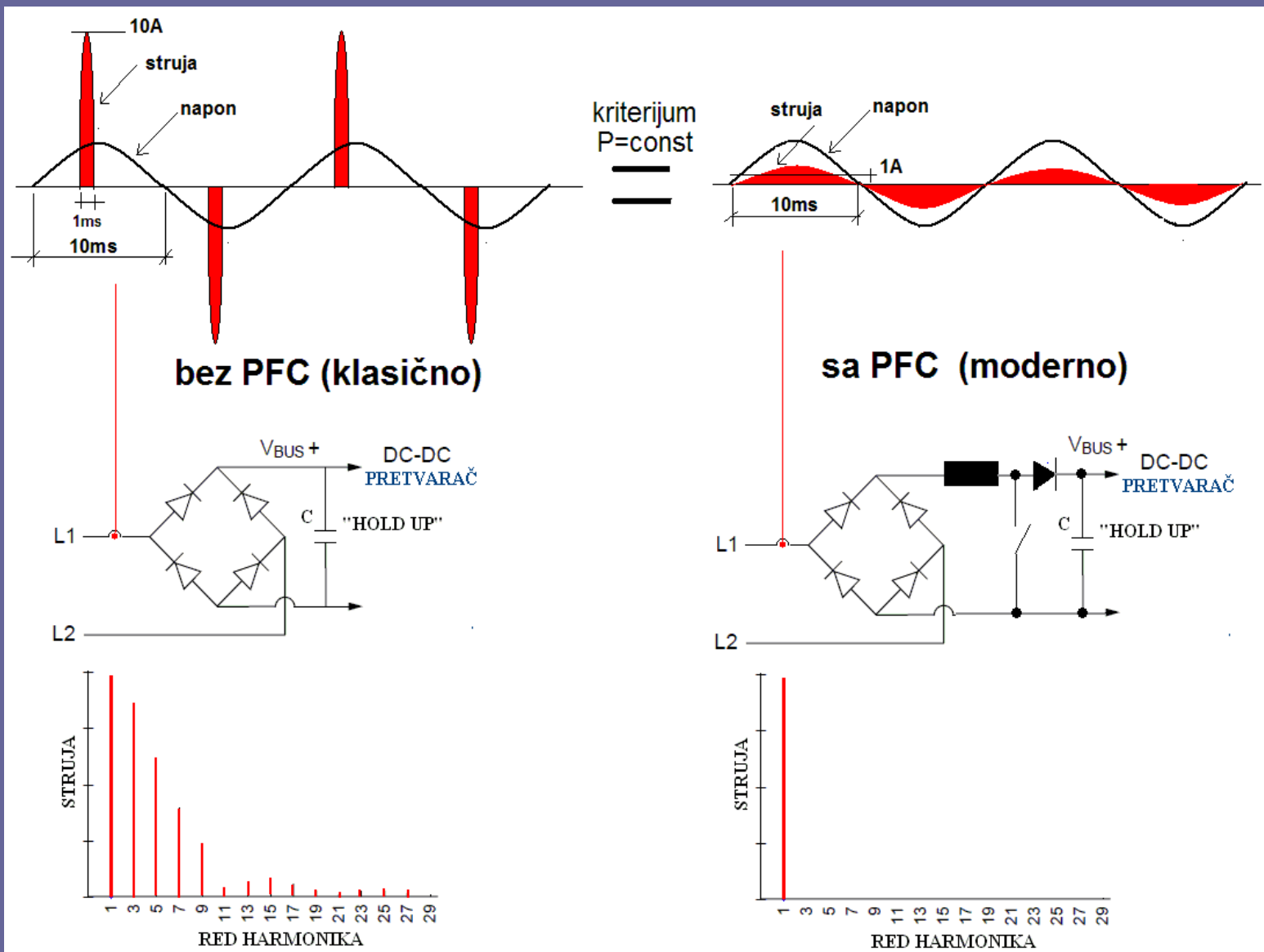
▣ *Active Power Factor Correction*

KAKO REŠTI PROBLEM????

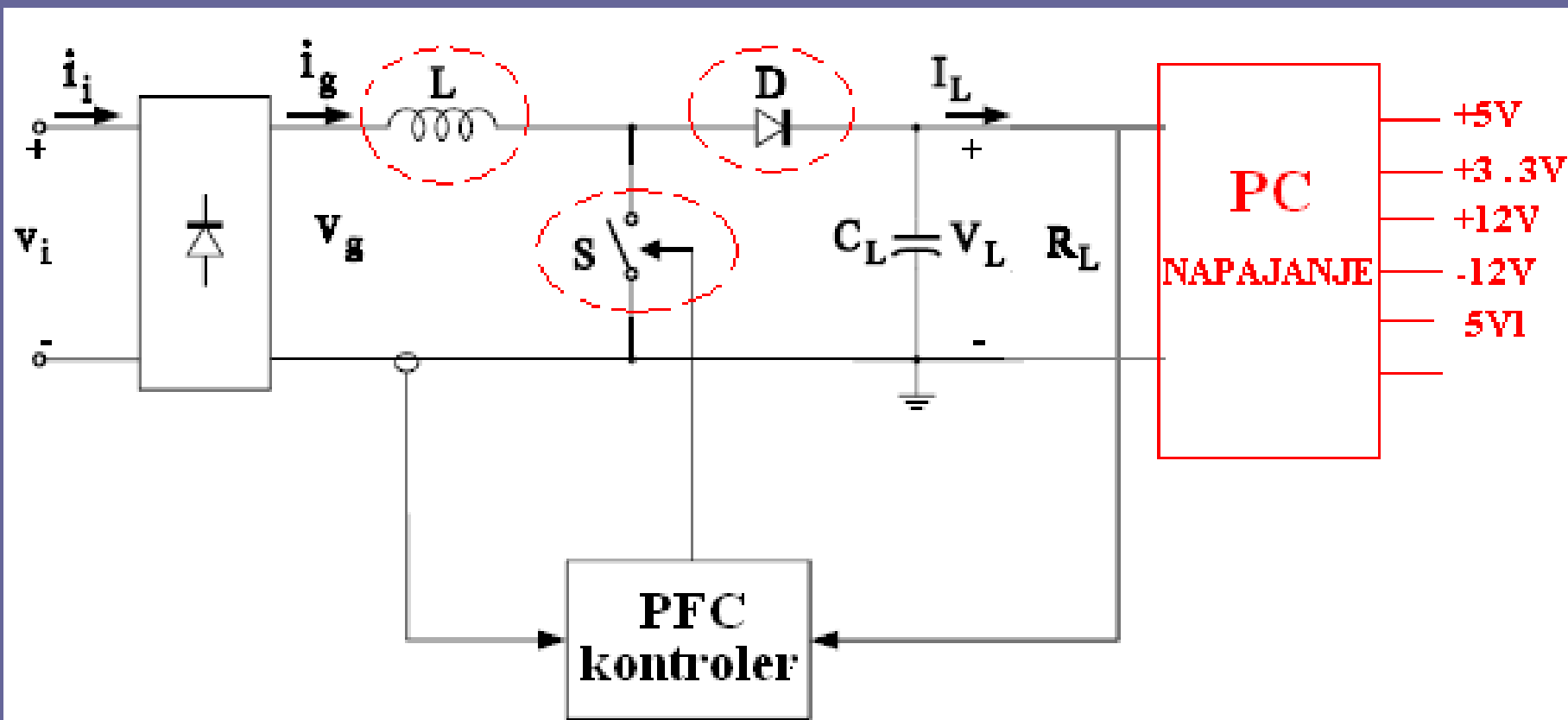


- Između punotalasnog ispravljača i kondenzatora (“*hold-up*”) se postavlja **aktivno elektronsko kolo** -podizač napona
- BOOST konvertor
- Potreban USLOV da bi se obezbedila sinusna ulazna struja je da moramo realizovati podizač (“*boost*”) napona
- Želimo da ostvarimo sinusnu struju umesto oštih impulsa, a da efektivna vrednost ostane ista

POREĐENJE DIODNOG I PFC ISPRAVLJAČA



PODIZAČ NAPONA - “BOOST” PRINCIPSKA ŠEMA



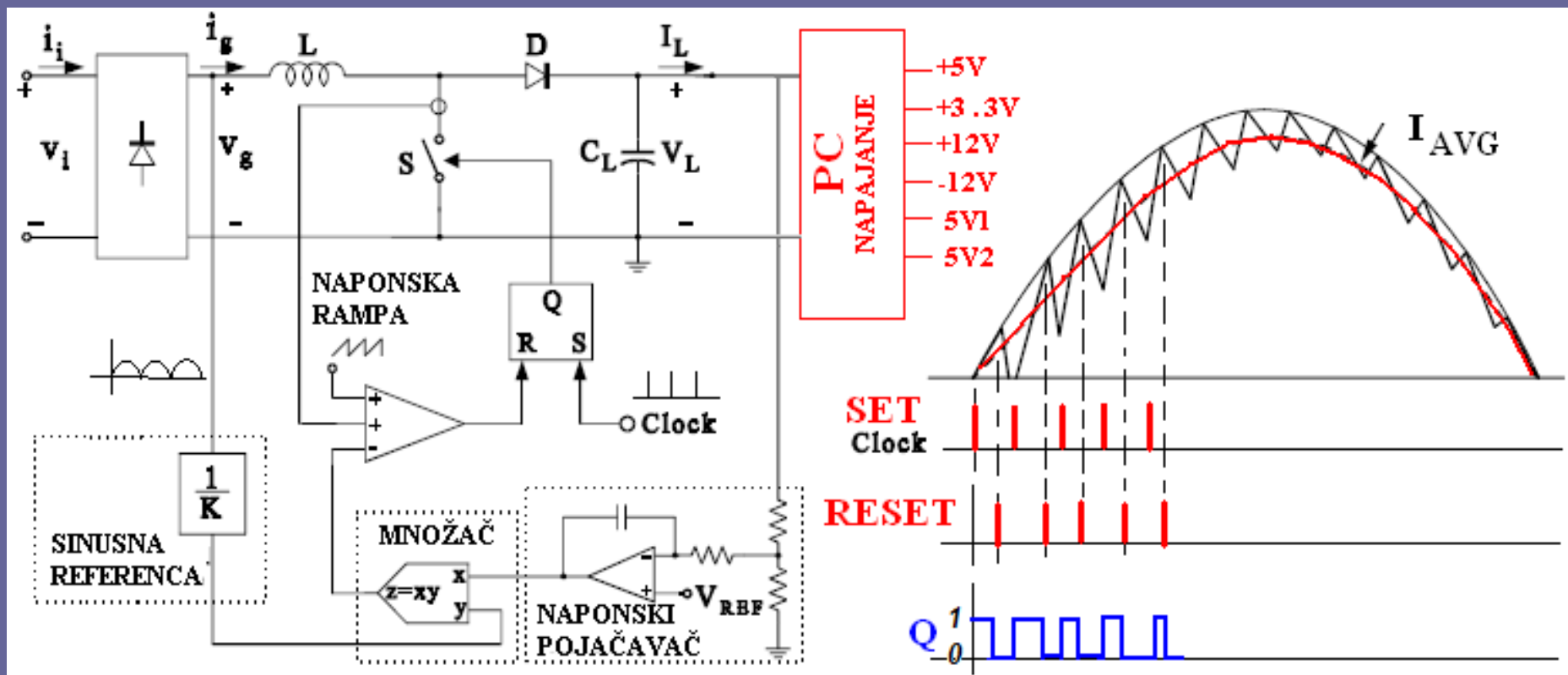
KLJUČNE KOMPONENTE: L, D i S

- PRIGUŠNICA L (DC struja)
- BRZA DIODA D
- PREKIDAČ S (MOSFET, IGBT)
- OPTEREĆENJE-PC napajanje

PFC kontroler?????
KAKVA JE NJEGOVA
ARHITEKTURA

JEDNO MOGUĆE REŠENJE→

PFC – PROGRAMIRANA STRUJNA KONTROLA VRŠNE ("peak") VREDNOSTI STRUJE

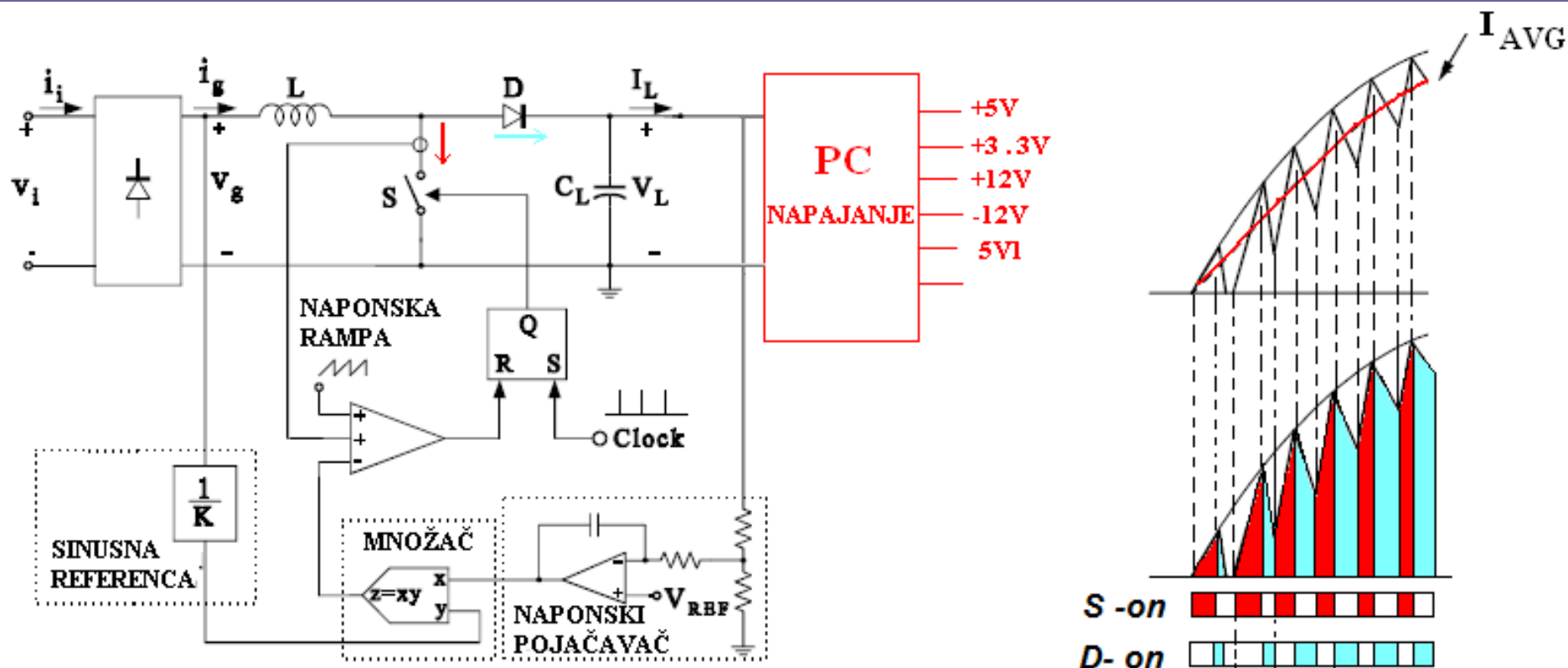


PRINCIPSKI BLOK DIJAGRAM

KARAKTERISTIČNI TALASNI OBLICI

• U pojačavač se dodatno uvodi signal "naponske rampe" koji treba da spreči sub-harmonijske oscilacije pretvarača usled različitih nagiba referentne sinusoide i stvarne struje (tzv. "slope compensation")

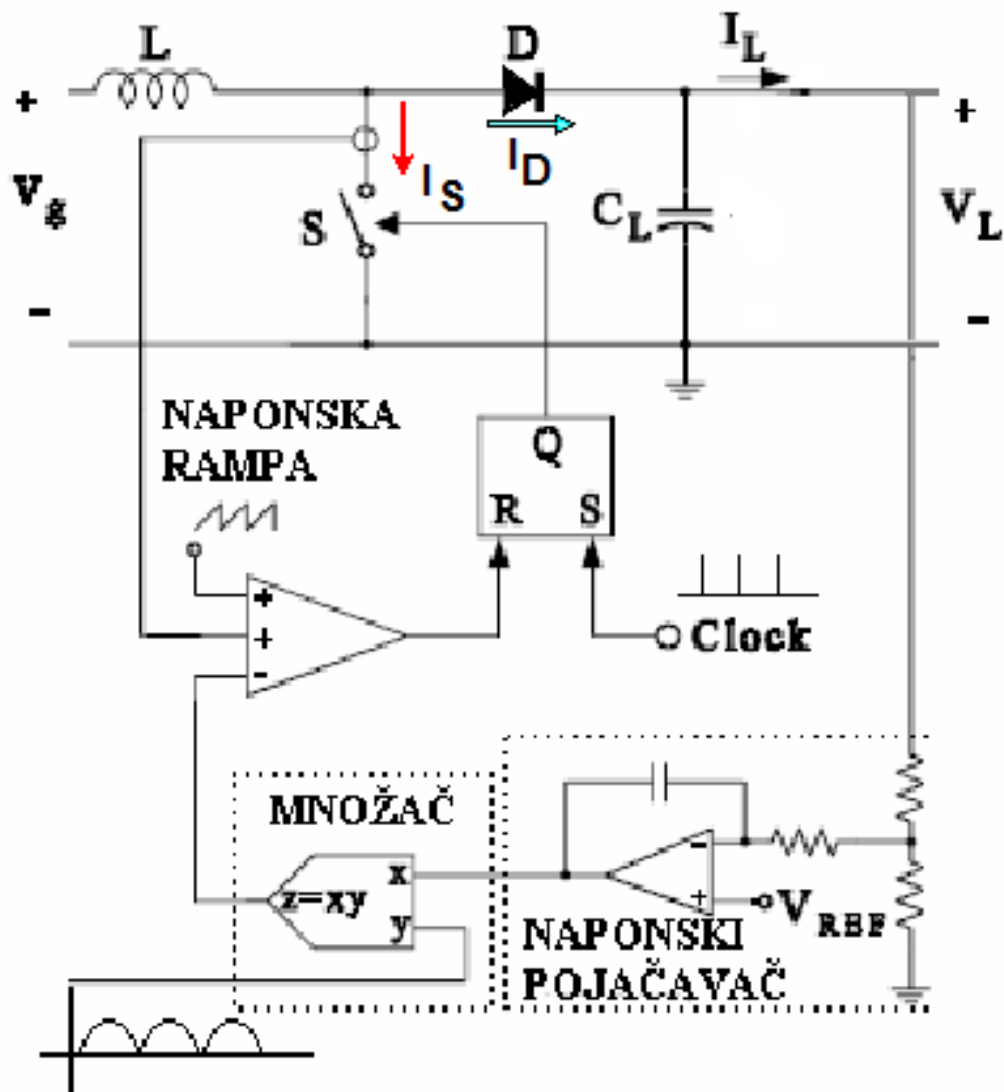
DETALJNI PRIKAZ PFC UPRAVLJAČKOG KOLA



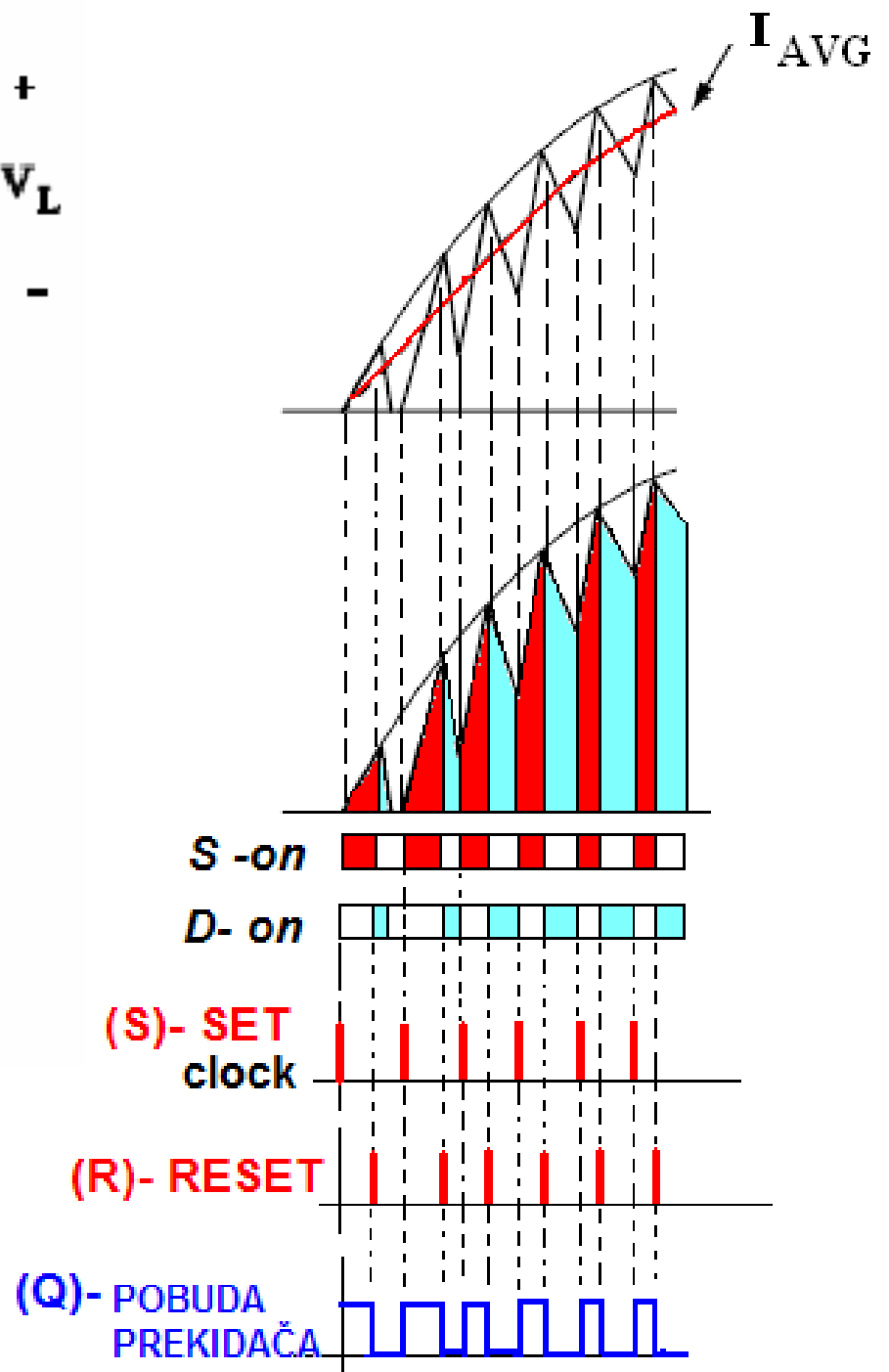
UPRAVLJAČKI BLOKOVI:

- sinusna referenca
- množač
- komparator (poređenje naponske rampe i izlaza množača)
- naponski pojačavač
- RS flip flop
- generator takta (clock)

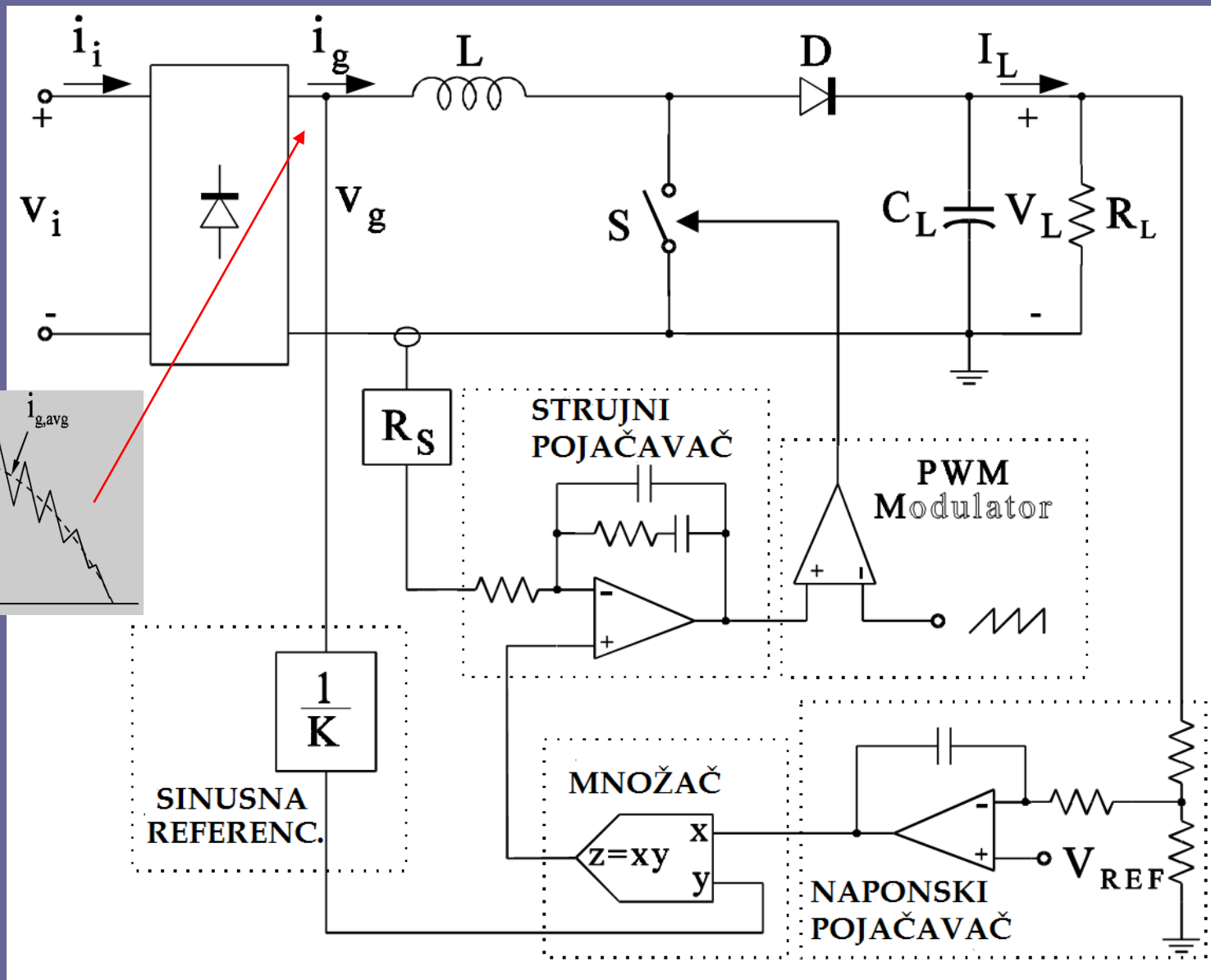
KONTROLA VRŠNE ("peak") VREDNOSTI STRUJE



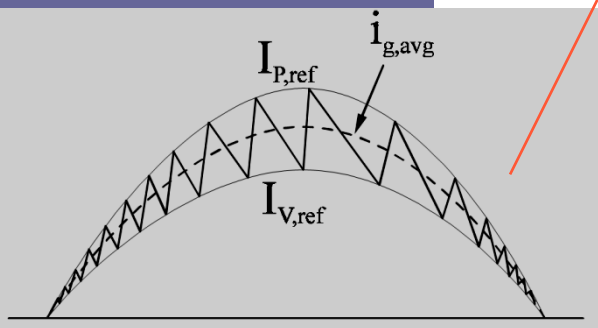
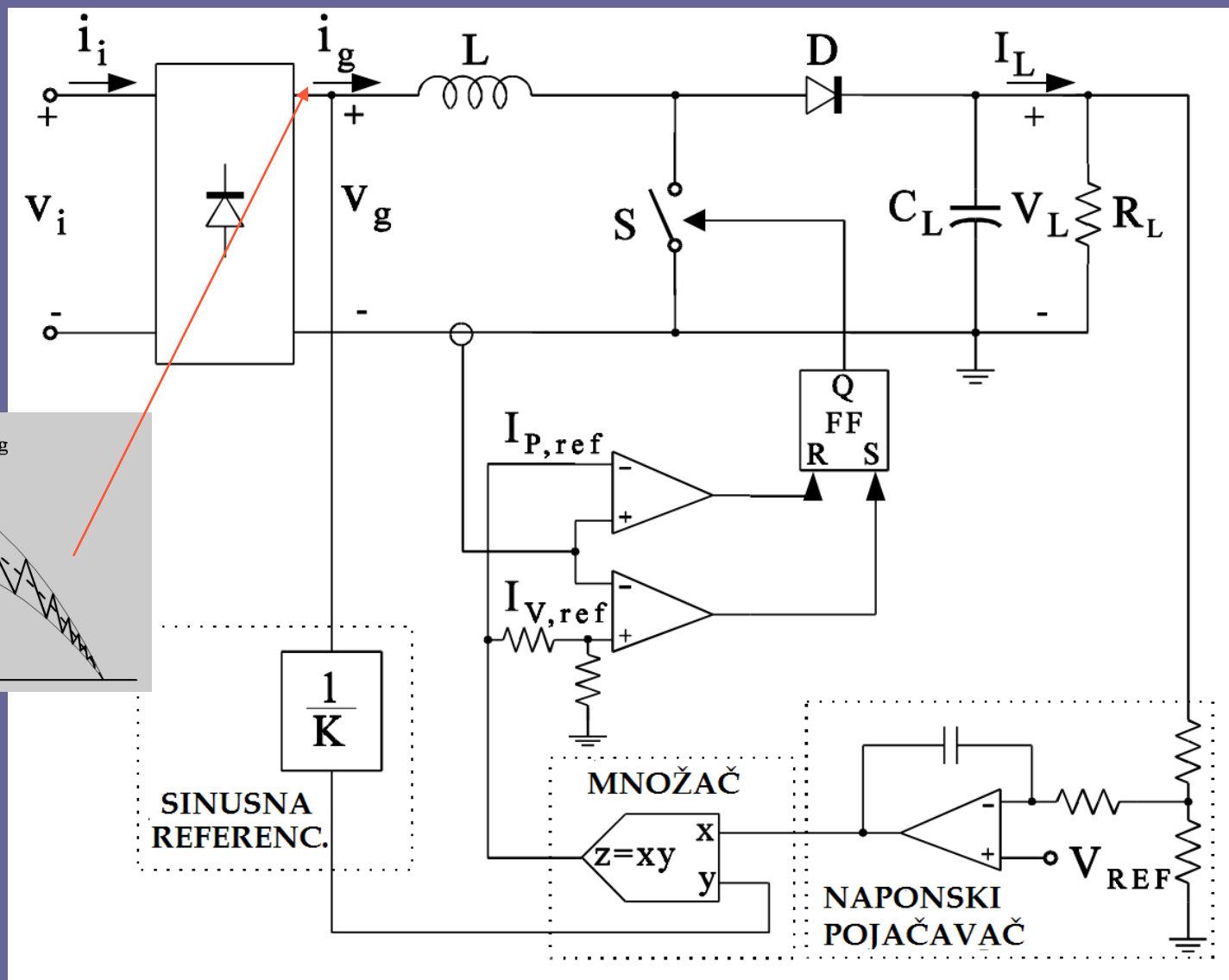
DETALJNI PRIKAZ UPRAVLJAČKOG
KOLA I TALASNI OBLICI



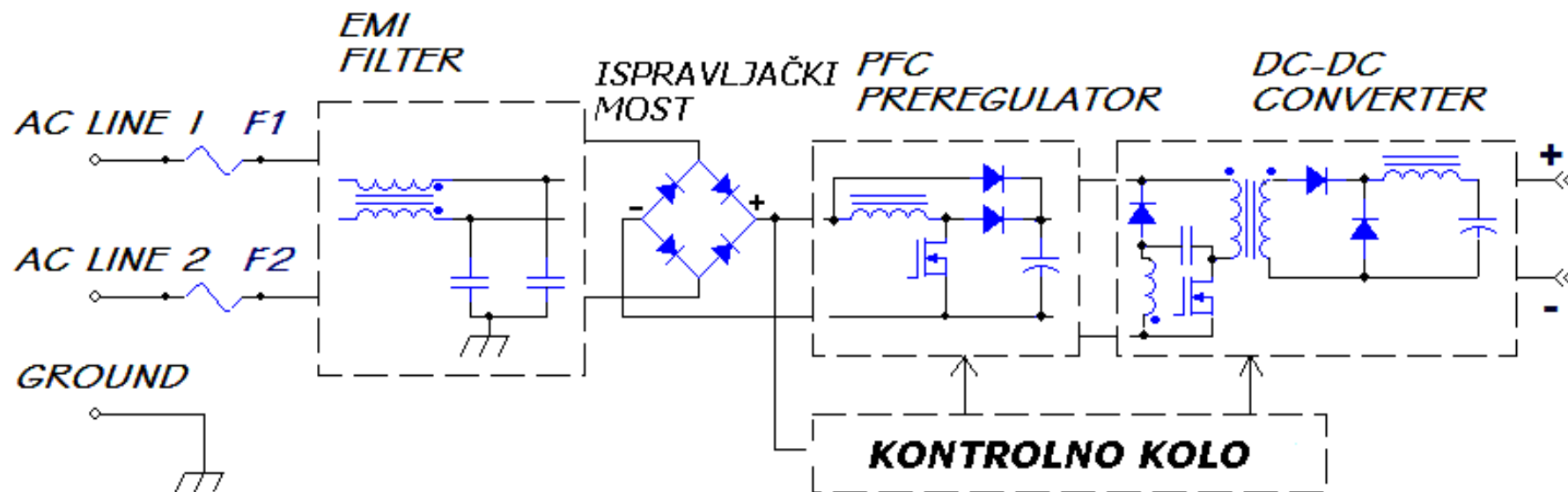
PFC – KONTROLA SREDNJE (“average”) VREDNOSTI STRUJE



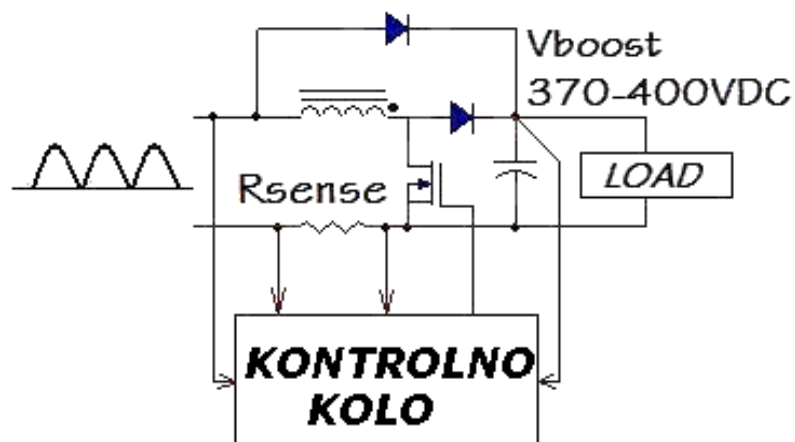
PFC – HISTEREZISNA KONTROLA ULAZNE STRUJE



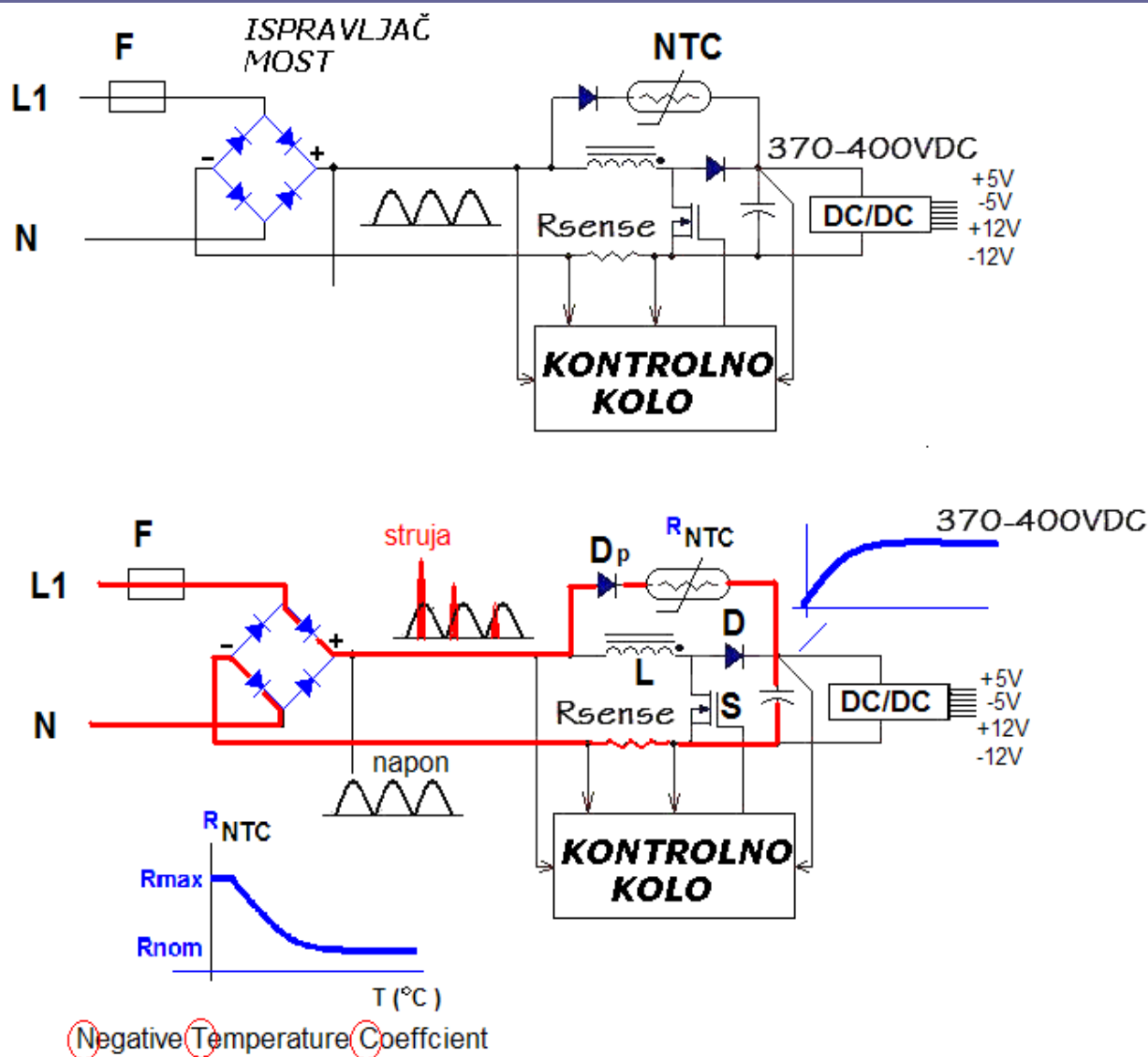
PC NAPAJANJE SA KOREKCIJOM FAKTORA SNAGE



PFC PREREGULATOR



KOLO ZA POČETNO PUNJENJE (“hold-up”) KONDENZATORA



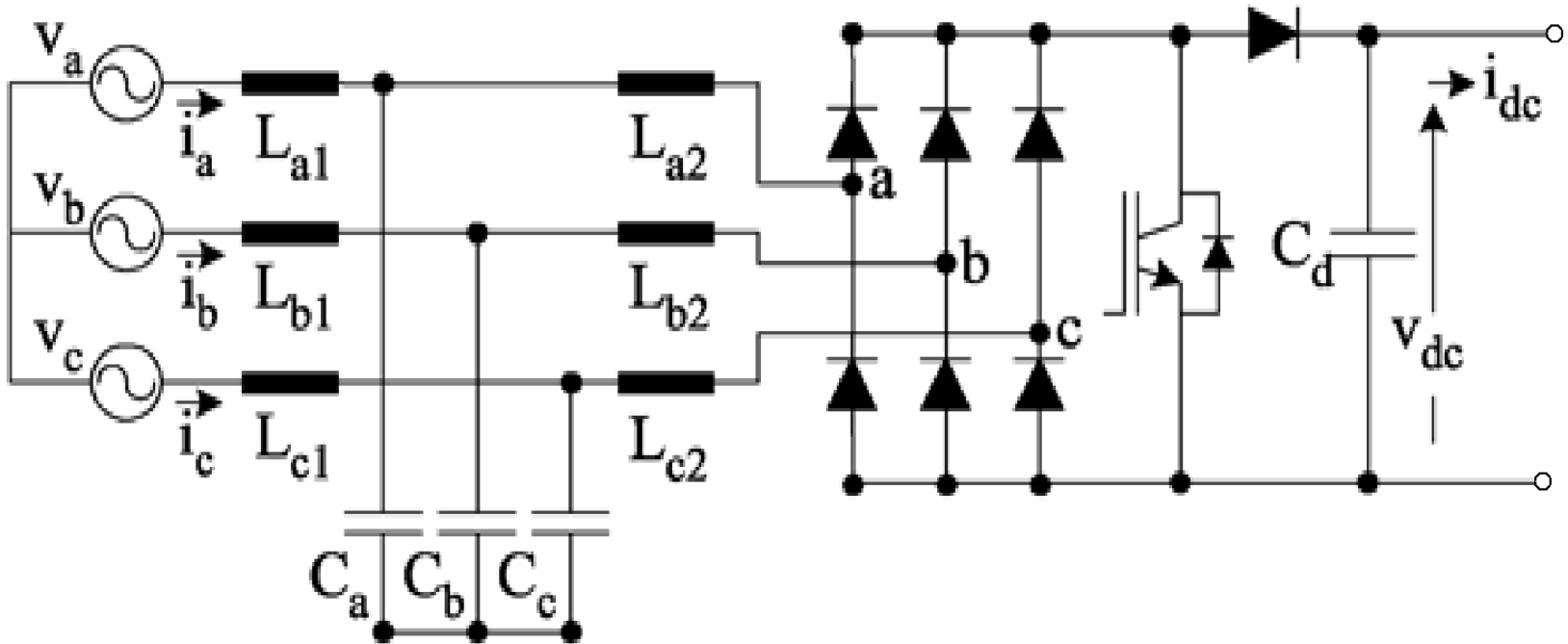
- NTC je nelinearni otpornik ograničava početnu struju punjenja kondenzatora

- U početnom trenutku $t+0$ napon na kondenzatoru je jednak 0V

- Stoga je kondenzator KRATAK SPOJ U POČETKU

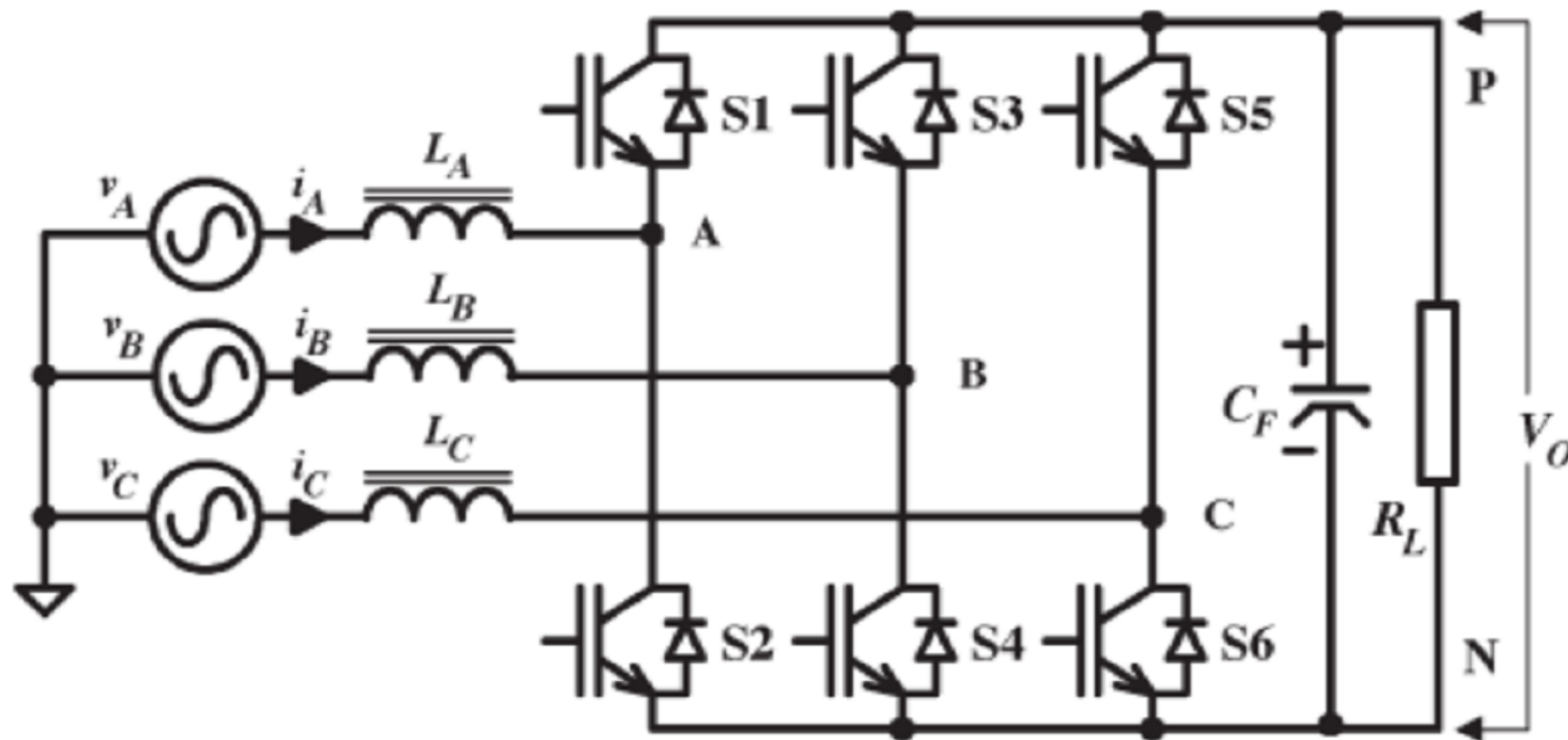
- Nakon njegovog punjenja kolo je spremno za START

TROFAZNO KOLO ZA KOREKCIJU SNAGE



- TRI PODIZAČA NAPONA
- ZAJEDNIČKI PREKIDAČKI ELEMENAT, DIODA
- ZAJEDNIČKO DC MEĐUKOLO (kondenzator C_d)
- ULAZNI TROFAZNI L-C FILTAR
- BOOST PRIGUŠNICE L_{a2} , L_{b2} , L_{c2}

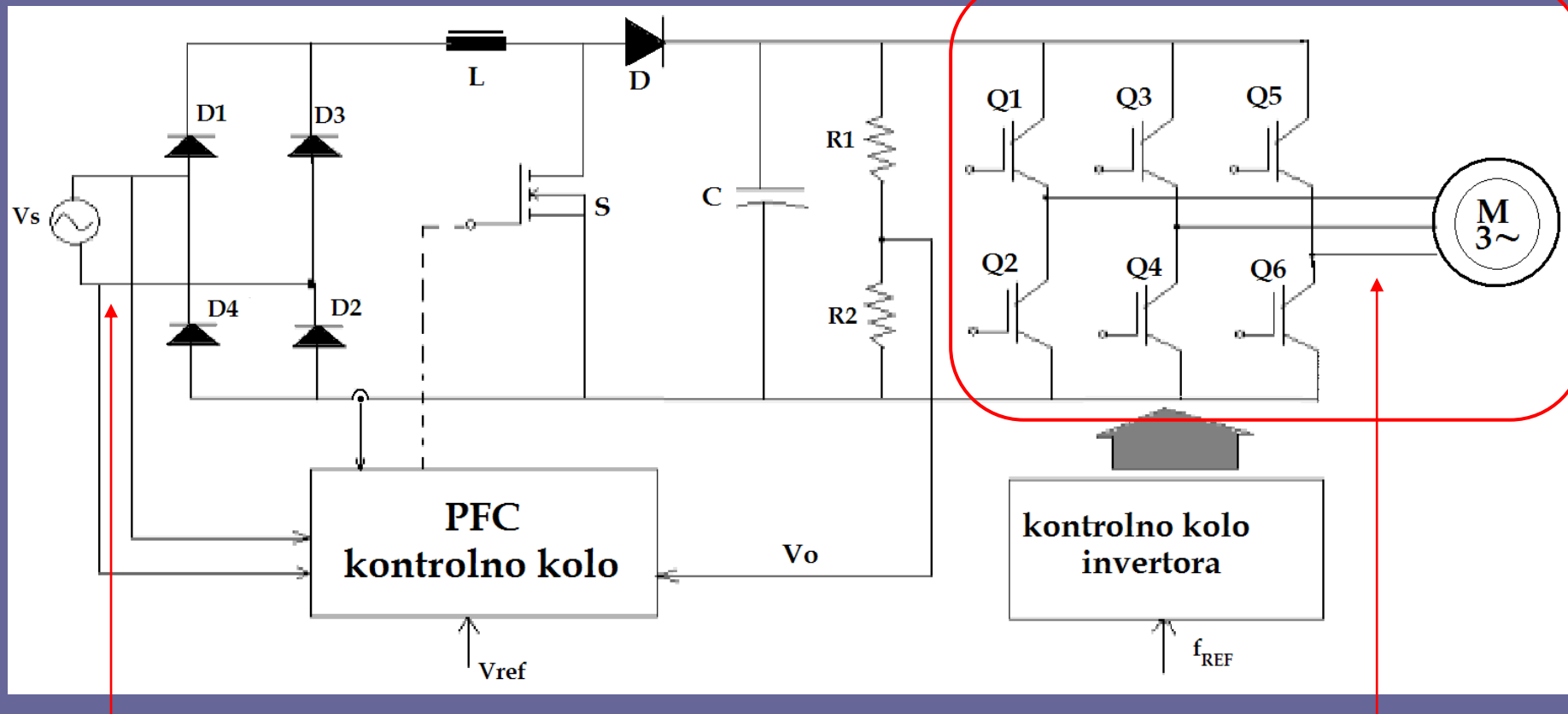
TROFAZNO KOLO ZA KOREKCIJU SNAGE (trofazni most sa 6 IGBT prekidača)



- BOOST PRIGUŠNICE NA AC STRANI
- NEMA PROBLEMA SA ZASIĆENJEM I DC REŽIMOM
- MAGNETNO KOLO PRIGUŠNICE MOŽE BITI ZA NISKE UČESTANOSTI

KOREKCIJA FAKTORA SNAGE U AC MOTORNOM POGONU

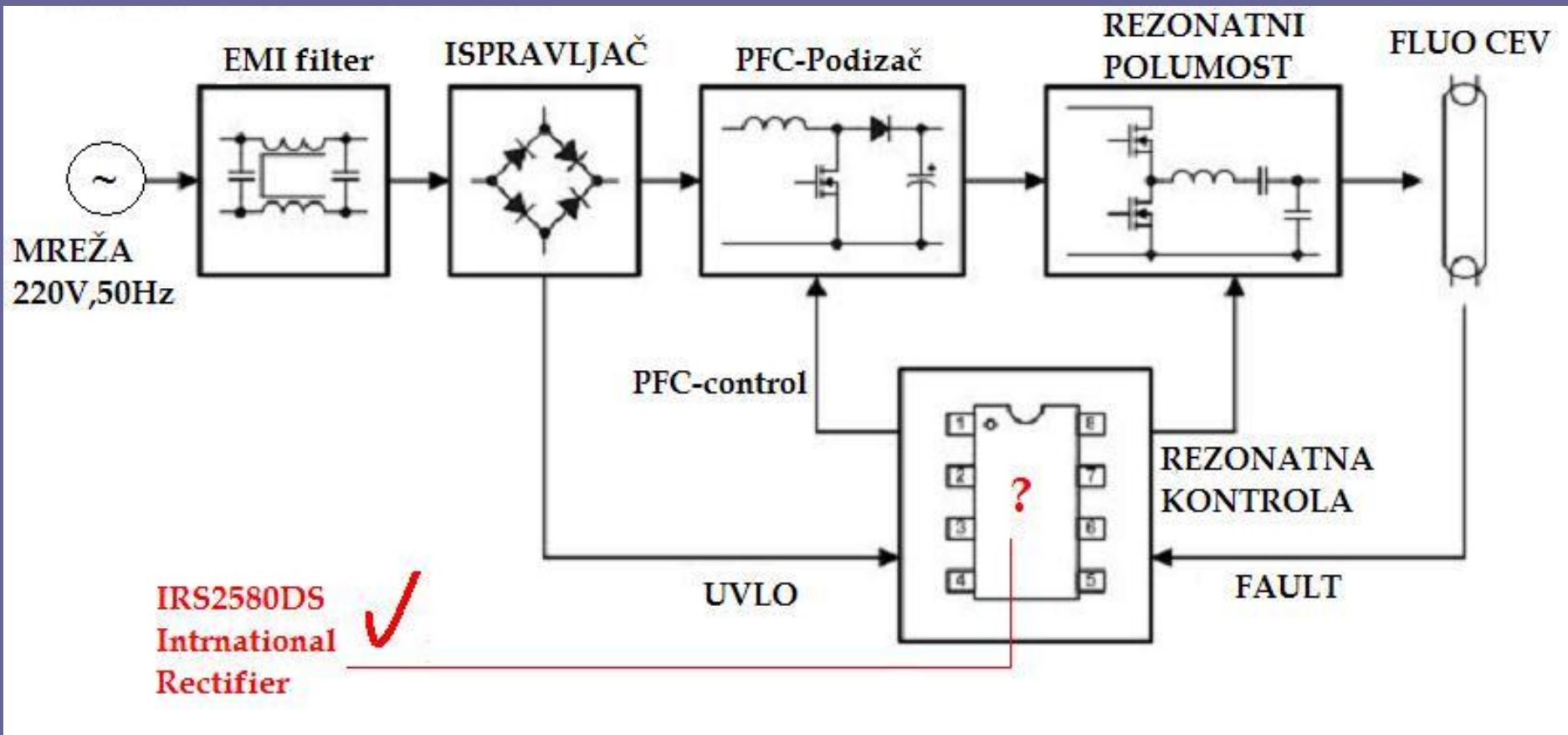
OPTEREĆENJE PFC KONVERTORA



-ULAZ JE MONOFAZNI 220/110V, 50 (60)Hz
-U JEDNOSMERNOM MEĐUKOLU JE
PODIZAČ NAPONA

-IZLAZ JE TROFAZNI
-POSEBNO KONTROLNO KOLO
INVERTORA

Korekcija faktora snage u kolu napajanja fluorescentnih svetiljki

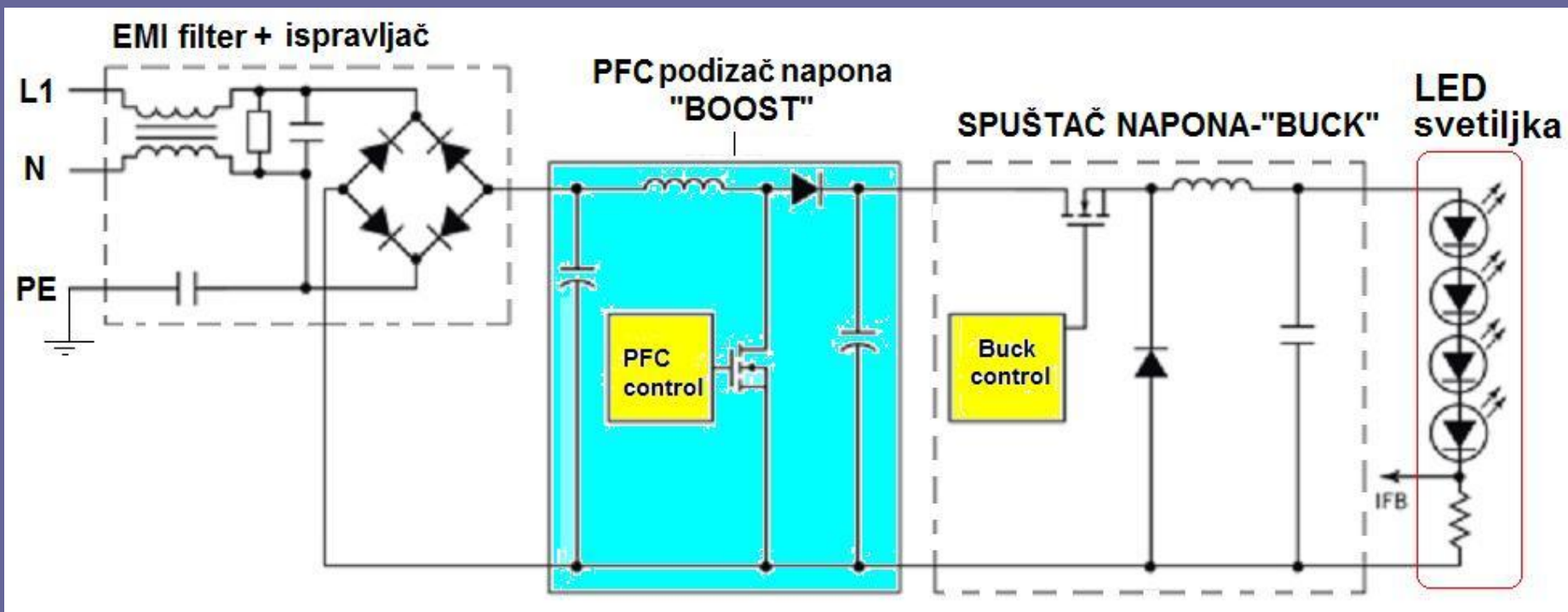


U čipu IRS2580DS je integrisana PFC kontrola i rezonantna kontrola pretvarača za pobudu fluorescentne svetiljke

DODATNE FUNKCIJE: Under Voltage Lock Out (UVLO) i detekcija neispravnosti fluorescentne svetiljke (FAULT)

Korekcija faktora snage u kolu napajanja LED svetiljki

EMI-ElectroMagnetic Interference (Elektromagnetna Interferenca)



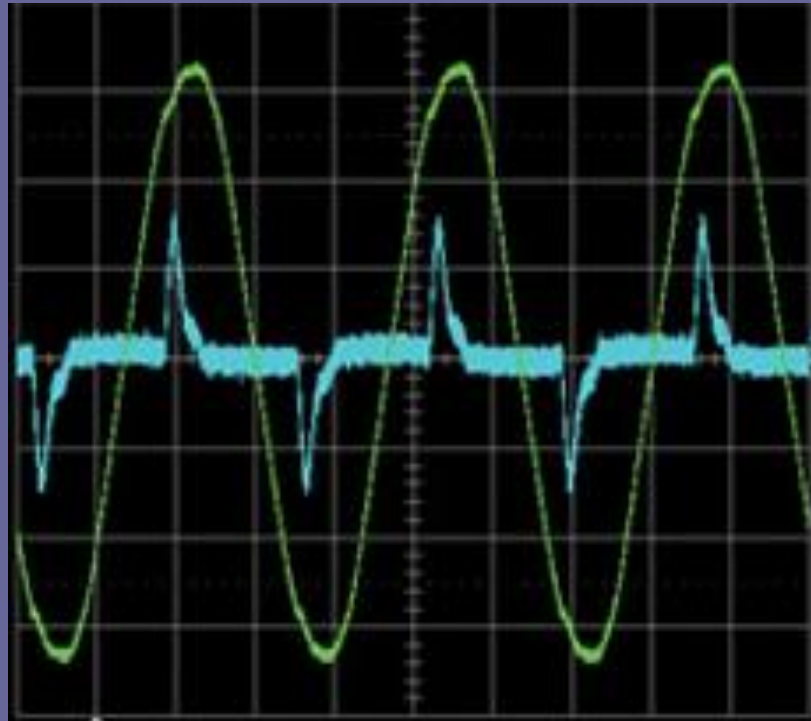
ULAZNI DEO ČINE
EMI FILTER I
DIODNI ISPRAVLJAČ

PFC KOREKTOR
PREDREGULATOR
NAPAJANJA

STABILIZATOR
NAPAJANJA
LED SVETILJKE

Potiskivanje smetnji

A KAKVI SU STVARNI TALASNI OBLICI ULAZNE STRUJE NAPAJANJA BEZ PFC ???????????



•Ulazna struja
PC napajanja
bez korekcije
faktora snage

•Faktor snage:
jako loš

ULAZNA STRUJA

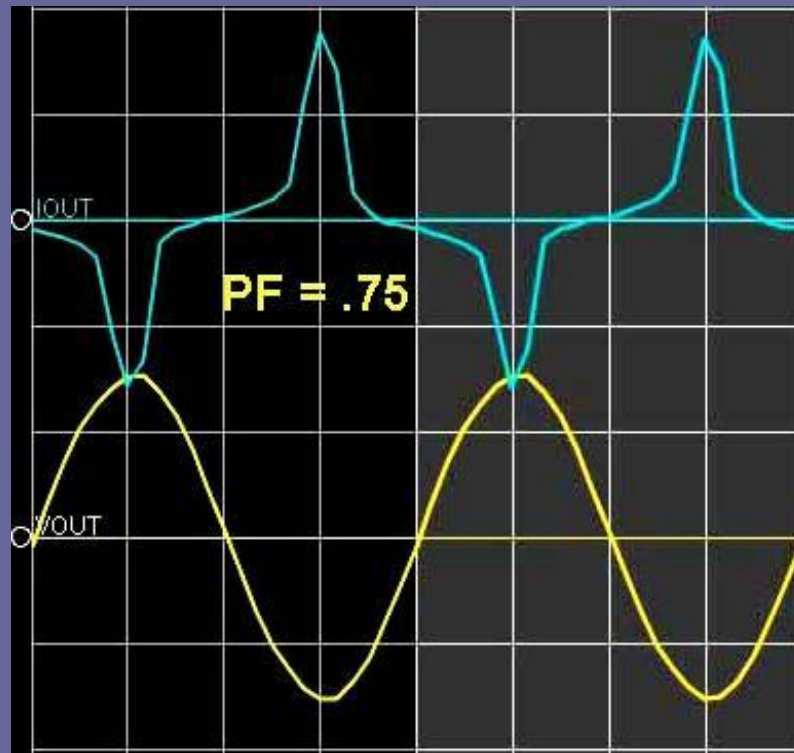


10A/c

MREŽNI NAPON



100V/c



- Ulazna struja PC napajanja bez korekcije faktora snage ali sa prigušnicom postavljenom prema mrežnom napajanju

- Faktor snage: $PF=0.75$

ULAZNA STRUJA



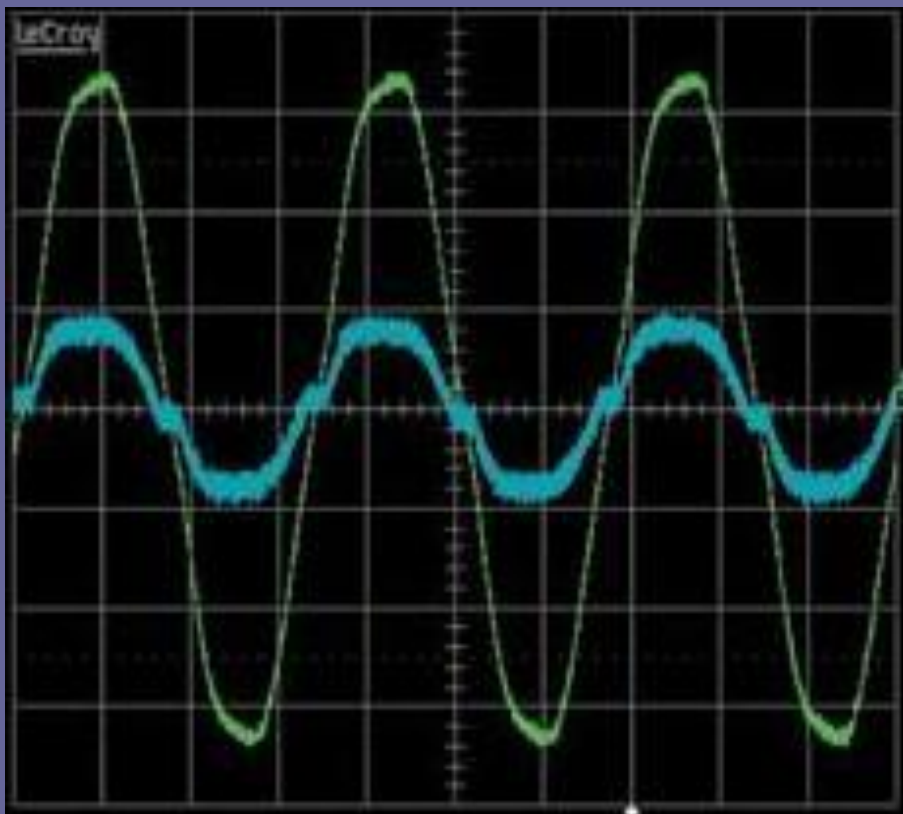
5A/c

MREŽNI NAPON



200V/c

U OVOM SLUČAJU NAPOJNA MREŽA “VIDI” PC RAČUNAR KAO OMSKU OTPORNOST



- Ulazna struja tipičnog PC napajanja sa korekcijom faktora snage

- Faktor snage: PF=1

ULAZNA STRUJA



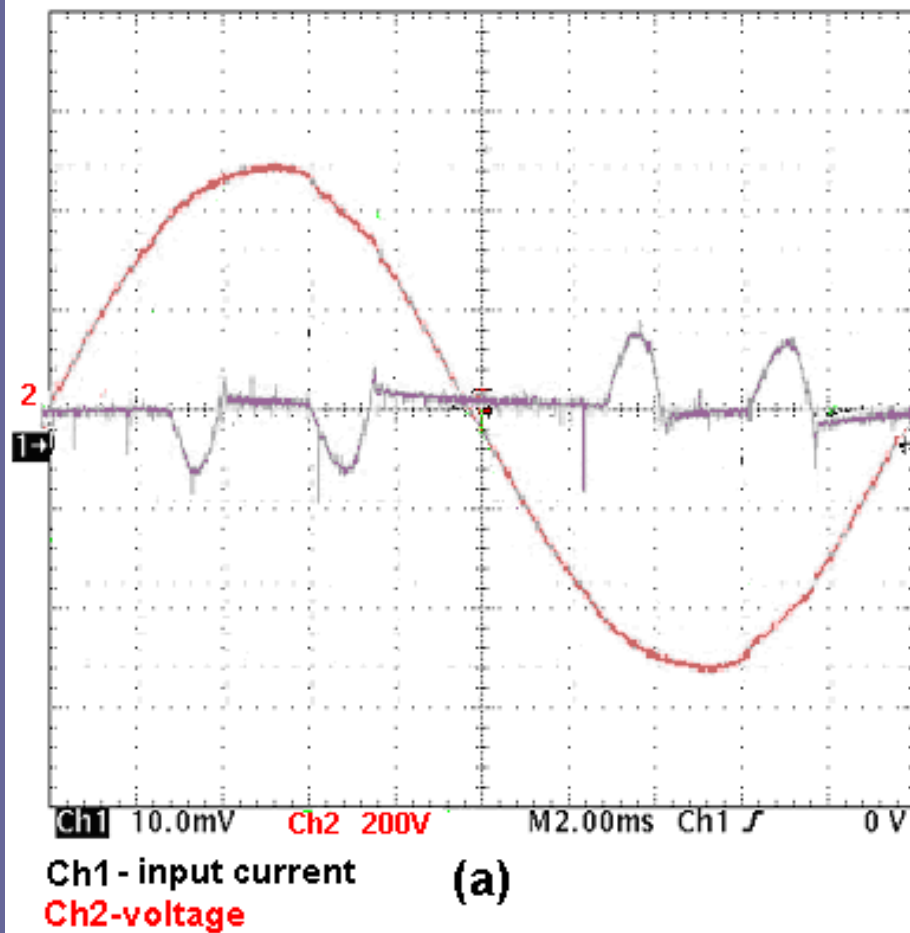
1A/c

MREŽNI NAPON

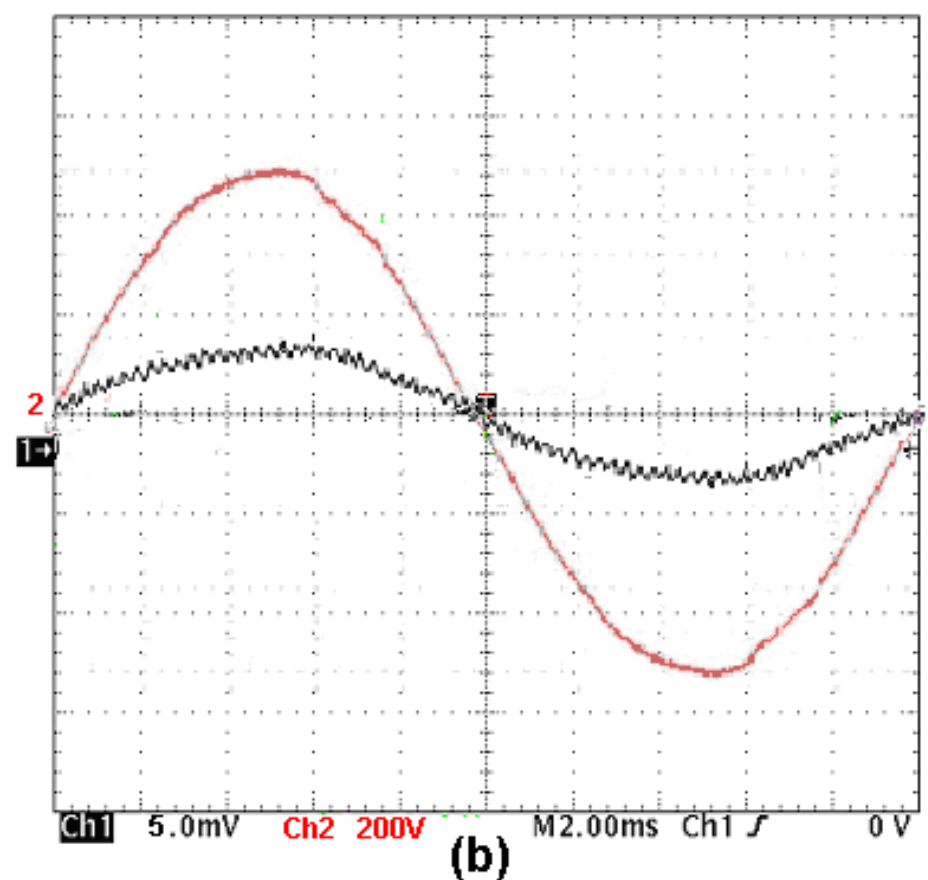


100V/c

TALSNI OBLICI ZA TROFAZNI PFC



(a)- BEZ KOREKCIJE
FAKTORA SNAGE



(b) – SA KOREKCIJOM
FAKTORA SNAGE

ZAKLJUČAK

- ▣ KOREKCIJOM FAKTORA SNAGE SE POSTIŽU SLEDEĆI POZITIVNI EFEKTI:

+POVEĆANJE EFIKASNOSTI NAPOJNE MREŽE

+REDUKCIJA “ZAGAĐENJA” NAPOJNE MREŽE

ŠTETNIM HARMONICIMA

- ▣ U VEĆINI ZEMALJA U SVETU SU USVOJENI STANDARDI ZA PFC : IEC 555, IEC61000, EN6055, IEEE 519, itd.
- ▣ U BUDUĆNOSTI TREBA OČEKIVATI USVAJANJE OVIH STANDARDA I KOD NAS

**DOBAR RAZLOG I MOTIV ZA PROUČAVANJE OVIH
NAPAJANJA I ZA STICANJE ZNANJA IZ OVE OBLASTI!!!!!!!**



▣ **HVALA NA
PAŽNJI!!!!**

• **PITANJA?**
• **DILEME**
????

U Beogradu
APRIL 2016

