

JEDNOSMJERNI IZVORI NAPONA

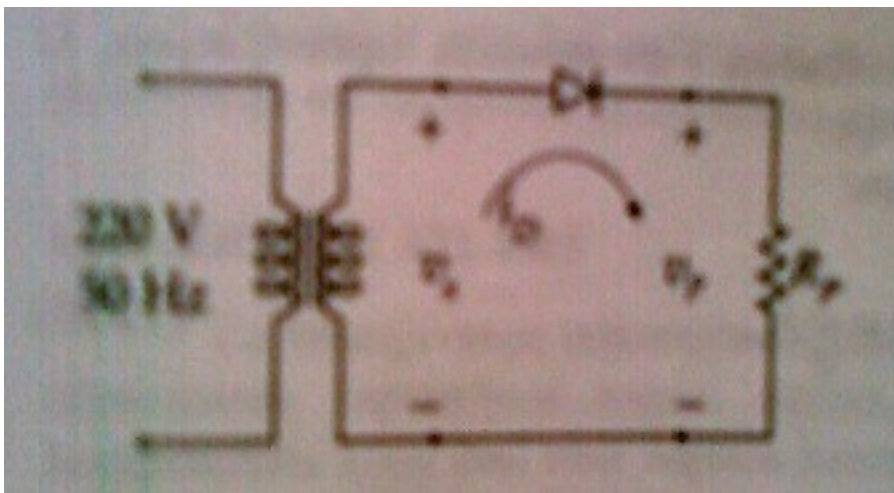
Jednosmjerni izvori koji se napajaju iz gradske mreže naizmjenicnog napona sastoje se iz transformatora, usmjerackih diode i mreznog filtra. Transformator, osim što služi za podesavanje naizmjenicnog napona na željenu vrijednost, omogućava galvansko razdvajanje kola jednosmjerne od naizmjenicne struje. Ispravljeni napon, koji na izlazu diodnog kola ima pulsirajući karakter usrednjava se posredstvom mreznog filtra. Između izlaznih krajeva filtra i potrošača često se uvrće stabilizator koji ima zadatak da izlazni napon učini nezavisnim od varijacija naizmjenicnog napona i potrošača.

Pri pretvaranju naizmjenicnog napona u jednosmjerni naizmjenicna struja trpi nelinearna izobličenja, faktor snage se smanjuje jer se javlja reaktivna snaga. Oblik naizmjenicne struje zavisi od mreznog filtra. Sa prostim naizmjenicnim filtrom struja ima impulsni oblik, dok je sa L filtrom četvrtastog oblika. Stabilizator napona se gradi kao sistem sa jakim povratnom spregom koji se napaja iz izvora nestabilnog napona, pri čemu se kao ulazni signal vezuje jednosmjerni napon velike stabilnosti.

ISPRAVLJACI

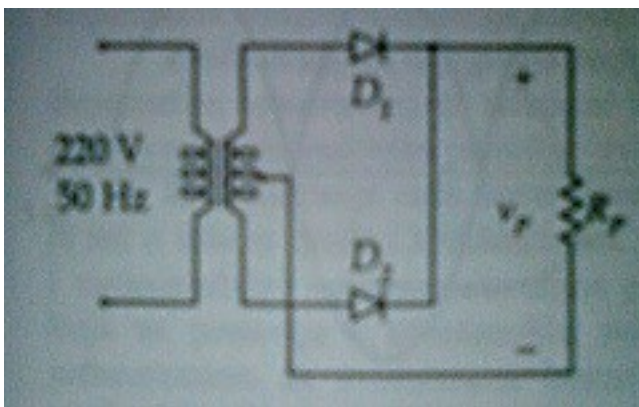
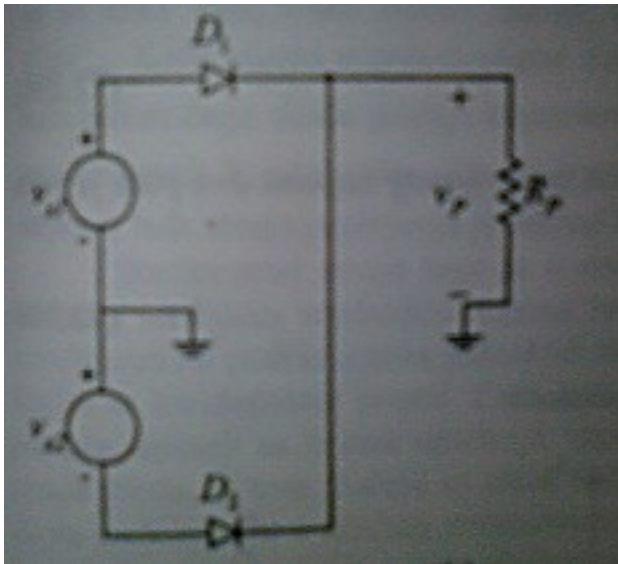
Ispravljač je dio pretvarača koji pretvara naizmjenicni napon u jednosmjerni. Dva osnovna tipa ispravljača su: polutalasni ispravljač i punotalasni ispravljač. Najprostija komponenta za ispravljanje, odnosno usmjeravanje naizmjenicnog napona je dioda.

Polutalasni ispravljač još nazivamo i jednostrani jer ispravlja samo naizmjenicni napon u toku jedne poluperiode. Uz zanemarivanje pada napona na diodi kada je provodna i inverzne struje kada je neprovodna napon na potrošaču je u toku jedne poluperiode jednak naponu izvora, dok je u drugoj poluperiodi nula. (slika)



Punotalasno ispravljanje se izvodi pomoću dvije diode, koje su vezane za dva protivfazna generatora (slika), ili sa četiri diode vezane na generator sa jednostrukim izlaznim priključkom (slika). U

prvoj semi diode provode naizmjenicno svaka u jednoj poluperiodi tako da se na potrosacu dobija punotalasno ispravljeni napon. Dva protivfazno postavljena napona generisu se iz izvora pomocu transformatora sa srednjim izvodom na sekundaru. (slika). Druga sema ispravljacka pociva na diodnom mostu pod nazivom Graetzov spoj. Za razliku od prethodnog ovaj ispravljack zahtijeva cetiri diode, ali zato se ne trazi dvostruki pobudni generator.



Opisani ispravljacki su daleko od toga da mogu da se koriste kao baterije za napajanje pojacavaca, prije svega zbog toga sto je naizmjenicna komponenta suvise velika u odnosu na srednju vrijednost. Slicnost izmedju ispravljacka i baterije za napajanje je mjera kvaliteta ispravljacka. U te svrhe se kao pokazatelj definise parameter poznat po nazivu factor talasnosti:

$$Y = V_{sr} / V$$

Gdje je V_{sr} srednja vrijednost ispravljenog napona, a V efektivna vrijednost naizmjenicne komponente ispravljenog napona.

U slusaju jednostranog ispravljacka imamo:

Srenja vrijednost ispravljenog napona na potrosacu:

$$V_{sr} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_{sm} \sin \omega t d(\omega t) = \frac{V_{sm}}{\pi}$$

Efektivna vrijednost ukupnog napona:

$$V_{peff} = \sqrt{\left[\frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_{sm}^2 (\sin(\omega t))^2 d(\omega t) \right]} = \frac{V_{sm}}{2}$$

Kako je efektivna vrijednost naizmjenicne komponente talasa:

$$V_{peff} = \sqrt{V_{peff}^2 - V_{sr}^2}$$

To je faktor talasnosti:

$$\gamma = V_{peff} / V_{sr}$$

U slucaju dvostranog ispravljacka srednja vrijednost ispravljenog napona je dva puta veca nego kod jednostranog ispravljacka, tj.:

$$V_{sr} = 2V_{sm} / \pi$$

A efektivna vrijednost ukupnog napona:

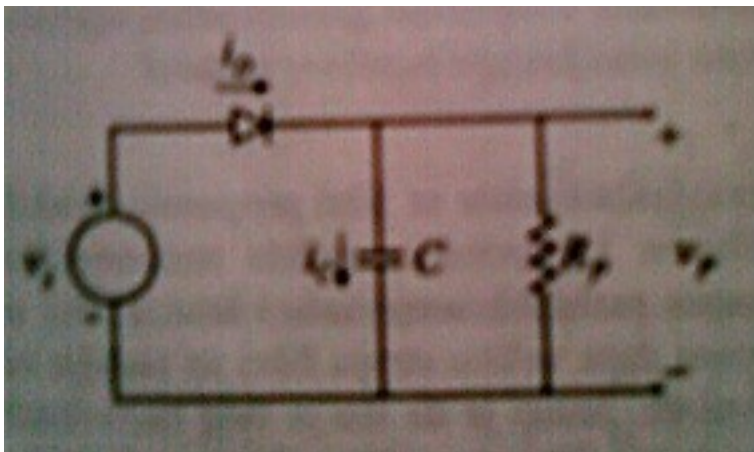
$$V_{\text{peff}} = V_{\text{sm}} / \sqrt{2}$$

MREZNI FILTRI

Za smanjivanje talasnosti napona na izlazu iz ispravljača koriste se filtri propusnici niskih ucestanosti. Ispravljeni napon pores jednosmjerne komponente sadrzi naizmjenicnu komponentu koju cini zbir signala harmonijskih ucestanosti razlicitih amplitude I faza. Posto se ispravljac koristi kao baterije za napajanje koje u principu daju veliku struju filtri se sastoje od nedisipativnih elemenata, tj. od kondenzatora i induktivnosti. Sto je broj nezavisnih reaktivnih elemenata u filtru veci to je I slabljenje komponenata visih ucestanosti vece. Najjednostavnije structure su prost kapacitivni I prost induktivni filter. Kombinacijom ova dva filtra dobijaju se L filter i Π filter.

Prost kapacitivni filter

Nacin rada jednostranog ispravljača sa prostim kapacitivnim filtrom pokazan je dijagramom (slika).



Pretpostavimo da se uključivanje ispravljača poklapa sa prolaskom napona generator kroz nulu. Kroz diodu protiče struja koja se može razložiti na dvije komponente: na struju kroz potrošač $i_p = v_s / R_p$ I

struju punjenja kondenzatora $i_c = C dV/dt$. Prva slijedi ulazni napon, dok druga ima impulsni karakter sa

početnim skokom $C \omega V_{sm}$. kada ulazni napon dostigne maksimalnu vrijednost struja punjenja kondenzatora pada na nulu nakon čega diode postaje neprovodna. Struja kroz potrosac $(V_{sm}/R_p) \exp(-$

$t/R_p C)$ nadalje teče prazneci kondenzator. Ako je vremenska konstanta $R_p \gg T$, gdje je T perioda ulaznog

napona, tada struja praznjenja približno linearno opada sa vremenom.

Stacionarno stanje koje se u mreži uspostavlja već nakon prvog ciklusa, karakterise se stalnom srednjom vrijednošću napona na kondenzatoru. Konstantna srednja vrijednost napona na kondenzatoru podrazumijeva jednakost naelektrisanja kojim se kondenzator puni i naelektrisanja kojim se kondenzator prazni. Zato, kada se, pri nepromjenljivim ostalim uslovima, kondenzator, smanji se brzina opadanja napona na kondenzatoru te se pri tome smanji i ugao protoka struje diode. U tom slučaju se malo veća količina naelektrisanja koja nastane u toku praznjenja mora nadoknaditi u kraćem vremenskom intervalu za vrijeme punjenja kondenzatora. Amplitude impulsa struje punjenja u tom slučaju postaje približno srazmjerno veća..

U ispravljaču sa dvostranim usmjeravanjem talasnost napona na potrosacu je približno dva puta manja, jer je vrijeme praznjenja kondenzatora približno dva puta kraće.

Razumijevanje rada same ispravljača dopušta pravilan odabir komponenata u kolu. Ovdje je riječ o izboru diode i kondenzatora. Dioda se opisuje maksimalnom strujom u direktnom smjeru i maksimalnim naponom inverzne polarizacije. Razlikuju se dvije vrste struja diode. Jedna, koja se ponavlja sa učestanosti pobude ili dva puta brže zavisno od toga da li je riječ o jednostranom ili dvostranom ispravljanju, naziva se repetativna i zadaje se sa svojom vršnom vrijednošću. Druga je nerekpetativna jer se može javiti samo pri uključenju ispravljača. Njena maksimalna vrijednost se javlja kada se trenutak uključenja poklopi sa trenutkom kada je napon pobude maksimalan. Ovaj maksimum može da bude znatno veći od maksimalne repetativne vrijednosti te ju je potrebno znati kako bi se zaštitila diode od eventualnog oštećenja. Maksimalni napon inverzne polarizacije iznosi $2V_{sm}$.

Kondenzatori koji se koriste u filtru su elektrolitskog tipa. Ovakvim kondenzatorima postize se u datoj zapremini najveća kapacitivnost. Zapremina još zavisi i od maksimalnog napona koji se na kondenzator primjenjuje. Kondenzatori su polarizovani postojeći elektrolit koji se koristi kao dielektrik smije da bude izložen samo naponu jedne polarnosti.

Nalazenje faktora talasnosti kod usmjeraca sa prostim kapacitivnim filtrom bice zasnovano na aproksimativnoj analizi napona na potrosacu. Pri tome ce se praznjenje kondenzatora linearizovati, a

punjenje smatrati trenutnim. Greška koja se unosi je za sve praktične slučajeve zanemarljivo mala s obzirom da u tolerancije elektrolitskih kondenzatora često u granicama +50%, -20%.

Testerasti oblik napona odstupa od stvarnog najviše u pogledu sadržaja visokih harmonika jer se u aproksimativnoj analizi pretpostavlja trenutno uspostavljanje napona na kondenzatoru.

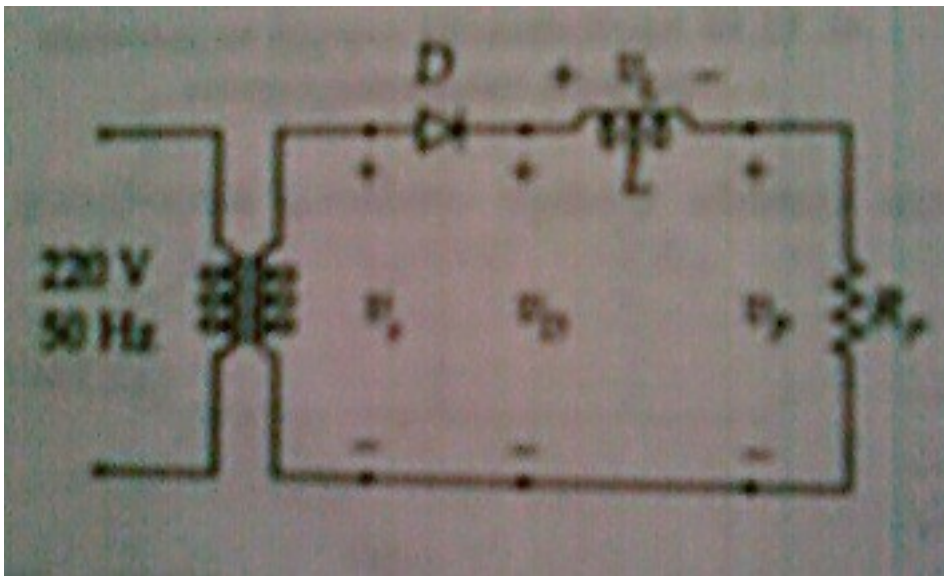
Impulsna struja kroz diodu reflektuje se na struju primara. U slučaju dvostranog ispravljača strujni impulsi preslikavaju se u svakoj poluperiodi. Sto je impuls struje uzi spektralni sadržaj će biti bogatiji pa će struja izobličenja biti veća. Odnosno, manja talasnost izlaznog napona uslovljava veća izobličenja ulazne struje, a time i manji factor snage.

Prost induktivni filter

Domen primjene prostog kapacitivnog filtra ograničen je na kola sa relativno malom potrošnjom struje, tj. na kola sa velikom otpornošću potrošača. Na takvim mjestima nije teško osigurati uslov

$R_p C \gg T$. U primjenama gdje se očekuju velike struje potrošača daleko je djelotvorniji induktivni filter

(slika).



Princip rada ovog filtra počiva na nagomilavanju elektromagnetne energije $W_L = (LI^2)/2$ u kalemu sve dok struja raste. Pri smanjivanju struje kroz potrošač energija iz kalemata se promjenom polariteta indukovano napona na kalemu $v_L = L di/dt$ vraća u kolo. Kao što u kondenzatoru u ustaljenom stanju integral struje u toku jedne periode mora da bude nula, jer bi se u protivnom napon na kondenzatoru povećavao do beskonačnosti, tako na kalemu integral napona u toku jedne periode mora da bude nula kako struja kroz kalem ne bi porasla do beskonačnosti. Drugim riječima:

$$0 \int i_C dt = 0$$

$$0 \int v_L dt = 0$$

Sve dok struja kroz potrosac, odnosno kalem raste napon na kalemu je pozitivan jer se kalem opire porastu struje. Kada struja dostigne maksimum, tj, kada napon na potrosacu dostigne maksimum napon pada na nulu. Na dalje mijenja znak jer kalem radi kao izvor energije. U tom dijelu ciklusa napon na potrosacu je veci od napona generator, tj. $v_p(t) = v_g + v_L$. Posto u toku jednog ciklusa površina pod krivom $v_L(t)$ mora da bude nula, proistice da su pozitivne i negativne površine međusobno jednake. Zato

je ugao protoka struje veci od π i bice utoliko veci ukoliko je ili induktivnost u kolu veca ili otpornost

potrosaca manja.

U ekstremnom slucaju kada je $R_p=0$ (slika) struja neprekidno tece. U toku pozitivne poluperiode napona struja u kolu raste dok ne dostigne maksimalnu vrijednost. U toku negativne poluperiode napona struja mora da opada jer je $v_L = L di/dt < 0$ drzi svo vrijeme diodu direktno polarisanu.

Struja se nalazi na osnovu jednakosti: $L di/dt = V_m \sin \omega t$

Iz pocetnih uslova imamo $i(0)=0$, koji daju;

$$i = V_m L \omega (1 - \cos \omega t)$$

Poslednji izraz dopusta da se odredi srednja vrijednost struje kroz kalem:

$$I_{sr} = V_{sm} L \omega$$

Mnogo manja talasnost napona na potrosacu se postize sa prostim induktivnim filtrom u kolu dvostranog ispravljacka (slika). Napon na potrosacu se odredjuje na osnovu cinjenice da je napon na ulazu u filter punotalasno ispravljena sinusoida i da u srednje vrijednosti napona na ulazu u filter i na potrosacu jednake, budući da na induktivnosti ne može da bude jednosmjernog pada napona. Za nalazjenje talasnosti napona na potrosacu utvrdimo harmonijski sadržaj ispravljenog napona:

$$v_D = 2V_{sm} \pi - 4V_{sm} 3\pi \cos 2\omega t - 4V_{sm} 15\pi \cos 4\omega t - \dots$$

odakle proizilazi da je amplituda komponente najnize ucestanosti napona na potrosacu:

$$v_p(2\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + (2\omega L R_p)^2}} 4V_{sm} 3\pi \quad \text{ako je} \quad 2\omega L \gg R_p :$$

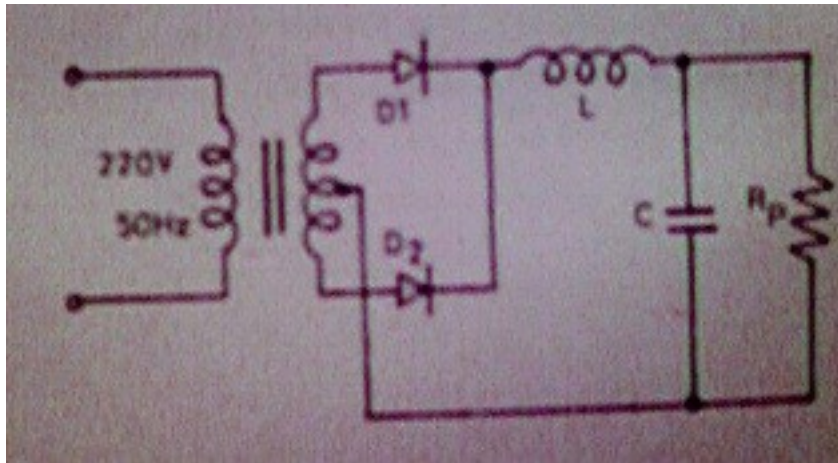
$$v_p(2\omega) \approx \frac{R_p}{2L\omega} 4V_{sm} 3\pi$$

Lako se izracunava odnos narednog viseg harmonica i osnovnog:

$$\frac{v_p(4\omega)}{v_p(2\omega)} = \frac{1}{10} \quad \text{odakle se dobija} \quad \gamma = \frac{R_p L \omega}{13\sqrt{2}} .$$

L FILTAR

Ovaj tip mreznog filtra predstavlja kombinaciju prostog induktivnog i kapacitivnog filtra(slika). Talasnost izlaznog napona se može učiniti manjom nego kod prostog induktivnog filtra ukoliko je reaktansa upotrijebljenog kondenzatora na harmonicnim učestalostima struje manja od otpornosti potrošača.



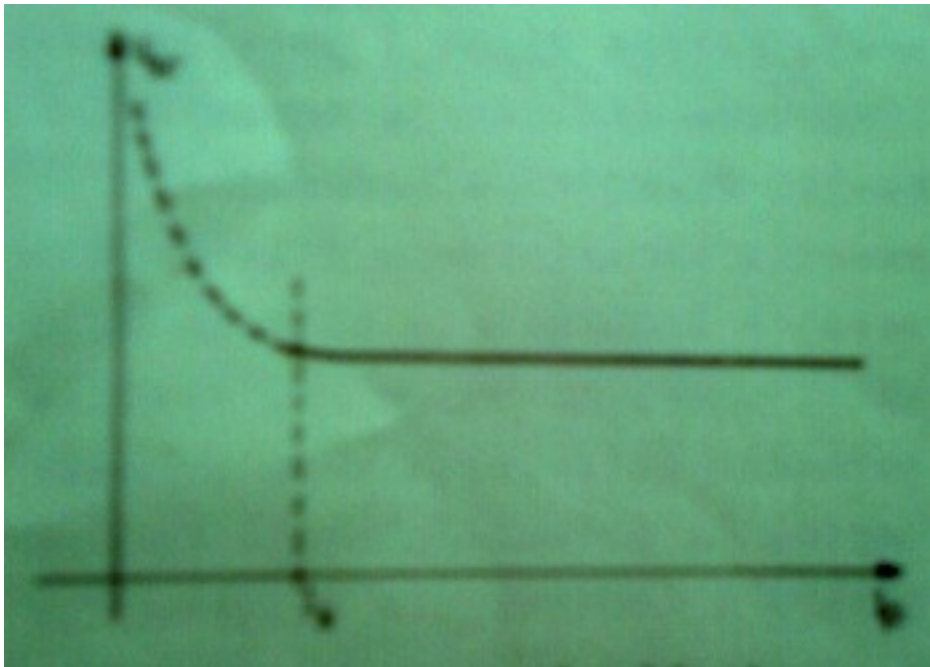
Pretpostavimo najprije da potrošač nije priključen. Tada je napon na kondenzatoru jednak amplitudi naizmjenicnog napona na sekundaru mreznog transformatora. Kada se zatim usmjerac optereti priključivanjem potrošača velike otpornosti, ugao proticanja dioda je mali, tj. struja teče samo u blizini maksimuma naizmjenicnog mreznog napona. To je u skladu sa ranijim izlaganjima kada je utvrđeno da je kod kapacitivnog ugao proticanja struje utoliko manji što je $R_p C$ veće. Istina, uslijed prisustva induktivnosti L ugao proticanja struje povećava se iznad vrijednosti koja bi se imala kod prostornog kapacitivnog filtra. Međutim, pri malim strujama uticaj induktivnosti je mali jer je mala i energija koja se nagomilava u magnetskom polju kalema. Zbog toga jednosmjerni napon na potrošaču brzo opada pri povećanju struje, odnosno pri smanjivanju otpornosti potrošača. Na slici na kojoj je prikazana zavisnost jednosmjernog napona u funkciji struje kroz potrošač, ovaj dio karakteristike ucrtan je isprekidanom

linijom. Pri jednoj određenoj vrijednosti struje I_k ugao proticanja postize vrijednost od 180° tj. diode

naizmjenicno stalno vode. To znači da struja usred uticaja kalema ne prestaje da teče tokom cijele periode naizmjenicnog mreznog napona. Prema tome, analiza rada pri vrijednostima struje većim od I_k

može se izvesti kao i kod pasivnog kola koje se pobudjuje naponom ($V_s = 2V_{sm}\pi - 4/3 V_{sm}\pi \cos 2\omega t -$

$4/15 V_{sm}\pi \cdot \cos \omega t + \dots$)



Zbog dejstva redno vezane induktivnosti i paralelno priključenje kapacitivnosti može se sasvim zanemariti uticaj četvrtog i visih harmonika i smatrati da talasnost potiče samo od drugog harmonika. Pored toga kondenzator C obično ima veliku kapacitivnost dok kalem ima veliku induktivnost. Zbog toga se sa dovoljnom tačnošću može uzeti da je $X_L \gg X_C$ za učestalost 2ω te se za efektivnu vrijednost naizmjenične komponente struje ima

$$I_{p2} \cdot \omega = 2\sqrt{2} V_{sm} / 3\pi X_L = \sqrt{2} V_{sm} / 3\pi \omega L$$

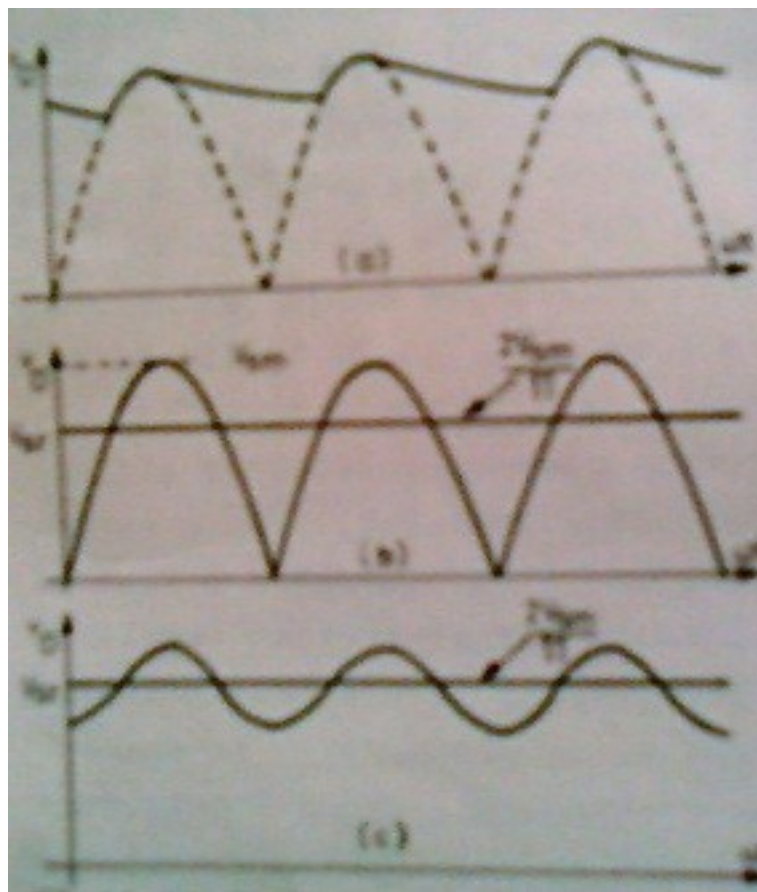
Efektivna vrijednost naizmjenicnog napona učestalosti 2ω na potrošaču jednaka je :

$$V_p = \frac{2\sqrt{2}V_{sm}}{\sqrt{3}} \sqrt{\frac{X_c}{X_l}} = \frac{2\sqrt{2}V_{sm}}{\sqrt{3}} \sqrt{\frac{1}{\omega^2 CL}}$$

Kako je jednosmjerni napon na krajevima potrošača $V_{sr} = \frac{2V_{sm}}{\pi}$ · diobom posljednjih jednadžbi izračunava se faktor talasnosti

$$\gamma = \sqrt{\frac{23}{14}} \omega^2 CL$$

Vazno je uočiti da faktor talasnosti ne zavisi od struje kroz potrošač što nije bio slučaj kod prostog kapacitivnog ili induktivnog filtra. To, međutim, važi samo u slučaju kada je jednosmjerna struja veća od kritične vrijednosti I_k .



Vremenski dijagram napona na katodama dioda dat je na slici za dvije vrijednosti struje potrosaca : (a) kada je manja od kritične i (b) kada je veća od kritične struje I_k . U prvom slučaju jednosmjerni napon zavisi od potrosaca R_p dok je u drugom slučaju ,posto diode naizmjenicno stalno provode ,napon na kataodama jednak dvostruko ispravljenom naponu na sekundaru. Znajuci da je jednosmjerni pad napona na idealnoj induktivnosti nula ,zakljucujemo da je jednosmjerni napon na potrosacu jednak srednjoj vrijednosti napona na ulazu filtra nezavisno od vrijednosti potrosaca . Kriticna vrijednost struje I_k se odredjuje na osnovu cinjenice da je to najmanja jednosmjerna struja potrosaca pri kojoj obje diode naizmjenicno vode. U tom slučaju je jednosmjerna komponenta struje priblizno jednaka amplitudi drugog harmonika (uticaj visih harmonika se zanemaruje) , tj :

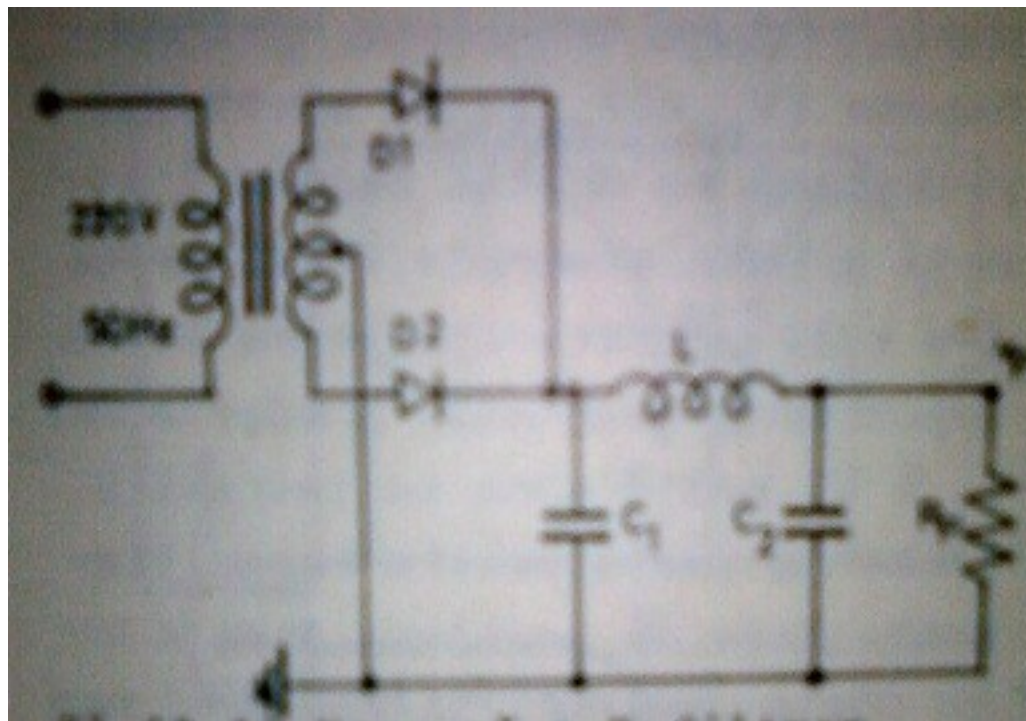
$$2V_{sm}\pi R_p = 4V_{sm}3\pi^2 L\omega \quad \text{ili} \quad L_k = R_p 3\omega$$

Induktivnost L_k naziva se kritičnom induktivnošću i obično računa po približnom brojunom obrazcu $L_k = R_p / 1000$. Vidi se da kritična induktivnost zavisi od otpornosti odnosno od jednosmjerne struje koju daje usmjerac. Induktivnost treba da bude veća od kritične pri najmanjem vidljivom opterećenju usmjeraca. Pri tome, treba imati u vidu da se prigusnice za mrežne filtere grade s gvozdanim jezgrom. Kao što je poznato induktivnost ovakve prigusnice, zavisi i od jednosmjerne struje koja kroz nju protice. Kritična vrijednost L_k direktno je srazmjerna otpornosti potrošača, ili što je isto, obrnuto je srazmjerna struji koju daje usmjerac. Sa dovoljnom tačnošću može se uzeti da se i induktivnost prigusnice, sem pri malim strujama, mijenja obrnuto srazmjerno jednosmjernoj struji koja kroz nju protice. Zbog toga se prigusnica tako dimenzionise da pri normalnom opterećenju usmjeraca $L > L_k$. Ako se smanji opterećenje potrošača, povećace se L_k , ali će se približno i u istom odnosu povećati i L tako da stvarna induktivnost u kolu neće biti manja od kritične. Pri malim strujama, međutim, induktivnost prigusnice manja je od kritične vrijednosti pa se napon usmjeraca povećava. Da bi se to spriječilo cepto se na izlazu usmjeraca priključuje "otocni" tako da struja usmjeraca ne bude ispod jednog određenog minimuma i kad nije priključen nikakav spoljasni potrošač. Pomocu karakteristike na slici moglo bi se zaključiti da usmjerac sa L ima za vrijednosti struja veća od I_k idealnu karakteristiku regulacije jer se napon na izlazu ne mijenja pri promjeni struje kroz potrošač. Međutim, u izvedenoj analizi učinjene su aproksimacije, zanemarivanjem impedanse transformatora, kao i otpornosti dioda i prigusnice. Stoga napon usmjeraca nije stalan, već se smanjuje pri povećanju struje koju daje usmjerac. Ipak treba istaci da je karakteristika regulacije kod usmjeraca sa L filtrom bolja nego kod usmjeraca sa Π filtrom.

Π FILTAR

Kolo usmjeraca sa Π filtrom pokazano je na slici. Konstrukciono se razlikuje od L filtra samo po tome što ima jedan kondenzator vide koji je priključen između katoda dioda i zajednickog kraja (mase). Međutim, prisustvo ovog kondenzatora bitno utice na karakteristike usmjeraca. Naime, kondenzator C_1 slicno kao kod prostog kapacitivnog filtra, puni do vršne vrijednosti napona na sekundaru te je jednosmjerna komponenta napona na potrošaču veća nego kod L filtra. Kako ugao provodjena dioda zavisi od

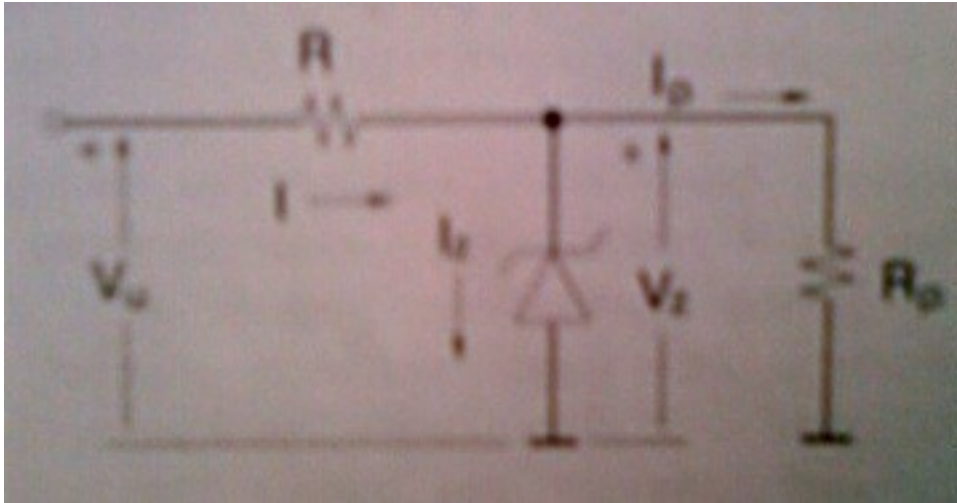
jednosmjerne struje kroz potrosac to i karakteristika regulacije znatnije odstupa od idealne kojoj se L filter gotovo sasvim približava. Π filter, međutim, obezbjeđuje napon na potrosacu znatno manje talasnosti nego L filter. To je i razumljivo kada se ima u vidu da je na ulazu L sekcije zbog kondenzatora C1 naizmjenicna komponenta ispravljenog napona manja od granicne vrijednosti kada diode naizmjenicno stalno vode. Usmjeraci sa Π filtrom trpe jos od jednog nedostatka. Pri ukljucenju kondenzator C1 nije napunjen i prakticno predstavlja kratak spoj. Zbog toga struja kroz diode moze da bude tako velika da trajno osteti diode. Da bi se to sprijecilo ponekad se na red sa diodama stavlja podesan otpornik i tako ogranicava ova struja.



Sto se tice primjena Π filtri su podesni tamo gdje su struje potrosnje male i gdje je bitna mala talasnost. Krajnje su nepodesni medjutim, za napajanje potrosaca gdje se struja potrosnje mijenja u širokim granicama. Takav je slucaj kod pojacavaca velikih snaga u klasi A ili AB gdje struja baterije varira od neke male vrijednosti pa do vise ampera. Na tim mjestima upotreba L filtra u usmjeracu je obavezna.

STABILIZATORI NAPONA

Za dobijanje zeljenog (konstantnog) napona, koriste posebna kola koja se nazivaju stabilizatori.



Jedno jednostavno kolo stabilizatora koristi stabilizatorske osobine Zenner diode. Naime, pri inverzalnoj polarizaciji Zenner diode, pri nekom naponu većem od napona Zennerovog proboja V_z (predviđenog za datu diodu), Zenner dioda provodi. Daljim, i malim, povećanjem inverznog napona struja kroz diodu se znatno povećava tj. može se smatrati da je u režimu proboja napon konstantan i da ne zavisi od struje. Iz tog razloga, onda djeluje kao stabilizator napona tj., na svom izlazu (u ovom slučaju katodi) "drži" približno konstantan napon V_z . Jednostavan stabilizator sa Zenner diodom predstavljen je na slici.

Imajući u vidu ranije izloženo, sjetimo se da postoje ograničenja za struje kroz Zenner diodu, i to u proboju Zenner diode, kao i I_{zmax} , koja predstavlja maksimalnu struju koja smije proticati kroz Zenner diodu, a da ne izazove njeno "pregorijevanje".

Uzimajući ovo u obzir, jasno je da se vrijednost otpora R mora birati tako da, ni u jednom slučaju, struja kroz Zenner diodu ne uzme vrijednost van ovih ograničenja. Maksimalna vrijednost otpora R može se dobiti uz uslov da, pri minimalnom ulaznom naponu i maksimalnoj struji prijemnika, struja kroz Zenner diodu bude I_{zmin} . U tom slučaju, umajući u vidu sliku, važi :

$$V_{umin} = R_{max} \cdot I + V_z \quad (1)$$

gdje je

$$I = I_{zmin} + I_{pmax} \quad (2)$$

Uvrstavajući (1) u (2), dobija se

$$R_{\max} = \frac{V_{\min} - V_z I_{z\min}}{I_{p\max}} \quad (3)$$

Za slučaj minimalne vrijednosti otpora, treba se osigurati da, ni pri maksimalnom ulaznom naponu i minimalnoj struji prijemnika, struja kroz Zenner diodu ne predje maksimalno dozvoljenu vrijednost. Tada je

$$V_{\max} = R_{\min} I + V_z \quad (4)$$

U ovom slučaju je

$$I = I_{z\max} + I_{p\min} \quad (5)$$

Iz (5) u (4) ima se

$$R_{\min} = \frac{V_{\max} - V_z I_{z\max}}{I_{p\min}} \quad (6)$$

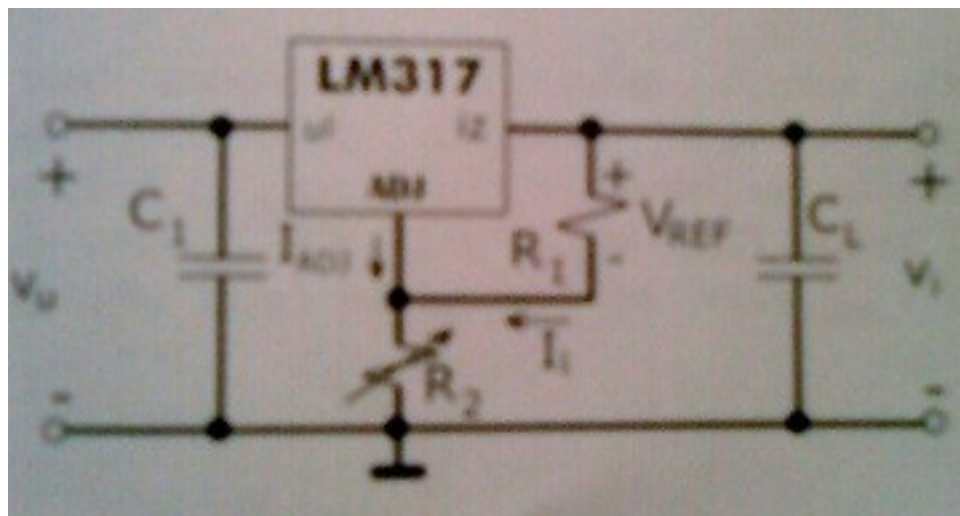
Iz predhodnog razmatranja sledi da se otpor R treba birati tako da njegova vrijednost bude ograničena vrijednostima definisanim relacijama (3) i (6) tj. $R_{\min} < R < R_{\max}$.

Napomena da ovakvi stabilizatori imaju veliku disipaciju. Ulazna snaga ostaje visoka, i onda kada kroz potrosac ne tece struja. Stoga se koriste slozenija kola, koja u svojoj osnovi sadrze takodje Zenner diodu. Jendo takvo koo dato je na slici.

Negativna povratna sprega je ispostavljna preko razdjelnika napona, invertirajuceg ulaza operacionog pojativaca i tranzistora. Uocimo sada kako djeluje negativna povratna sprega. Ukoliko dodje do poremećaja napona na izlazu, on ce izazvati poremećaj u istom smjeru na invertirajucem ulazu, sto implicira pad napona na izlazu operacionog pojativaca, tj. na bazi tranzistora, a to direktno uslovljava smanjenje struje kroz tranzistor ,odnosno pada napona na izlazu. Pad napona na izlazu bi doveo do pada napona na invertirajucem ulazu,sto bi (analogno predhodnoj analizi) izazvalo povećanje napona na izlazu. Na ovom primjeru vidimo puni smisao negativne povratne sprege, koja se protivi bilo kakvoj promjeni izlaznog napona i, na taj nacin, vrsi njegovu stabilizaciju. Izracunajmo sada odnos izlaznog napona i napona na Zenner diodi. Obzirom da je uspostavljena negativna povratna sprega, naponi na neinvertujucem ulazu operacionog pojativaca su jednaki, sto znaci da struja kroz otpornik R2 iznosi V_z/R_2 . Odavde slijedi da je izlazni napon jednak

$$V_i = V_z R_2 (R_1 + R_2) = V_z (1 + R_1/R_2)$$

Na slici data je sema vezivanja integrisanog stabilizatora LM317, a na slici izgleg ovog stabilizatora sa oznakama nozica. Kod ovog stabilizatora $C_1 = 0.1 \mu F$ $C_2 = (1-10) \mu F$. Napomenimo da su primijenjeni kondenzatori opcioni i da je na primer ., C1 neophodan ukoliko je ovo kolo udaljeno od filtarskog kondenzatora, dok se sa C2 popravlja izlazna impendansa. V_{ref} , (napon izmedju V_i i ADJ) je konstantan i iznosi 1,25V. To uzrokuje da je i struja kroz R1 konstantna. Izlazni napon je dat izrazom.



$$V_i = V_{ref} + (I_1 + I_{adj})R_2 = V_{ref} + V_{ref}R_2/R_1 + I_{adj}R_2 = V_{ref}(1 + R_2/R_1) + I_{adj}R_2.$$

Struja I_{adj} je konstantna, i katalogski se daje.

Na slici dat je izgled stabilizatora tipa 78XX.



U oznaci stabilizatora, XX oznacava vrijednost izlaznog napona. Tako, npr. stabilizator 7805 ima izlazni napon 5V. Minimalna i maksimalna vrijednost ulaznog napona, za svaki tip, su definisane. Tako, npr.: za kolo 7805 – $V_{ulmin} = 7V$, a $V_{ulmax} = 25V$, za kolo 7808 – $V_{ulmin} = 10,5V$, a $V_{ulmax} = 25V$, za kolo 7805 – $V_{ulmin} = 17,5V$, a $V_{ulmax} = 30V$, itd. I ovdje se cesto vezu opcioni kondenzatori.