

Predmet: ENERGETSKA ELEKTRONIKA
Predmetni nastavnik: Dr Nándor Burány
Asistent: Mr Szabolcs Divéki

5. semestar
Broj časova: 2+2

3. GLAVA

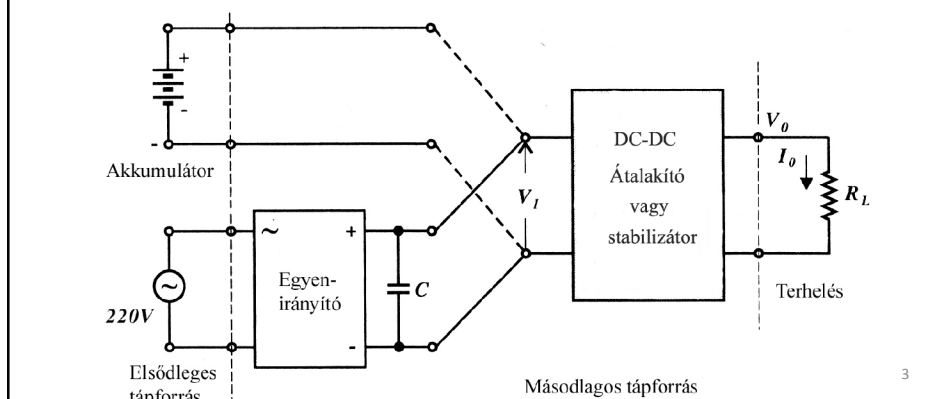
JEDINICE ZA NAPAJANJE

- Proizvodnja, eksploatacija i održavanje jedinica za napajanje je jedna od glavnih oblasti energetske elektronike.
- Uloga: napajanje analognih i digitalnih elektronskih uređaja
- Teme koje obrađujemo:
 - Linearna napajanja
 - Prekidačka napajanja
 - Besprekidna napajanja

2

3.a JEDINICE ZA NAPAJANJE – OSNOVNA KONSTRUKCIJA

- Primarni izvori napajanja su: naizmenična mreža, akumulator, suva ćelija, fotonaponski element, vetrogenerator itd.
- Uloga sekundarnih izvora (jedinica) za napajanje: regulacija, izolacija (odvajanje), zaštite...
- Tipovi: linearni, prekidački, kombinovani.

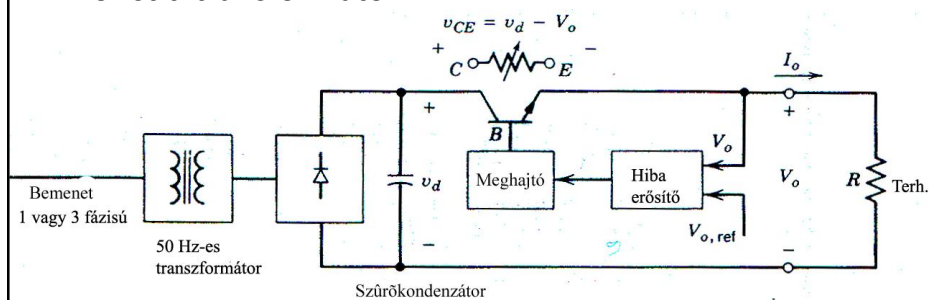


3.1. LINEARNE JEDINICE ZA NAPAJANJE – UVOD

- **Uloga:** snabdevanje elektronskih uređaja regulisanim (stabilnim) jednosmernim naponom (jedan napon nili više njih).
- **Regulacija** se vrši **disipativnim** putem: višak snage se pretvara u toplotu.

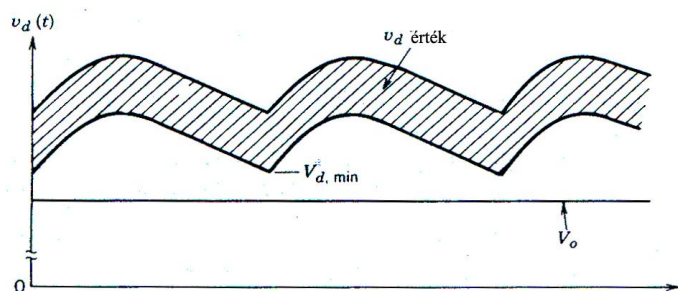
3.1.1.a LINEARNE JEDINICE ZA NAPAJANJE - KONSTRUKCIJA

- Redovno se koristi transformator na ulazu: radi izolacije ulaza od izlaza i radi smanjivanja napona na potreban nivo.
- Usmeravanje.
- Regulacija.
- Ako je primarni izvor jednosmernog karaktera, neće se koristiti transformator.



3.1.1.b LINEARNE JEDINICE ZA NAPAJANJE - ANALIZA

- Usmerač daje talasajući jednosmerni napon.
- Napon varira i usled promene opterećenja.
- Ulazni napon regulacionog elementa u svakom momentu mora biti veći od željenog izlaznog napona.



3.1.2. LINEARNE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KARAKTERISTIKE

- **Prednosti:**
 - mala izlazna otpornost,
 - mala talasnost izlaznog napona,
 - dobar faktor stabilizacije,
 - prosta regulacija,
 - nema radiofrekvencijskih smetnji.
- **Mane:**
 - nizak stepen iskorišćenja (obično $0,2 < \eta < 0,6$),
 - velika težina i veliki gabariti.
- Prema današnjem stanju tehnike primena linearnih jedinica za napajanje je opravdana svega do nekoliko watti snage!

7

3.1.3. LINEARNE JEDINICE ZA NAPAJANJE – RASPOLOŽIVI IZBOR

- Uglavnom primenjujemo integrisana polugotova rešenja.
- Integrisana rešenja pored regulacije sadrže i zaštitne funkcije.
- Podele:
 - regulacija **pozitivnog** ili **negativnog** napona,
 - izlazni napon je **fabrički fiksiran** ili je **podešljiv** (na pr. potenciometrom),
 - **redni** ili **paralelni** regulacioni elemenat,
 - **low drop** rešenje – mala razlika između ulaznog i izlaznog napona – bolji stepen iskorišćenja.

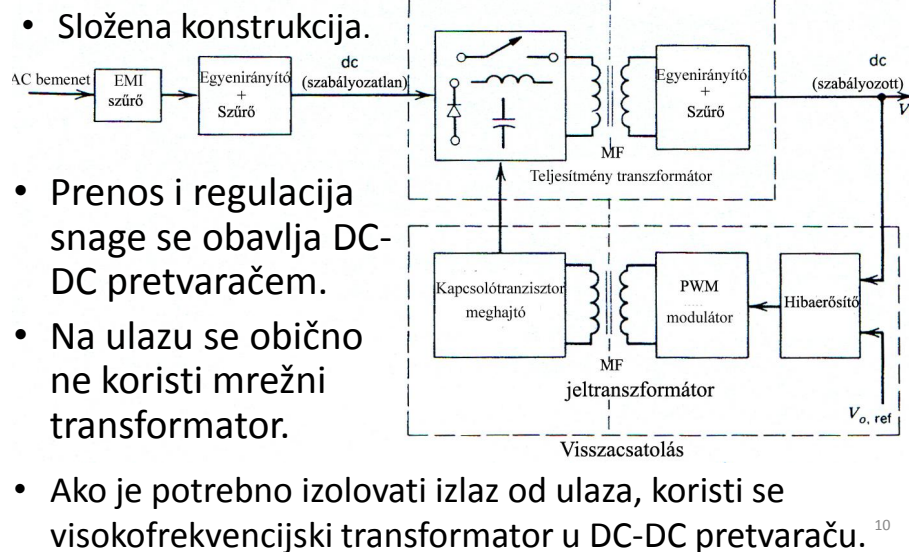
8

3.2. PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJSANJE - UVOD

- Prema današnjem stanju tehnike u većini slučajeva treba primeniti prekidačke jedinice za napajanje zbog većeg stepena iskorišćenja.
- Veći stepen iskorišćenja smanjuje troškove energije ali nije to glavni razlog već manje dimenzije, niža cena i veća pouzdanost prekidačkih jedinica

9

3.2.1. PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJSANJE - KONSTRUKCIJA



10

3.2.1.a PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KONSTRUKCIJA – ULAZNI USMERAČ

- Redovno se vrši direktno usmeravanje (bez mrežnog transformatora).
- Talasnost napona se smanjuje elektrolitskim kondenzatorom velike kapacitivnosti.
- Kondenzator vrši i izvesno kratko premošćavanje za slučaj kratkih ispada mrežnog napona (10-50ms).
- Ulazna struja ni približno nije sinusna – ima visok sadržaj viših harmonika. Mogu se dobiti poboljšanja pasivnim i aktivnim metodama (tačka 5.4.1).
- Pri uključenju usmerača javlja se veliki strujni udar. Taj udar se ublažava NTC otpornicima (otprilike do 1kW) ili kombinacijom otpornika i prekidača.

11

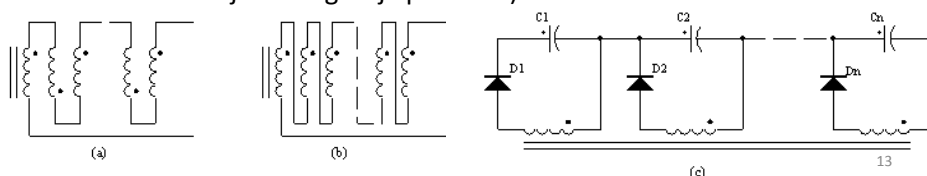
3.2.1.b PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KONSTRUKCIJA – SMETNJE

- Brzo uključenje velikih napona i struja – javljaju se smetnje.
- Mehanizmi prenosa smetnji: zračenje, provođenje.
- Zračenje: potiče od namotaja, hladnjaka, energetskih vodova na štampanoj ploči. Lek: oklapanje (Faraday-ev kavez).
- Provođenje: visokofrekvencijske struje i naponi na priključnim vodovima, ometaju okolne uređaje. Lek: LC filtri.

12

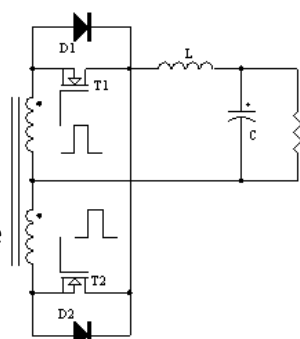
3.2.1.c PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KONSTRUKCIJA– VF TRANSFORMATOR

- Transformator izoluje izlaz od ulaza (ako je potrebno).
- Treba obezbediti veliki probojni napon (višestruka vrednost radnih napona!): dobri izolacioni materijali, odgovarajući razmaci, impregnacija, utapanje u smolu.
- Modelovanje transformatora: idealni transformator + rasipne induktivnosti + parazitne kapacitivnosti.
- Rasipne induktivnosti se mogu smanjiti sendvič motanjem ili bifilarnim motanjem.
- Kapacitivnosti između slojeva se mogu smanjiti specijanim tehnikama namotavanja (a – obično motanje, b namotavanje uz vraćanje na početak, c – usmeravanje svakog sloja posebno).



3.2.1.d PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KONSTRUKCIJA – IZLAZNI ISPRAVLJAČ

- Zbog brzih signala uglavnom koristimo brze diode. Ima par izuzetaka kod rezonantnih pretvarača. Kod sporih dioda inverzan struja pri isključenju diode prouzrokuje velike gubitke.
- U slučaju velikih struja i malih napona treba koristiti Schottky-jeve diode – manji pad napona, manji gubici.
- Kod jako velikih struja i jako malih napona najbolje rešenje je sinhroni usmerač – koriste se MOSFET-ovi umesto dioda – mala otpornost kanala – mali pad napona.
- Potrebno je odgovarajuće upravljanje za MOSFET-ove – bez preklapanja.



14

3.2.1.e PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KONSTRUKCIJA – DIMENZIONISANJE SNAŽNIH POLUPROVODNIKA

- Razni tranzistori (bipolarni tranzistor, MOSFET, IGBT...) i diode.
- Odrede se vremenski dijagrami za slučaj idealnih prekidača.
- Poluprovodničke komponente se biraju tako da mogu da podnesu najveće napone i struje na dijagramima.
- Procene se gubici (statički + dinamički) i primeni se adekvatno hlađenje.

15

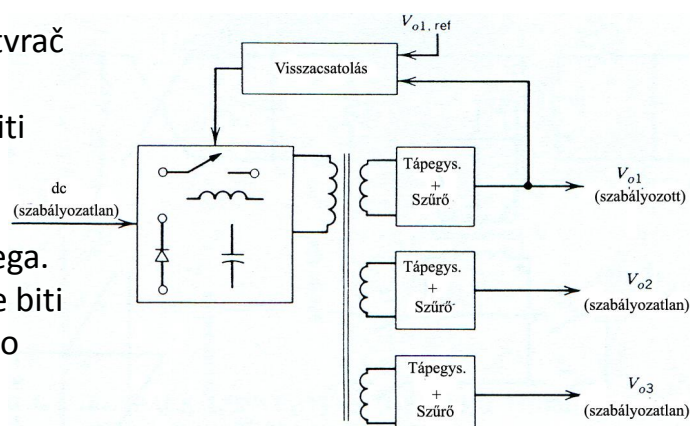
3.2.1.f PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KONSTRUKCIJA – UPRAVLJANJE I REGULACIJA

- Kod pretvarača sa pravougaonim signalima koristi se impulsno-širinska modulacija.
- Kod rezonantnih pretvarača koristi se frekventna modulacija.
- Modulatorom upravlja pojačavač greške.
- Modulator obično ne vrši upravljanje prekidačkih tranzistora direktno već preko pobudnog stepena.
- Izlaz pobudnog kola se često izoluje od ulaza (prenos signala optokaplerom ili transformatorom).
- Razlog za izolaciju: bezbednost korisnika i pobuda tranzistora na različitim potencijalima.

16

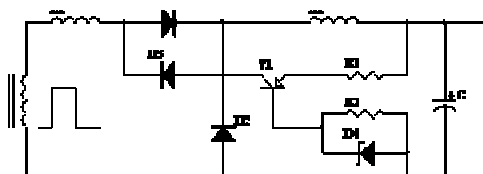
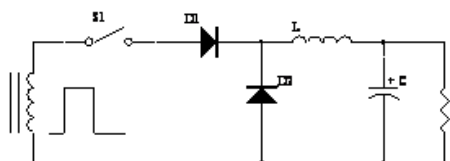
3.2.1.g PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KONSTRUKCIJA – FORMIRANJE VIŠE IZLAZA

- I kada je potrebno dobiti više izlaznih napona, trude se da to ostvare sa minimalnim brojem pretvarača (na pr. sa jednim).
- Na jedan pretvrač se uglavnom može primeniti samo jedna naponska povratna sprega.
- Ostali izlazi će biti samo približno stabilni.



3.2.1.g PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KONSTRUKCIJA – PRIMENA MAGNETNOG POJAČAVAČA

- Neregulisani izlazi se mogu regulisati magnetnim pojačavačem.
- Princip: određeni delovi sekundarnih impulsa se ne puštaju na izlaz (prekidačem se blokiraju).
- Ulogu prekidača obavlja zasitljiva prigušnica.
- U prigušnicu se dovodi jednosmerni napon, time se reguliše vreme uključenja ekvivalentnog prekidača.
- Druga mogućnost je da se doda jedan direktno spregnuti pretvarač ili linearna jedinica za napajanje.



3.2.2.a PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KARAKTERISTIKE – UVOD

Pri projektovanju, proizvodnji i nabavci prekidačkih jedinica za napajanje potrebno je uzeti u obzir sledeće podatke:

- opseg ulaznog napona,
- izlazni napon,
- izlazna struja,
- talasnost izlaznog napona,
- stabilnost izlaznog napona,
- stepen iskorišćenja,
- radni temperaturni opseg,
- način hlađenja,
- radni vek,
- nivo elektronskih smetnji,
- nivo akustičkih smetnji.

19

3.2.2.b PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KARAKTERISTIKE – OPSEG ULAZNOG NAPONA

- Obično se navodi nazivna vrednost.
- Maksimalna vrednost: važna je zbog prekidačkih tranzistora.
- Minimalna vrednost: ispod toga nije moguće izregulisati traženi izlazni napon i struju.
- Kod naizmeničnog ulaza važna je i frekvencija ulaza: kritična je minimalna frekvencija pošto u tom slučaju filterni kondenzator treba da premošćava veće pauze.

20

3.2.2.c PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KARAKTERISTIKE – PARAMETRI IZLAZNOG NAPONA

- Osnovni podatak je nazivna vrednost. Pored toga potrebno je zadati očekivana odstupanja (usled promene opterećenja, promene ulaznog napona, promene temperature).
- Opseg podešavanja – ima smisla kod onih jedinica kod kojih je napon podešljiv.
- Umesto izlaznog napona moguće je regulisati izlaznu struju, snagu... Za to je potrebna adekvatna povratna sprega.

21

3.2.2.d PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KARAKTERISTIKE – IZLAZNA STRUJA

- Prekidačke jedinice za napajanje treba zaštititi od prekomerne izlazne struje.
- Kod prevelike struje pojedine komponente se preoptereće i mogu da propadnu.
- Može biti problema i sa preslabim opterećenjem. jedinice za napajanje po mogućstvu ne rade ispod desetog dela nazivne struje.
- Jedinica za napajanje će najverovatnije raditi i pri manjim strujama, ali može doći do povećanja talasnosti izlaznog napona i kvari se tranzijentno ponašanje.

22

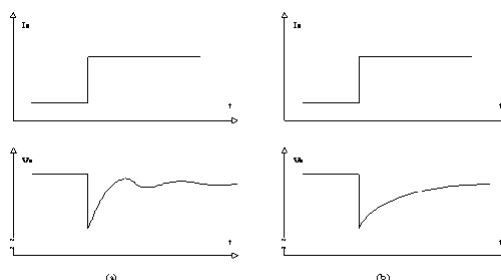
3.2.2.e PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KARAKTERISTIKE – TALASNOST IZLAZNOG NAPONA

- Kod buck pretvarača i pretvarača izvedenih iz buck pretvarača dobija se mala talasnost izlaznog napona zato što se između prekidača i izlaza postoji LC filter.
- Kod boost pretvarača i pretvarača izvedenih iz boost pretvarača redovno se dobija veća talasnost zato što su strujni impulsi pretvarača filtrirani samo kondenzatorom.
- Uobičajeno je da se dozvoli talasnost reda veličine jednog procenta nazivne vrednosti izlaznog napona.
- Pored talasnosti na prekidačkoj frekvenciji preslikava se i izvesna talasnost iz ulaznog usmerača (komponenta na 100 Hz) – usled nesavršenosti regulacije – potrebna je brza i precizna regulacija.

23

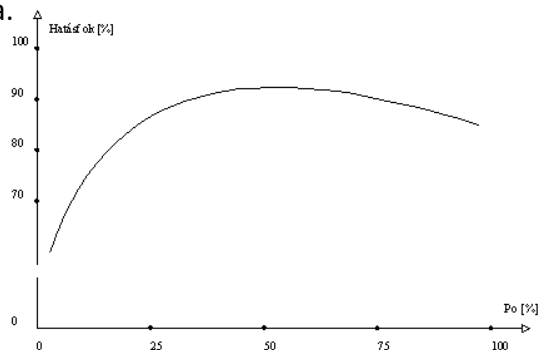
3.2.2.f PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KARAKTERISTIKE – DINAMIKA IZLAZNOG NAPONA

- Prekidačke jedinice za napajanje reaguju sporije na skokovite promene ulaznog napona i struje opterećenja.
- Obično je potrebno vreme reda *ms* da bi kolo regulacije ponovo došlo u ustaljeno stanje.
- U međuvremenu izlazni napon vrši pseudoperiodične ili aperiodične oscilacije.
- Nakon spomenutog odziva jedinica za napajanje se vraća na polaznu vrednost izlaznog napona, ali uvek postoji mala izlazna otpornost: to će pri porastu struje opterećenja prouzrokovati mali pad izlaznog napona i suprotno.



3.2.2.g PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KARAKTERISTIKE – STEPEN ISKORIŠĆENJA

- Prekidačka tehnika načelno omogućava visoki stepen iskorišćenja.
- Manji su gubici prekidačkih tranzistora od gubitaka tranzistora u linearnim jedinicama za napajanje.
- Manji su gubici visokofrekvencijskih transformatora.
- Stepenn iskorišćenja se kreće između 70%...90%, zavisi od opterećenja.



25

3.2.2.h PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – KARAKTERISTIKE – TEMPERATURNI OPSEG

- Treba da se pronađe kritična komponenta koja će odrediti do koje temperature okoline može da radi jedinica za napajanje.
- Integrirana kola za regulaciju i druge funkcije se proizvode za komercijalni ($0...70^{\circ}\text{C}$), industrijski ($-40^{\circ}\text{C}...+85^{\circ}\text{C}$) i vojni ($-55...+125^{\circ}\text{C}$) temperaturni opseg.
- Kod pasivnih komponenti najviša radna temperatura je obično oko 100°C prvenstveno zbog izolacionih materijala.
- I performanse magnetnih jezgara se kvare na visokim temperaturama.
- Kod snažnih poluprovodničkih komponenti maksimalna temperatura kućišta je obično između $80...100^{\circ}\text{C}$.
- Radni temperaturni opseg jedinica za napajanje, pored veličine gubitaka, dosta zavisi i od načina hlađenja.

26

3.2.2.i PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJSANJE – KARAKTERISTIKE – OČEKIVANI RADNI VEK

- Očekuje se od jedinice za napajanje da radi besprekorno bar nekoliko godina.
- Poluprovodničke komponente mogu da stradaju usled slučajnih preopterećenja, protiv toga se primenjuje izvesno predimenzionisanje i izvesne zaštite.
- Kod motanih komponenti radni vek je ograničen trajanjem izolacionog materijala.
- Elektrolitski kondenzatori su podložni isušivanju: kod njih se zadaje radni vek preko broja radnih časova (na određenoj temperaturi).
- Pouzdanost jedinice za napajanje se obično zadaje preko očekivanog radnog veka (*mean time between failure – MTBF*).

27

3.2.2.j PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJSANJE – KARAKTERISTIKE – SMETNJE

- Za elektromagnetne smetnje od prekidačkih jedinica za napajanje postoje obavezujući nacionalni i internacionalni standardi.
- U standardima se navode granični nivoi vođenih i zračenih smetnji u funkciji učestanosti.
- Da li jedinica za napajanje odgovara standardima, ispituje se u ovlašćenim organizacijama pri atestiranju.
- Akustičke smetnje uglavnom potiču od magnetostrikcije: namotaji i jezgra u ritmu radne frekvencije menjaju položaj i oblik.
- Da bi se izbegle akustičke smetnje, radna frekvencija se obično bira iznad čujnog opsega (preko 20kHz).
- Zalivanje namotaja veštačkom smolom može dosta da priguši zvuk.
- Za akustičke smetnje obično ne postoje opštevažeći standardi već se treba prilagoditi zahtevima korisnika.

28

3.2.3. PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – ZAŠTITE – UVOD

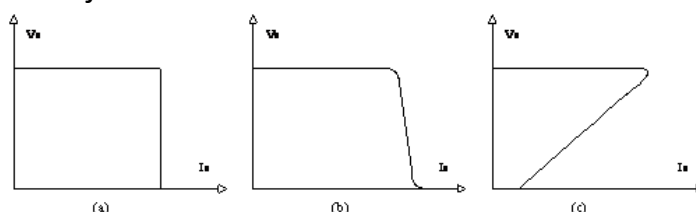
Izvor napajanja treba zaštititi od sledećih stvari:

- Prekostruja na izlazu.
- Prenapon na ulazu.
- Prenapon na izlazu.
- Zaštita od obrnutog polariteta.

29

3.2.3.a PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – ZAŠTITE – PREKOSTRUJE

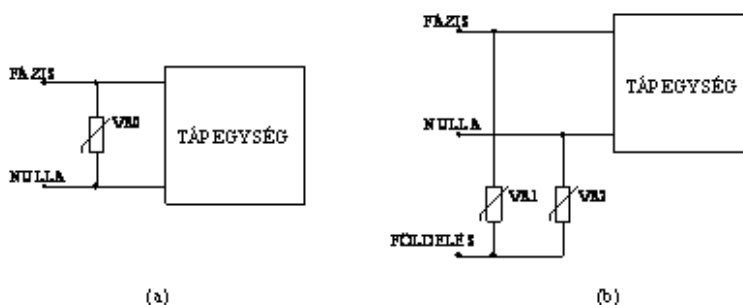
- Uzroci prekostruja: preopterećenje, startovanje, zaustavljanje, zasićenje induktivnih komponenti...
- Senzori struje: shunt otpornici, strujni transformator, Hall-ova sonda.
- Važna je što brža intervencija.
- Može da nastupi osetljivost na smetnje i visokofrekvencijska oscilacija.
- Ostvaruju se razne izlazne karakteristike:



30

3.2.3.b PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – ZAŠTITE – PRENAPONI NA ULAZU

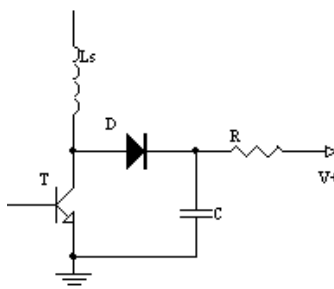
- Prenaponi u primarnom izvoru energije (induktivni potrošači, udar groma...)
- Zaštitni elementi: varistori, TVS diode, cevi punjene plemenitim gasom.



31

3.2.3.c PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – ZAŠTITE – PRENAPONI NA PREKIDAČIMA

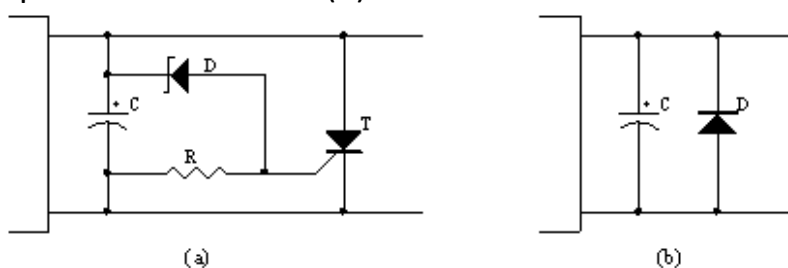
- Prenaponi na tranzistorima se javljaju pri isključenju.
- Kola za olakšanje komutacije (snubberi) mogu donekle da pomognu.
- Naponski limiter: višak energije ide u kondenzator, zatim se preko otpornika deo izgubi, deo vraća u izvor.



32

3.2.3.d PREKIDAČKE JEDINICE ZA NAPAJANJE – ZAŠTITE – PRENAPON NA IZLAZU

- Usled nepravilnog rada kola za regulaciju izlazni napon može da pobegne na veliku vrednost.
- Kod osetljivih potrošača posledice su katastrofalne.
- Crowbar zaštita (a) – (tiristorom) se kratko spoji izlaz napajanja (može eventualno i ulaz).
- Pogrešan polaritet na ulazu i izlazu se rešava rednom ili paralelnom diodom (b).



33

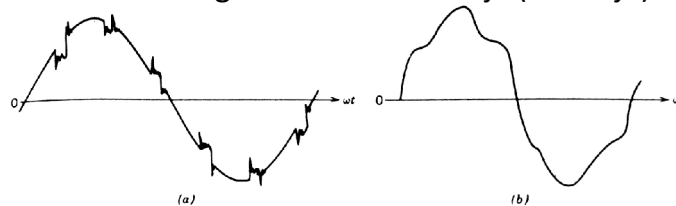
3.3. BESPREDIDNI IZVORI NAPAJANJA

- Besprekidni izvor napajanja (*uninterruptible power supply - UPS*)
- Kod mnogih uređaja već i kratka pauza (x10ms) u snabdevanju električnom energijom ima katastrofalne posledice.
- Kratke pauze se mogu premostiti kondenzatorima.
- Za duže pauze potreban je rezervni izvor energije (obično se koristi akumulator).
- Dva pristupa:
 - korekcija manjih nepravilnosti,
 - primena besprekidnog napajanja.

34

3.3.1. NEPRAVILNOSTI U MREŽNOM NAPAJanJU

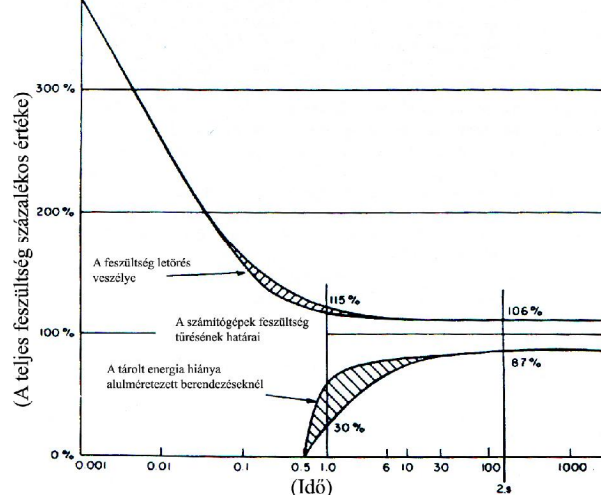
- Mrežni napon bi trebao da bude idealnog sinusnog oblika – samo to može da garantuje ispravan rad svih uređaja.
- Uređaji mogu da podnesu do određenog nivoa sledeće nepravilnosti:
 - prenapon,
 - podnapon,
 - ispad napona,
 - vrhovi napona,
 - skokovi u naponu(a),
 - viši harmonici (b),
 - *EMI* – elektromagnetna interferencija (smetnje).



35

3.3.1.a NEPRAVILNOSTI U MREŽNOM NAPAJanJU – GRANICE TOLERANCIJE

- Različiti uređaji mogu da podnesu nepravilnosti različitih nivoa.
- Primer: tolerancija izvora napajanja za računare.
- Jedna poluperioda može da ispadne potpuno.



- Kratke prenapone uspešno limitiraju odvodnici prenapona (čak i 2-3 puta veće vrednosti od nazivnog napona).

36

3.3.2. KOREKCIJA NEPRAVILNOSTI

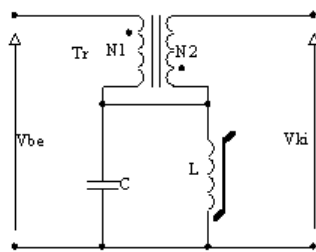
Postoje razni elementi i uređaji koji mogu da **eliminiraju ili smanje određene nepravilnosti**:

- **varistori**: pružaju zaštitu od naponskih vrhova,
- **EMI filtri**: smanjuju ulazak smetnji iz mreže u uređaj i u suprotnom smeru,
- **odvojni transformatori**: pored izolacije od mreže ukidaju i dobar deo naponskih vrhova,
- **ferorezonantni stabilizatori**: za korekciju prenapona koriste prigušnice i kondenzatore sa mogućnošću akumulisanja značajne energije; isti sklopovi ujedno ispoljavaju jak filterski efekat protiv viših harmonika i radiofrekvencijskih smetnji,
- **korektori napona sa autotransformatorom**: menjanjem izvoda transformatora podešavaju izlazni napon,
- **linearni izvori napajanja**: daju „čist” napon (bez smetnji) za snabdevanje osetljivih uređaja (samo za male snage).

37

3.3.2.a KOREKCIJA NEPRAVILNOSTI – FEROREZONANTNI STABILIZATORI NAPONA

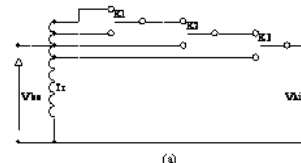
- Vršiti regulaciju ulaznog naizmeničnog napona u relativno uzanom opsegu.
- Obično se rešava sa **pasivnim komponentama** (transformator, prigušnica, kondenzator).
- **Zasitljiva prigušnica** limitira napon.
- **Transformator** diže ulazni napon za neki procenat.
- **Kondenzator** ima ulogu oblikovanja izlaznog signala u sinusoidu.



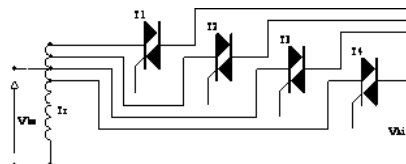
38

3.3.2.b KOREKCIJA NEPRAVILNOSTI – KOREKTOR NAPONA SA AUTOTRANSFORMATOROM

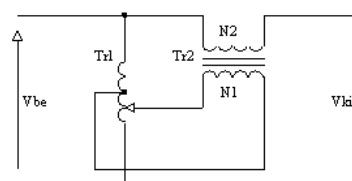
- Vrší regulaciju ulaznog naizmeničnog napona u **širokom opsegu**.
- Koristi se **autotransformator** sa više izvoda na primarnoj ili sekundarnoj strani.
- Može da se koristi i **regulacioni transformator** – dobija se kontinualna regulacija ali je to skupo rešenje.
- **Izvode menjamo** sa releima (a) ili sa trijacima (b).
- Kombinovanjem sa dodatnim običnim transformatorom dobijemo **rešenje sa manjim ulaganjem** (c).



(a)



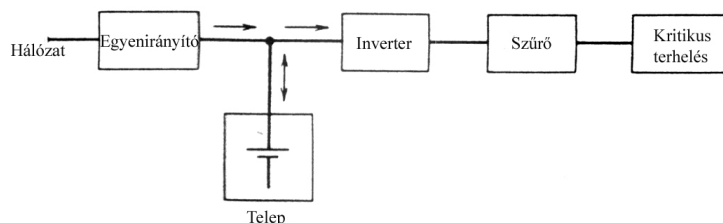
(b)



(c)

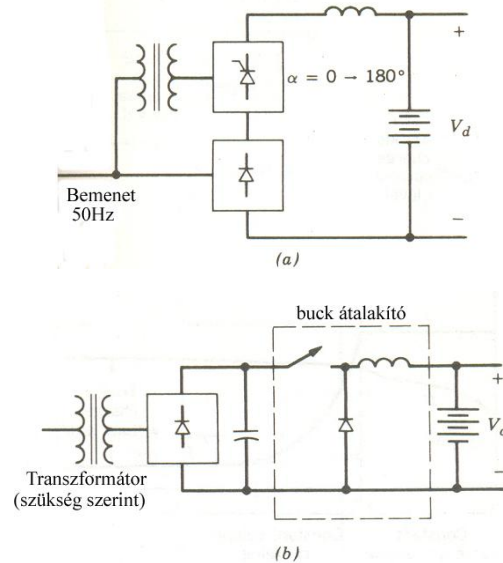
3.3.3. KONSTRUKCIJA BESPREKIDNIH NAPAJANJA

- Obezbeđuju **napajanje potrošača nezavisno od mreže za duži vremenski interval** (obično od nekoliko minuta do nekoliko sati).
- Kod **pravih** besprekidnih napajanja potrošač **stalno napajamo naponom sintetizovanim inverterom**.
- Ima **prostih** rešenja kod kojih **inverter se pokreće samo za vreme ispada** mrežnog napona.
- Ako je mrežni napon ispravan, **energija za napajanje invertora se uzima iz mreže**.
- U suprotnom slučaju koristi se **energija iz akumulatora**.



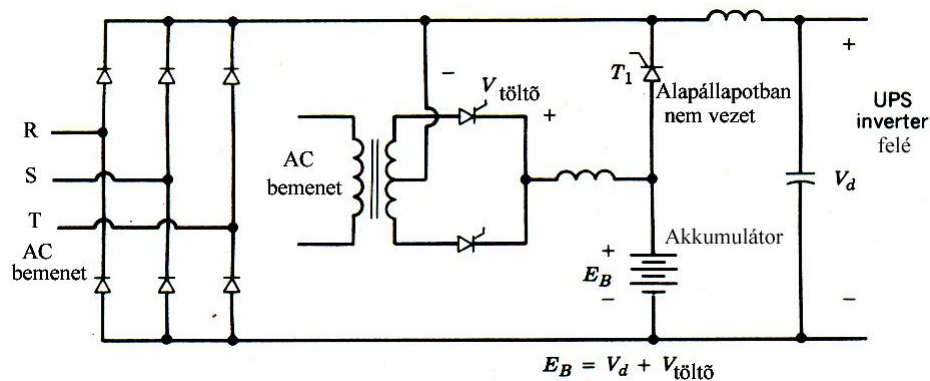
3.3.3.a KONSTRUKCIJA BESPREKIDNIH NAPAJSANJA – RAZNA REŠENJA ZA ISPRAVLJAČ

- Ispravljač može **ujedno da vrši i punjenje akumulatora.**
- Regulacijom punjenja ujedno **regulišemo i napon međukola.**
- Regulacija može da se vrši **tiristorskim usmeračem (a)** ili **pomoću buck pretvarača (b).**



3.3.3.b KONSTRUKCIJA BESPREKIDNIH NAPAJSANJA – RAZNA REŠENJA ZA ISPRAVLJAČ

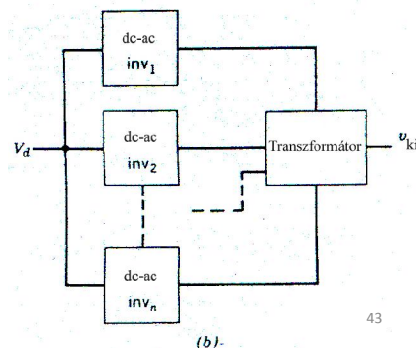
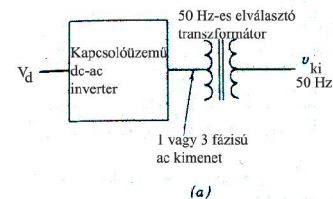
- Može da se koristi i **poseban ispravljač** za napajanje međukola i za punjenje akumulatora.



42

3.3.3.c KONSTRUKCIJA BESPREDKIDNIH NAPAJANJA – RAZNA REŠENJA ZA INVERTOR

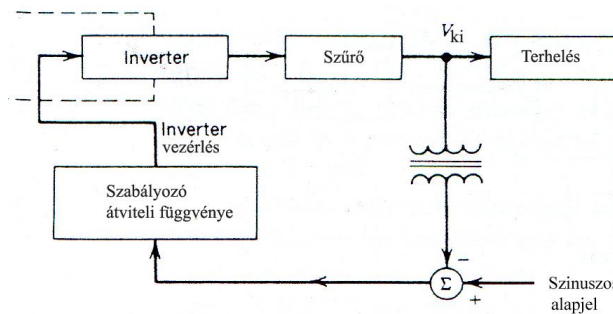
- **Uglavnom** se koristi **PWM inverter** (a).
- U **jeftinim uređajima** se koriste i **pravougaoni** invertori.
- **Izlazni napon** invertora je **limitiran** naponom akumulatora. **Po potrebi** ugrađuje se **transformator** (a).
- Kod UPS-ova **velikih snaga** koristi se **trofazni inverter** ili ili **paralelna veza** jednofaznih invertora manje snage (b).



43

3.3.3.d KONSTRUKCIJA BESPREDKIDNIH NAPAJANJA – REGULACIJA INVERTORA

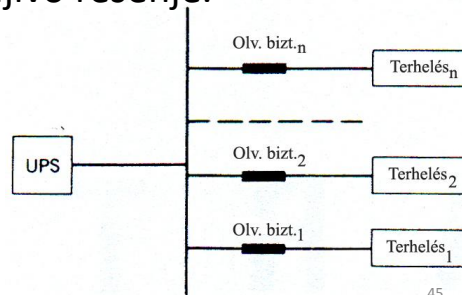
- Izlaz invertora treba da daje **izlazni napon** što čistijeg **sinusnog oblika**.
- Može da se koristi **predefinisani PWM** signal ili **on-line regulacija** (videti na slici).
- Postoje i **analogna** rešenja za regulaciju ali se danas sve više koriste **digitalni** regulatori.



44

3.3.3.e KONSTRUKCIJA BESPREDKIDNIH NAPAĀANJA – IZLAZNI RAZDELNIK

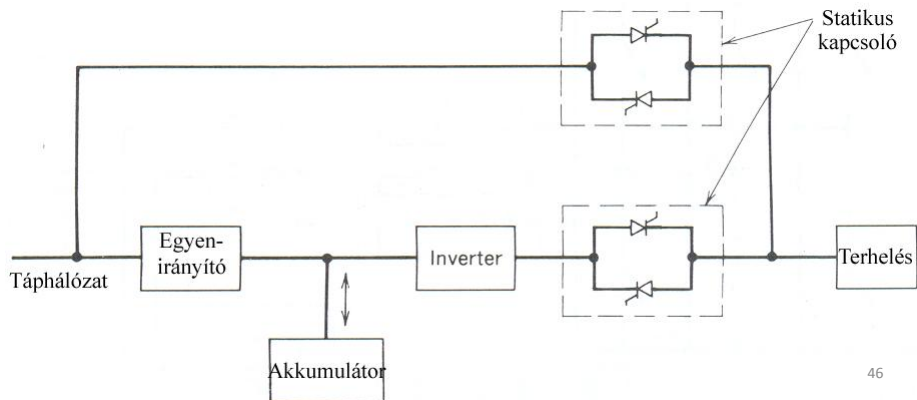
- U slučaju napajanja više potrošača treba da se reši da **kvar** (kratak spoj) **jednog** od njih **ne prouzrokuje isključivanje drugih**.
- Postavljanjem **osigurača** u svaku potrošačku granu može se dobiti prihvatljivo rešenje.



45

3.3.3.f KONSTRUKCIJA BESPREDKIDNIH NAPAĀANJA – STATIČKA SKLOPKA

- Može da dođe i do **kvara UPS-a**.
- U takvom slučaju potrošač treba **automatski prebaciti** na mrežno napajanje.
- **Statička sklopka** rešena sa tiristorima omogućava **prebacivanje potrošača sa invertora na mrežu** i obrnuto bez značajne pauze.



46

Kraj 3. glave

(JEDINICE ZA NAPAJANJE)