

Predmet: ANALOGNA ELEKTRONIKA
Predmetni nastavnik: Dr Nándor Burány

3. semestar
Broj časova: 2+2

1

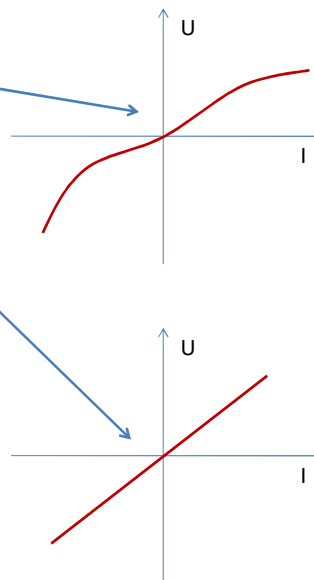
POGLAVLJE 1.1.
PASIVNE KOMPONENTE

- | | |
|-------------------|--------------------|
| • Otpornici | spajanje |
| • Kondenzatori | • Osigurači |
| • Kalemovi | • Senzori |
| • Transformatori | • Provodnici i |
| • Hemijski izvori | kablovi |
| • Hladnjaci | • Izvori svetlosti |
| • Prekidači | • Kutije |
| • Elementi za | |

2

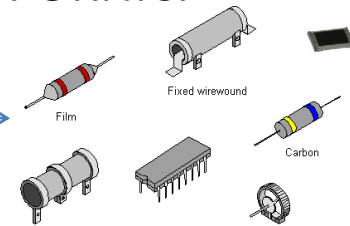
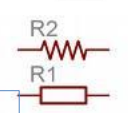
1.1.1. OTPORNICI

- Jednoznačna veza: $U=f(I)$
- U većini slučajeva $U=RI$ (linearno ponašanje)
- Tipovi:
 - obični otpornici
 - otpornici zavisni od temperature (NTC, PTC)
 - otpornici zavisni od napona (varistori)
 - promenljivi otpornici.



3

1.1.1.a OBIČNI OTPORNICI

- Linearno ponašanje, neznatna zavisnost od temperature.
- Fizičke izvedbe: 
- Aktivni materijal: sloj ugljenika, metalni sloj ili žica.
- Parametri: otpornost, nazivna snaga, tolerancija.
- Skale vrednosti otpornosti:
 - Niz E6: 1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8.
 - Niz E12: 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2.
- Označavanje bojama (otpornost, tolerancija, zavisnost od temperature)
- Grafički simboli: 

Resistor Color Code

4-band color code	5-band color code	6-band color code
10K Ohms ± 8%	47.5 K Ohms ± 1%	276 Ohms ± 5%

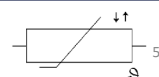
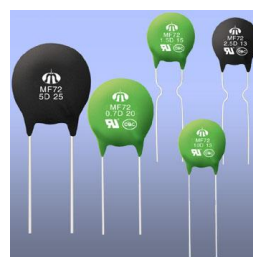
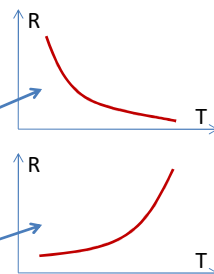
First Digit	Second Digit	Third Digit	Multiplier	Tolerance	Temperature Coefficient
BLK-0	BLK-0	BLK-0	SLV 0.01	SLV ± 10%	BRN-100ppm
BRN-1	BRN-1	BRN-1	GLD 0.1	GLD ± 5%	RED-50ppm
RED-2	RED-2	RED-2	BRN-10	BRN ± 1%	RED-50ppm
GRN-3	GRN-3	GRN-3	RED-100	RED ± 2%	GRN-100ppm
YEL-4	YEL-4	YEL-4	GRN-1K	GRN ± 0.5%	GRN-100ppm
GRN-5	GRN-5	GRN-5	YEL-10K	YEL ± 0.1%	YEL-25ppm
SLV-6	SLV-6	SLV-6	GRN-100K	GRN ± 0.5%	
VIO-7	VIO-7	VIO-7	SLV-1M	SLV ± 0.25%	
GRY-8	GRY-8	GRY-8	VIO-10M	VIO ± 0.1%	
WHT-9	WHT-9	WHT-9			

<https://www.digikey.com/product-search/en/resistors>

4

1.1.1.b OTPORNICI ZAVISNI OD TEMPERATURE

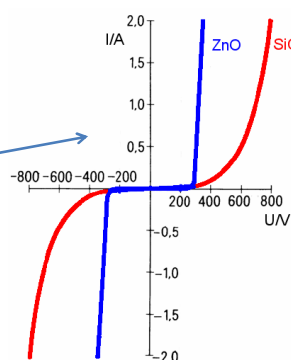
- Namerna zavisnost od temperature.
- NTC otpornici: pri porastu temperature otpornost opada.
- PTC otpornici: pri porastu temperature otpornost raste.
- Izvedbe za male snage: koriste se kao senzori temperature.
- Izvedbe za veće snage: koriste se kao elementi za ograničenje struje.
- Grafički simbol:



<http://www.vishay.com/docs/33016/engnote.pdf>

1.1.1.c OTPORNICI ZAVISNI OD NAPONA - VARISTORI

- Namerno su konstruisani tako da pokazuju zavisnost od napona - nelinearnost.
- Različite varistorske karakteristike:
- Simetrično ponašanje pri pozitivnim i negativnim naponima.
- Mogu se koristiti za zaštitu od prenapona (vezuju se paralelno na ulaz uređaja koji treba zaštititi).
- Podaci: radni napon, probojni napon, opteretljivost.

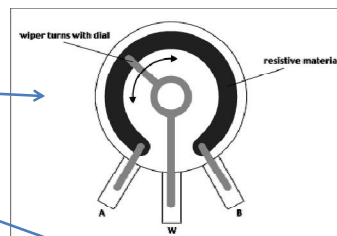


<http://www.littelfuse.com/varistor>

6

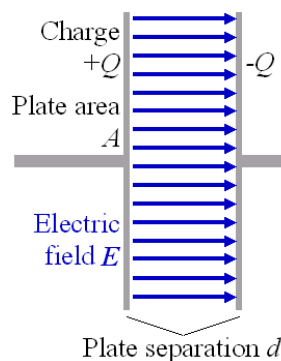
1.1.1.d PROMENLJIVI OTPORNICI

- Pomera se klizač preko aktivnog sloja.
- Potenciometar: ručno podešavanje, često.
- Trimer potenciometar: podešavanje alatom, samo u fabrici ili povremeno.
- Zavisnost otpornosti od ugla pomeranja može biti linearna ili logaritamska.
- Maksimalni ugao zaokretanja je oko 300° ili 330° .
- Ima izvedbi sa pravolinijskim pomeranjem.



1.1.2. KONDENZATORI

- Postoji jednoznačna veza: $Q=f(U)$.
- Ta veza je obično linearna: $Q=C \cdot U$.
- Akumulirana energija: $W=\frac{1}{2}CU^2$.
- U istoj zapremini može se akumulirati više energije hemijskim putem, ali je kod kondenzatora moguće jako brzo punjenje i pražnjenje neograničeni broj puta i zanemarljivi su gubici.
- Proračun kapacitivnosti za pločasti kondenzator (dobra aproksimacija i za motane strukture): $C=\epsilon_0\epsilon_r A/d$.
- Cilj: maksimalna energija u minimalnoj zapremini. Ne može se koristiti jako tanak sloj izolacije jer će da dođe do proboja.



1.1.2.a PONAŠANJE IDEALNOG KONDENZATORA

- Osnovne formule:

$$q = C \cdot u, \quad u = \frac{1}{C} \int i \cdot dt, \quad i = C \frac{du}{dt},$$

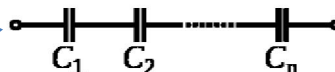
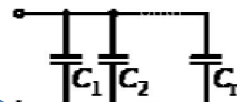
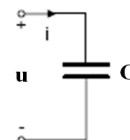
$$w = \frac{1}{2} q \cdot u, \quad w = \frac{1}{2} C \cdot u^2.$$

- Dva ili više paralelno vezanih kondenzatora mogu se zameniti jednim ekvivalentnim kondenzatorom:

$$Q_e = C_e \cdot U = C_1 \cdot U + C_2 \cdot U + \dots + C_n \cdot U \\ \Rightarrow C_e = C_1 + C_2 + \dots + C_n.$$

- Dva ili više paralelno redno vezanih kondenzatora mogu se zameniti jednim ekvivalentnim kondenzatorom :

$$U_e = \frac{Q}{C_e} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \dots + \frac{Q}{C_n} \\ \Rightarrow \frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}.$$



1.1.2.b A PONAŠANJE KONDENZATORA NA TIPIČNE SIGNALE

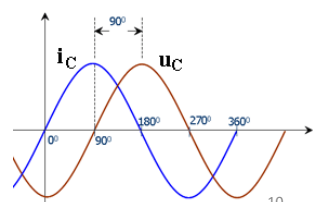
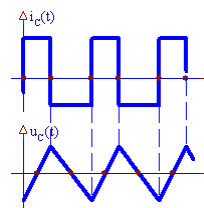
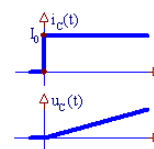
- Ako je struja kondenzatora konstantna, njegov napon se menja linearno (raste ili opada).

$$u_C = \frac{1}{C} \int i_C \cdot dt = \frac{1}{C} \int I_0 \cdot dt = \frac{I_0 \cdot t}{C}.$$

- U slučaju pravougaone struje napon je trougaonog oblika. Ako struja sadrži i jednosmernu komponentu, napon neće biti periodičan već postepeno se pomera u određenom smeru

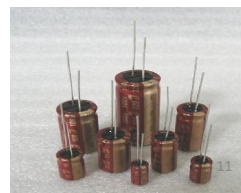
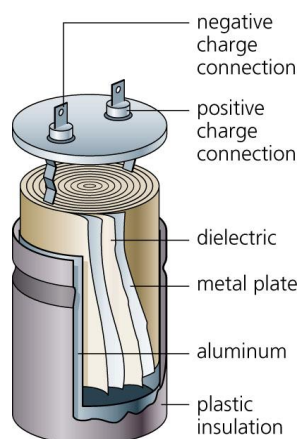
- U slučaju sinusne struje i napon je sinusnog oblika ali kasni za 90° stepeni u odnosu na struju:

$$u_C = \frac{1}{C} \int i_C \cdot dt = \frac{1}{C} \int I_m \cdot \sin \omega t \cdot dt = \\ = -\frac{I_m}{\omega \cdot C} \cdot \cos \omega t = \frac{I_m}{\omega \cdot C} \sin(\omega t - 90^\circ).$$



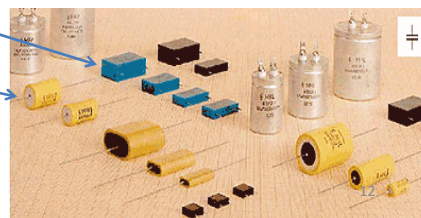
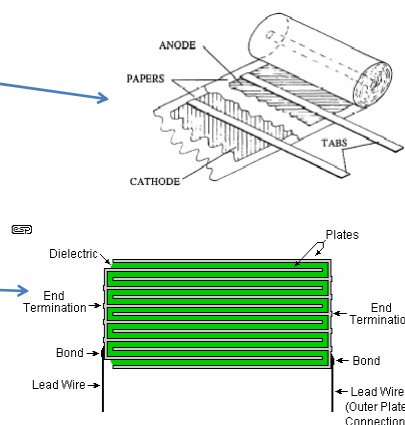
1.1.2.a ELEKTROLITSKI KONDENZATORI

- Unutrašnja struktura: izolator je vrlo tanak sloj oksida.
- Jedna ploča je aluminijumski (Al) lim, druga ploča je elektrolit pored lima.
- Može se puniti samo u jednom smeru, u drugom smeru provodi (usmerački efekat).
- Radni vek je ograničen zbog isušivanja elektrolita.
- Podaci: kapacitivnost, nazivni napon, tolerancija, ekvivalentna redna otpornost (ESR), temperaturni opseg, očekivani radni vek.
- Ima i drugih izvedbi: zlatni, tantalski.
- Primene: filtracija napajanja, akumulacija energije.



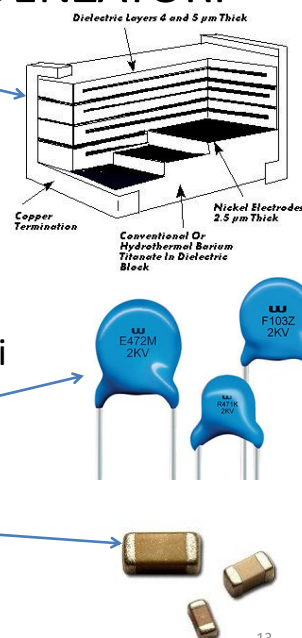
1.1.2.b BLOK KONDENZATORI

- Trake od metalne folije i izolatora se poređaju jedan iznad drugog i smotaju (kompaktna izvedba).
- U novije vreme više se koristi metalizirana folija (na pr. polipropilen).
- Rezultantni presek:
- Podaci: kapacitivnost, nazivni napon, tolerancija, faktor gubitaka ($\tan \delta$).
- Razne izvedbe: radijalni i aksijalni kondenzatori.
- Primena: vremenski članovi, filtracija.
- Specijalni tipovi: blok kondenzatori za mrežne filtre (X i Y tipovi).



1.1.2.c KERAMIČKI KONDENZATORI

- Uglavnom višeslojna izvedba:
- Visoka rezonantna frekvencija, mogu se uspešno primeniti na visokim frekvencijama.
- Tolerancija je velika - ne mogu se reprodukovati precizne vrednosti.
- Kapacitivnost se menja u zavisnosti od temperature.
- Radijalna izvedba:
- SMD izvedba:
- Primene: filtracija napajanja, sprezanje.

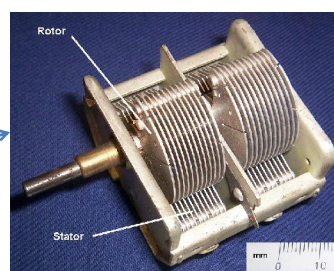


<http://www.avx.com/docs/masterpubs/smccp.pdf>

13

1.1.2.d PROMENLJIVI KONDENZATORI

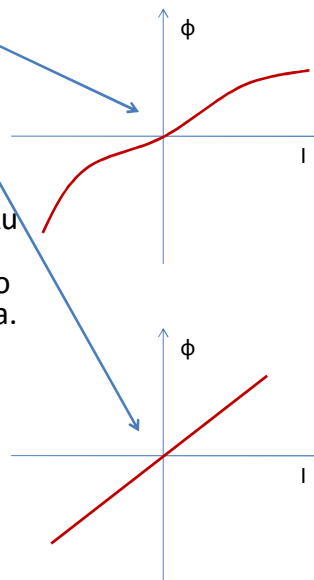
- Danas se retko koriste (zamenjuju ih poluprovodničkim rešenjima).
- Obrtni kondenzator: služi za podešavanje u toku rada (na primer biranje stanice kod radio aparata).
- Trimer kondenzator: za fabrička podešavanja.
- Uobičajene kapacitivnosti u ovoj izvedbi su od $\sim 10\text{pF}$ do $\sim 100\text{pF}$.



14

1.1.3. INDUKTIVNI KALEMOVI

- U opštem slučaju postoji **jednoznačna veza**: $\phi = f(I)$ (ϕ -magnetni fluks, I -struja)
- U većini slučajeva važi $\phi = LI$ (linearno ponašanje, L -induktivnost).
- **Energija** akumulisana u linearnom kalemu: $W = \frac{1}{2} \phi I = \frac{1}{2} LI^2$.
- Svaki raspored provodnika ispoljava neku induktivnost, ali **veliku induktivnost** (efikasnu akumulaciju energije) možemo postići samo **namotavanjem** provodnika.
- Osnovni repromaterijal za namotavanje je **bakarna žica ili lim**, eventualno aluminijum ili drugo.
- U zavisnosti od magnetnih osobina materijala čime je obuhvaćen kalem, postoje:
 - kalemovi sa **vazdušnim** jezgrom,
 - kalemovi sa **feromagnetnim** jezgrom.



<https://en.wikipedia.org/wiki/Inductor>

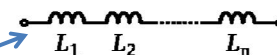
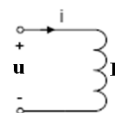
1.1.3.a PONAŠANJE IDEALNOG INDUKTIVNOG KALEMA

- Osnovne formule:

$$\varphi = L \cdot i, \quad u = L \cdot \frac{di}{dt}, \quad i = \frac{1}{L} \cdot \int u \cdot dt,$$

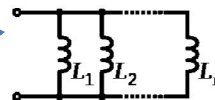
$$w = \frac{1}{2} \cdot \varphi \cdot i, \quad w = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2.$$

- Reda veza dva ili više kalemova se može zameniti sa jednim ekvivalentnim kalemom:
- Paralelna veza dva ili više kalemova se može zameniti sa jednim ekvivalentnim kalemom:
- Kod kalemova često se dešava da su magnetna polja dva ili više kalemova delimično zajednička (spregnuti kalemovi i transformatori). U takvim slučajevima kod proračuna induktivnosti treba uzeti u obzir i spregu.



$$u_e = L_e \cdot \frac{di}{dt} = L_1 \cdot \frac{di}{dt} + L_2 \cdot \frac{di}{dt} + \dots + L_n \cdot \frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow L_e = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$



$$i_e = \frac{1}{L_e} \cdot \int u \cdot dt =$$

$$= \frac{1}{L_1} \cdot \int u \cdot dt + \frac{1}{L_2} \cdot \int u \cdot dt + \dots + \frac{1}{L_n} \cdot \int u \cdot dt$$

$$\Rightarrow \frac{1}{L_e} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

16

1.1.3.b PONAŠANJE INDUKTIVNOG KALEMA ZA TIPIČNE SIGNALNE

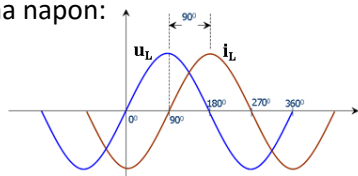
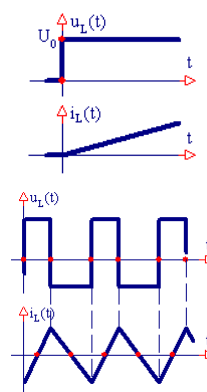
- Ako je napon kalema konstantan, njegova struja se menja linearno (raste ili opada).

$$i_L = \frac{1}{L} \int u_L \cdot dt = \frac{1}{L} \int U_0 \cdot dt = \frac{U_0 \cdot t}{L}.$$

- U slučaju pravougaonog napona struja je trougaonog oblika. Ako napon sadrži i jednosmernu komponentu, struja neće biti periodična već postepeno se pomera u određenom smeru

- U slučaju sinusnog napona i struja je sinusnog oblika ali kasni za 90° stepeni u odnosu na napon:

$$\begin{aligned} i_L &= \frac{1}{L} \int u_L \cdot dt = \frac{1}{L} \int U_m \cdot \sin \omega t \cdot dt = \\ &= -\frac{U_m}{\omega \cdot L} \cdot \cos \omega t = \frac{U_m}{\omega \cdot L} \sin(\omega t - 90^\circ). \end{aligned}$$



17

1.1.3.c KALEMOVI SA VAZDUŠNIM JEZGROM

- Ponašanje je sigurno linearno.
- Proračun induktivnosti se vrši preko empirijskih obrazaca (nije dobijeno izvođenjem!)

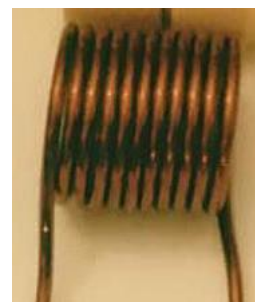
- Za dugačke, valjkaste namotaje(solenoid):

$$L = \frac{(\pi N D)^2}{l + 0,45 D} 10^{-7}$$

- Za kratke, pljosnate namotaje:

$$L = \frac{(\pi N D)^2}{(l + 0,45 D - 0,01 \frac{D^2}{l})} 10^{-7}$$

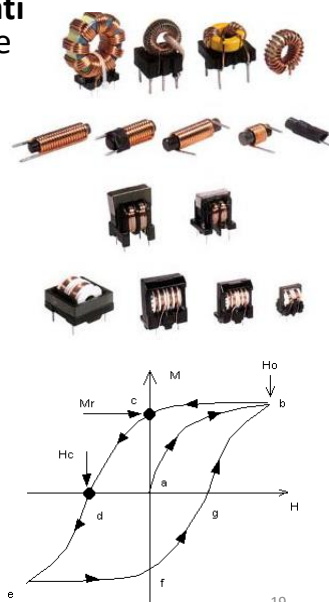
- Postiže se relativno mala induktivnost u prihvatljivom gabaritu.
- Primene: radiotehnika, energetika.



18

1.1.3.d KALEMOVI SA FEROMAGNETNIM JEZGROM

- Značajno (višestruko) se može **povećati induktivnost** i mogućnost akumulacije energije, ako kalem obuhvatimo sa materijalom velike permeabilnosti.
- Materijali za jezgro:
 - **čelični lim** (dinamo lim),
 - **ferit** (oxid gvožđa),
 - **gvozdeni prah** sa lepkom.
- Obično nije optimalno da jezgro bude skroz zatvoreno, potreban je izvestan **vazdušni zazor**.
- **Problemi** sa jezgrom:
 - dodatni **gubici** (histereza, vrtložne struje)
 - **zasićenje** (kod velikih struja pada induktivnost).



1.1.3.e KALEMOVI SA FERITNIM JEZGROM-PRORAČUNI

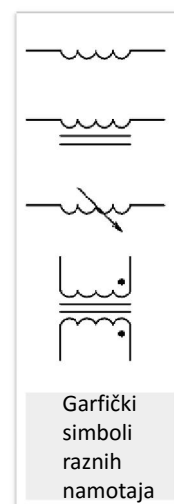
- **Induktivnost** namotaja sa jezgrom:

$$L = N^2 A_L = N^2 \mu_0 \frac{A_e}{l_0}$$
 - N - broj navojaka,
 - A_L - faktor induktivnosti,
 - μ_0 - permeabilnost vakuumu [$4\pi 10^{-7} \text{ H/m}$],
 - A_e - presek jezgra,
 - l_0 - visina vazdušnog procepa
- Potrebna **visina procepa** (da bi se izbeglo zasićenje):

$$l_0 = \frac{\mu_0 N I_m}{B_m}$$

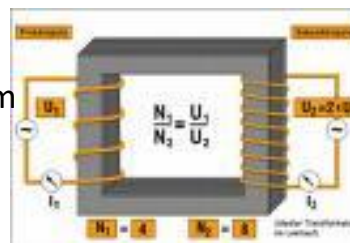
- Kvalitet kalema se određuje na bazi **faktora dobrote**:

$$Q = \frac{\omega L}{R_s}$$



1.1.4.a TRANSFORMATORI - PRINCIPI

- **Dva ili više namotaja na istom jezgru** (sa magnetnom spregom).
- **Materijal jezgra** može biti čelični lim ili ferit.
- Vrlo retko (na primer kod indukcionog grejanja) mogu da se koriste i transformatori bez jezgra.
- Namotaji su uglavnom od bakarne žice izolovane lakom.
- **Energija se prenosi** preko magnetnog polja - bez galvanske sprege.
- **Glavni podaci** za transformator: nazivna snaga, radna frekvencija, prenosni odnos, koeficijent sprege.
- U slučaju dva namotaja približno važi:



<http://www.electronicstutorials.ws/transformer/transformer-basics.html>

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

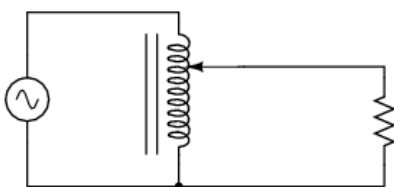
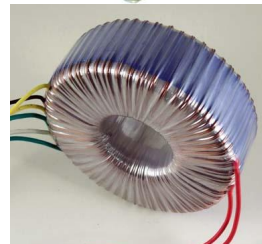
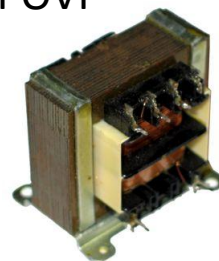
1.1.4.b TRANSFORMATORI - OSOBINE

- **Snagu** koju možemo preneti limitira **zagrevanje i zasićenje**.
- **Radna frekvencija** je uglavnom određena materijalom jezgra:
 - U slučaju **dinamo lima** maksimalna frekvencija je x100Hz (preko toga pregreje se jezgro).
 - **Feriti** su pogodni i za više 10kHz-a, a ako smanjimo indukciju, mogu se koristiti i na više 100kHz-a ili čak MHz-a.
- Koeficijent sprege zavisi od nivoa rasipanja magnetnog polja:
 - pri skoro **jediničnom** koeficijentu sprege: odnos V_2/V_1 skoro ne zavisi od opterećenja - to je korisno na pr. kod transformatora u napajanjima;
 - **slaba** sprega: V_2 pada značajno pri povećanju I_2 , to je dobra osobina na pr. kod transformatora za zavarivanje.

22

1.1.4.c TRANSFORMATORI - TIPOVI

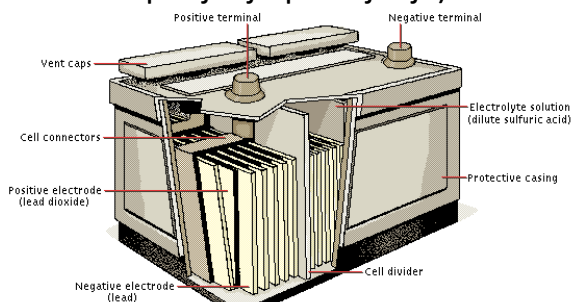
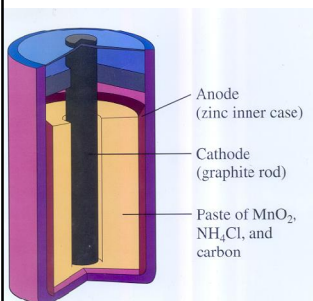
- **Sa EI čeličnim jezgrom:** lako se namotava.
- Transformator sa **toroidnim jezgrom:** vrlo malo rasipanje, namotava se specijanim mašinama.
- **Regulacioni transformator:** služi kao promenljivi izvor naizmeničnog napona.



23

1.1.5.a HEMIJSKI IZVORI ELEKTRIČNE ENERGIJE - UOPŠTENO

- Postoji relativno mali broj tehnika za dugotrajno čuvanje električne energije: hemijski izvori su jedna od tih.
- Struktura: limovi + tečnost ili gel.
- Podela na bazi broja pražnjenja:
 - suve ćelije (jedanput se prazne),
 - akumulatori (puno ciklusa punjenja-pražnjenja).



[https://en.wikipedia.org/wiki/Battery_\(electricity\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Battery_(electricity))

24

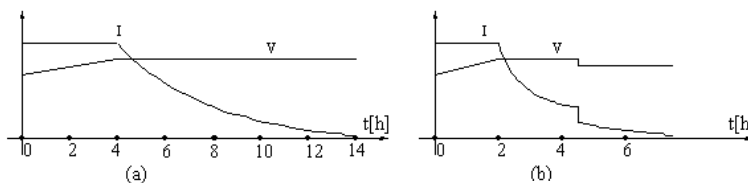
1.1.5.a HEMIJSKI IZVORI- AKUMULATORI

- **Podela** akumulatora prema **aktivnom materijalu**: Pb, NiCd, NiMH, Li-ion...
- Glavne **karakteristike**: nazivni napon, kapacitet, radni vek.
 - Nazivni napon: obično je svega 1-2V po ćeliji. Rednom vezom se prave baterije za veći napon.
 - Kapacitet: $\int i dt [Ah]$, zavisi od veličine struje pražnjenja.
 - Radni vek: broj ciklusa punjenja-pražnjenja (100-1000) ili godine.
- Tipovi na osnovu **primene**: stand by, startni, za vuču.

25

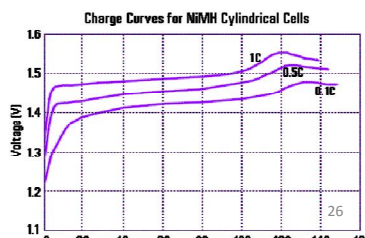
1.1.5.b HEMIJSKI IZVORI - PUNJENJE AKUMULATORA

- Zahteva stručnost i odgovarajući uređaj.
- Metode:
 - kod olovnih akumulatora: I/V i I/VV metoda.



- Kod NiCd akumulatora: praćenje dU/dt .

<http://pdfserv.maximintegrated.com/en/ds/MAX712-MAX713.pdf>



1.1.5.c HEMIJSKI IZVORI- SUVE ĆELIJE

- Ne mogu se puniti - služe za jednokratnu upotrebu.
- **Long life** tip: može da obezbedi malu struju ali u vrlo dugom trajanju.
- Tip **heavy duty**: može da da veliku struju u kratkom trajanju.
- Različite dimenzije. (u zavisnosti od kapaciteta).



27

1.1.6. HLADNJACI

- Elektromehaničke komponente.
- Druge komponente (obično poluprovodničke) **štite** od pregrevanja.
- Materijal: uglavnom **aluminijum**, ali dolaze u obzir i drugi materijali sa dobrim provođenjem toplote.
- Glavni parametar: **toplotna otpornost** →
- Komponentu koja se hladi redovno treba električno **izolovati** od hladnjaka: sa pločama od liskuna (lomljivo) ili sa silikonskom gumom.



$$R_T = \frac{\Delta T}{P}$$



<http://www.fischerelektronik.de/fileadmin/fischertemplates/download/Katalog/kuehlkoerper.pdf>

28

1.1.7. PREKIDAČI

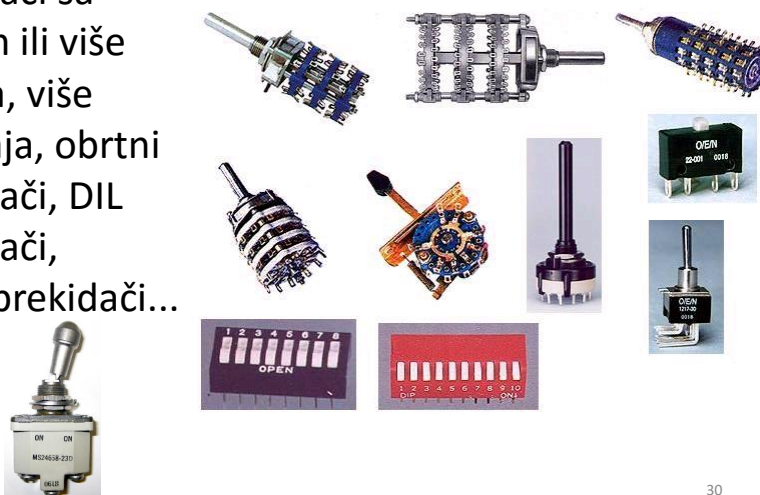
- Prekidaju određene grane u strujnom kolu.
- Načini **aktiviranja**:
 - mehanički,
 - elektromagnetni,
 - termički,
 - elektronski.
- **Opteretljivost**: struja provođenja, napon u otvorenom stanju, napon prekidanja.
- Teže je prekinuti **jednosmernu struju** (teško se gasi električni luk koji se formira između kontakata).

<https://www.digikey.com/product-search/en/switches>

29

1.1.7.a PEKIDAČI NA MEHANIČKI POGON

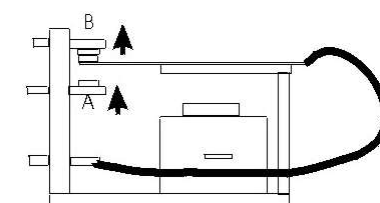
- Razne izvedbe:
prekidači sa
jednim ili više
polova, više
položaja, obrtni
prekidači, DIL
prekidači,
mikroprekidači...



30

1.1.7.b ELEKTROMAGNETNI PREKIDAČI

- **Upravljanje** jednosmernom ili naizmeničnom strujom.
- Pri pobudi sa jednosmernom strujom struja neće pasti nakon privlačenja kotve.
- Kod naizmenične struje će opasti jer poraste induktivnost.
- Postoji **histereza** u upravljanju: uključanje se dešava kod većeg napona, isključenje kod znatno manjeg.



Relay Sequencing open frame relay

<https://en.wikipedia.org/wiki/Relay>



1.1.7.c TERMIČKI PREKIDAČI

- Uglavnom se koriste za **zaštitu** uređaja od pregrevanja.
- U slučaju pregrevanja **otkači se izvor** energije.
- Nakon hlađenja: ponovno uključanje je automatsko ili ručno.



<http://www.allelectronics.com/make-a-store/category/765/thermal-fuses-breakers-switches/1.html>

32

1.1.7.d ELEKTRONSKI PREKIDAČI

- Otvaraju/zatvaraju **poluprovodnički kanal** odgovarajućim naponom/strujom.
- Često se postavlja zahtev da **ne sme biti galvanske sprege** između upravljačkog i upravljane kola (može se koristiti na pr. optičko upravljanje).

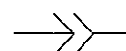
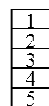
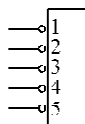


https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_relay

33

1.1.8. ELEMENTI ZA SPAJANJE

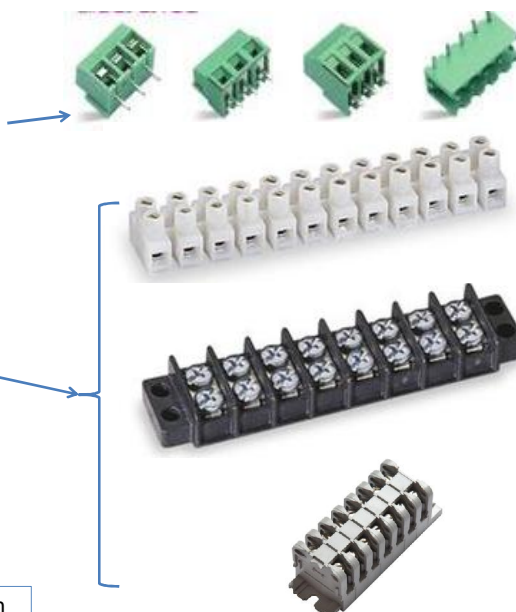
- Formiraju kontakte u strujnim kolima koje se mogu po potrebi otvoriti/zatvoriti.
- Spajanje/odspajanje se može vršiti pod naponom ili bez napona (bolje).
- Tipovi: redne stezaljke, konektori, utikači/utičnice...
- Najvažniji parametri: broj kontakata, opteretljivost (pre svega, strujom).
- Različiti grafički simboli:



34

1.1.8.a REDNE STEZALJKE

- Za ugradnju na štampanu ploču.
- Za spajanje žica:



<https://www.phoenixcontact.com>

35

1.1.8.b KONEKTORI

- Spajanje kablova: međusobno ili na štampanu ploču.



1.1.8.c UTIKAČI/UTIČNICE

- Spajanje kablova: međusobno ili na štampanu ploču.



1.1.9. OSIGURAČI

- Koriste se za zaštitu od prekostruje (u slučaju kratkog spoja ili preopterećenja) - prekida se veza izvora sa potrošačem.
- Većina poluprovodnika se ne može zaštititi osiguračem (zbog sporog reagovanja), ali se efikasno zaštićuju štampane ploče, prekidači, kablovi...
- Tipovi:
 - topljivi,
 - elektromagnetni,
 - termički.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Fuse_\(electrical\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Fuse_(electrical))



1.1.9.a TOPLJIVI OSIGURAČI

- U topljivim osiguračim struja prolazi kroz jedno parče namerno stanjenog provodnika.
- U slučaju preopterećenja to parče se istopi i prekine se strujni krug.
- Stakleni, pljosnati i keramički tipovi.



39

1.1.9.b ELEKTROMAGNETNI OSIGURAČI

- Struja koja prolazi kroz njih formira magnetno polje i privlačnu silu.
- Iznad kritične struje dolazi do isključenja.
- Moguće je ponovno uključivanje (ručno) - ali samo nakon otklanjanja uzroka prekostruje.
- FID sklopka - reaguje na zemljospoj.



https://en.wikipedia.org/wiki/Residual-current_device

40

1.1.9.c TERMIČKI OSIGURAČI

- Tipovi:
 - topljivi (sadrži leguru koja se topi i iscure na relativno niskoj temperaturi - za jednokratnu upotrebu),
 - bimetalni (zasniva se na krivljenju dva različita spojena lima).
- Bimetalni termički osigurači mogu da reaguju na:
 - sopstvenu struju,
 - na temperaturu okoline.



1.1.9.d IZBOR OSIGURAČA

- Kriterijumi:
 - struja,
 - napon,
 - temperatura (kod termičkih osigurača)
- Napon: ona vrednost koja se pojavljuje na osiguraču u toku reagovanja i kasnije.
- Lakše je prekinuti naizmeničnu struju (luk se lako gasi i pri većem naponu).

1.1.10. SENZORI

- Neelektrične fizičke veličine pretvaraju u električne signale.
- Fizičke veličine: temperatura, pomeraj (translacija, zaokret, istezanje), pritisak, svetlo ili drugo elektromagnetno zračenje, magnetno polje...
- Ciljevi: merenje, indikacija, regulacija, obrada signala.

<http://www.ti.com/llds/ti/analog/sensors/overview.page>

43

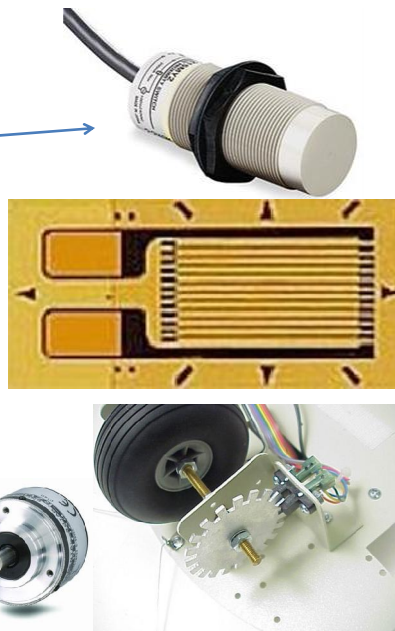
1.1.10.a SENZORI TEMPERATURE

- Tipovi:
 - **NTC i PTC otpornici** (poznati od ranije),
 - **termoparovi**: zavare se dve žice od različitih materijala na jednom kraju, razlika potencijala između slobodnih krajeva je srazmerna razlici temperature: $\Delta U = k \cdot \Delta T$.



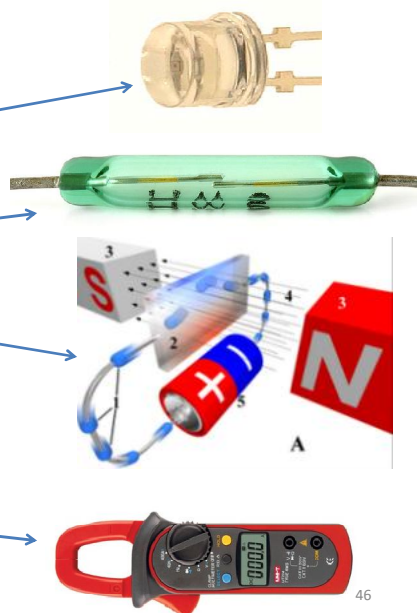
1.1.10.b DETEKTORI POMERAJA

- Potenciometri.
- Induktivni senzori i prekidači (ima i kapacitivnih).
- Merne trake: usled opterećenja metalnog predmeta prouzrokuje deformacije - usled deformacija menja se otpornost merne trake - male promene - potrebna je precizna obrada - za elektronske vage.
- Enkoder: digitalni davač položaja - reaguje na okretanje diska.



1.1.10.c DRUGI SENZORI

- Svetlost - uglavnom poluprovodnički senzori.
- Magnetno polje:
 - reed prekidač
 - Hall-ov senzor (postoji linearni i prekidački).
- Detekcija magnetnog polja se često koristi za merenje struje.



1.1.11. PROVODNICI I KABLOVI

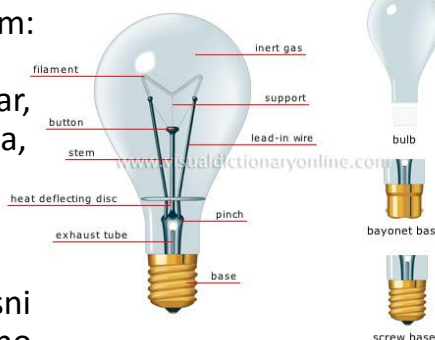
- Koristi se za povezivanje raznih sklopova unutar uređaja.
- Aktivni deo koji provodi struju je obično bakar, retko aluminijum ili drugi metal.
- Izolacioni materijal može biti:
 - lak (zauzima mali prostor, koristi se pri namotavanju transformatora, motora),
 - PVC (jeftin, veliki probojni napon, 0...70 °C),
 - poli-etilen (ispoljava male gubitke na visokoj frekvenciji),
 - guma (podnosi više temperature),
 - svila...
- Podaci u vezi kablova: broj žila, presek, pun presek ili licnasta struktura, izolacioni sistem.



<https://en.wikipedia.org/wiki/Cable>

1.1.12.a IZVORI SVETLOSTI

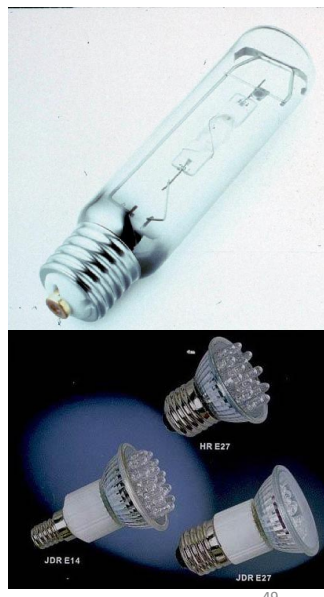
- Sijalica sa užarenim vlaknom: mali stepen iskorišćenja, kontinualni svetlosni spektar, osetljiv na promene napona, kratak radni vek.
- Fluorescentne cevi: bolji stepen iskorišćenja, duži radni vek, diskretan svetlosni spektar, ne mogu se direktno spajati na mrežu (paljenje, stabilizacija struje).



https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_light_sources

1.1.12b IZVORI SVETLOSTI

- Lampe sa kratkim lukom: dobar stepen iskorišćenja, dugačak radni vek:
 - živine lampe – za uličnu rasvetu,
 - natrijumove lampe – žućkasta svetlost,
 - metal-halogene lampe – daju dnevnu svetlost (studije, sportske sale...).
- LED lampe: poluprovodnička rešenja, u novije vreme postaju sve popularnije, visok stepen iskorišćenja, dugačak radni vek, mogućnost usmeravanja.



49

1.1.13. KUTIJE UREĐAJA

- Za montažu elektronskih uređaja.
- Daju mehaničku zaštitu.
- Materijali:
 - plastika: ujedno izoluje, jeftin, lep ali se loše hladi.
 - metal (čelik ili aluminijum): jača konstrukcija, za uređaje većih gabarita, obavezno se primenjuje zaštitno uzemljenje.



<http://www.worldstart.com/plastic-or-metal-which-is-better-for-electronics/>



Kraj poglavlja 1.1.
(PASIVNE KOMPONENTE)

51