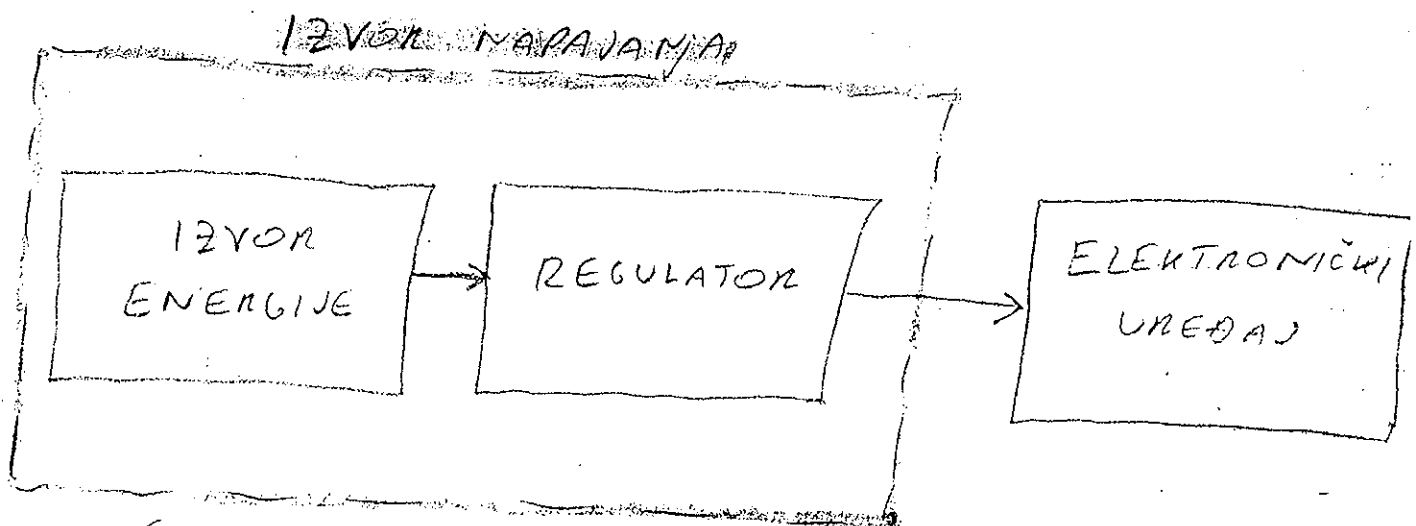


1. PREDAVANJE (03.10.2013)

IZVOR NAPAJANJA = IZVOR ENERGIJE
+
REGULATOR

REGULATOR → REGULIRA, KONTROLIRA TOK
ENERGIJE OD IZVORA PREMA
ELEKTRONIČKOM UREĐAJU

IDEALNI REGULATOR → NEMA DISIPACIJE ENERGIJE
→ NE TROŠI ENERGIJU



Zadaci u ispitu

1. Kuća
2. Baterije
3. Gotovi izvori napajanja (prekidači?)
4. Gotovi linearni?, parametri, itd
5. vjerojatno LM317

PROJEKTIRANJE IZVORA NAPAJANJA:

- PROJEKTIRANJE POČINJE ISTOVREMENO KADA I
PROJEKTIRANJE SAMOG ELEKTRONIČKOG SUSTAVA/UREĐAJA

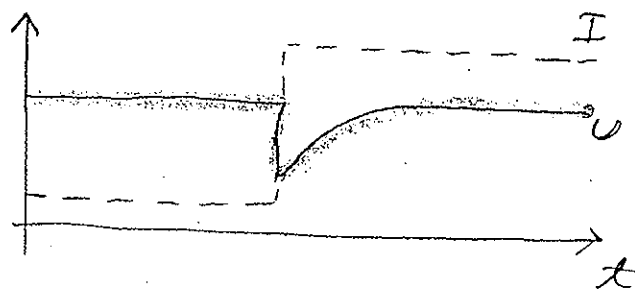
- VRLO JE VAŽNO ODREDITI PRILAGODBE PARAMETRE
NAPAJANJA UREĐAJA:

1. SNAGA

2. NAPONI

3. TRANZIVENTNI ODZIV

→ DA NE DOĐE DO PROPADA NAPONA KADA
SE UKLJUČI NEKI VEĆI POTROŠAČ



4. DIMENZIJE

→ INAČE KOD TRANSFORMATORA ~~STO JE S VEĆA~~
TO SU DIMENZIJE TRANSFORMATORA MANJE

5. HLAĐENJE

- DEFINIRANJE PRETHODNIH PARAMETARA NARAJANJA UREĐAJA, U VELIKOM OBLASTI SU I DEFINIRANI I NEKI OSTALI KRITIČNI PARAMETRI UREĐAJA!

1. MEHANIČKO REŠENJE KUTIJ
2. HLAĐENJE UREĐAJA
3. OŽIČENJE UREĐAJA
4. VELIČINA I IZGLED TISKANIH PLOČICA

- POŠTO SU SVI OVI PARAMETRI VRLO VAŽNI ZA DALJNJE PROJEKTIRANJE TISKANE PLOČICE, POTREBNO IH JE DETALJNO PROVJERITI, INAČE TO REZULTIRA VELIKIM GUBITAK VREMENA I NOVCA

1. PROVJERITI ISPRAVNOST PROCJENE PARAMETARA NARAJANJA NEKOLIKO PUTA
2. NEPRESTANO PRATITI RAZVOJ UREĐAJA
3. OSIGURATI ŠTO VEĆU ZALIHU KLJUČNIH PARAMETARA (NAPOSREDAK NEMOŽE PRIGODITI :))

- NA TEMELJU SVIH TIH PRIJAŠNJIH PARAMETARA, ODABIRE SE OPTIMALAN IZVOR ENERGIJE I VRSIA REGULATORA
- "OPTIMALNO" → OVISI O VEĆEM BROJU NELINEARNIH PARAMETARA
→ OPTIMALNO RJEŠENJE NE MOŽA BITI I NAJJEFTINIJE RJEŠENJE

PR. 1:

- MOBILTEL KOJI SE NARAJA PUTEM NEPUNJIVIH BATERIJA
- TAKAV MOBILTEL JE JEFTINIJI (AKUMULATOR DIJE CIJENU)
- PROPAO JE NA TRŽIŠTU → IAKO JE JEFTINIJI, KORISNICI ZA TU RAZLIKU CIJENE SE NE ŽELE ODREĆI KOMFORTNOSTI !!!

IZVORI ENERGIJE!

1. ELEKTRIČNA MREŽA
2. ELEKTROKEMIJSKI IZVORI (BATERIJE I AKUMULATORI)
3. SUNČANE ĆELIJE
4. VJETROELEKTRANE
5. SUPERKONDENZATORI

ELEKTRIČNA MREŽA

$$U_{RMS} = 230 \text{ V} \quad + 10 / -15 \%$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

SNAGA \rightarrow OVISI O ELEKTRIČNOJ INSTALACIJI
 \rightarrow OD 2,3 A WA (AKO IMAMO OSIGURAČ
230 · 10 OD 10 A)

VALNI OBLIK NAPONA \rightarrow SINUSNI

VALNI OBLIK STRUJE \rightarrow OVISI O TERETU

- REGULATOR MORA MOĆI RADITI, REGULIRATI I AKO JE NAPON MREŽE NA ODN. ILI GORNJIM GRANICAMA TOLERANCIE (+10/-15 %)

PREDNOSTI:

- VIRTUALNO NEOGRANIČEN IZVOR ENERGIJE
- VISOKE, VELIKE SNAGE NA RASPOLAGANJU
(OD PAR KILOVATA PA NA VIŠE) \rightarrow SASVIM DOVOLJ.
- SVEPRISUTNA I LAKOPRISTUPAČNA
- RELATIVNO JEFTINA

NEDOSTACI!

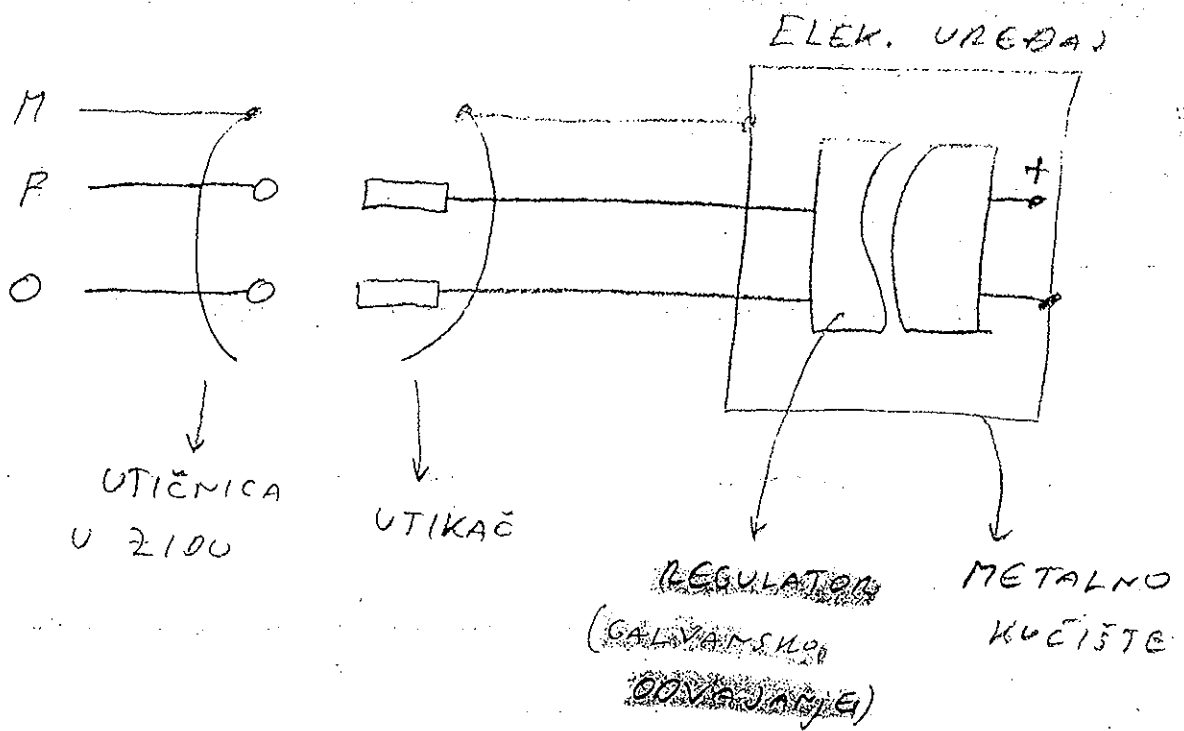
- NAJNIŽI NAPON U ELEKTRODISTRIBUCIJI JE 230 Vrms ŠTO JE DALEKO PREVELIKI NAPON ZA IZRAVNO NAPAJANJE ELEKTRONIČKIH UREĐAJA
- VISINA NAPONA JE OPASNA ZA LjudSKI ŽIVOT ZBOG STRUJNOG UDARA ($\sim 20 \text{ mA} \rightarrow$ SMRTNO)
- REALIZACIJA MOBILNIH UREĐAJA NAPAJANIH MREŽOM JE PRAKTIČNO NEMOGUĆA

ŽIDNA UTIČNICA

PLASAI

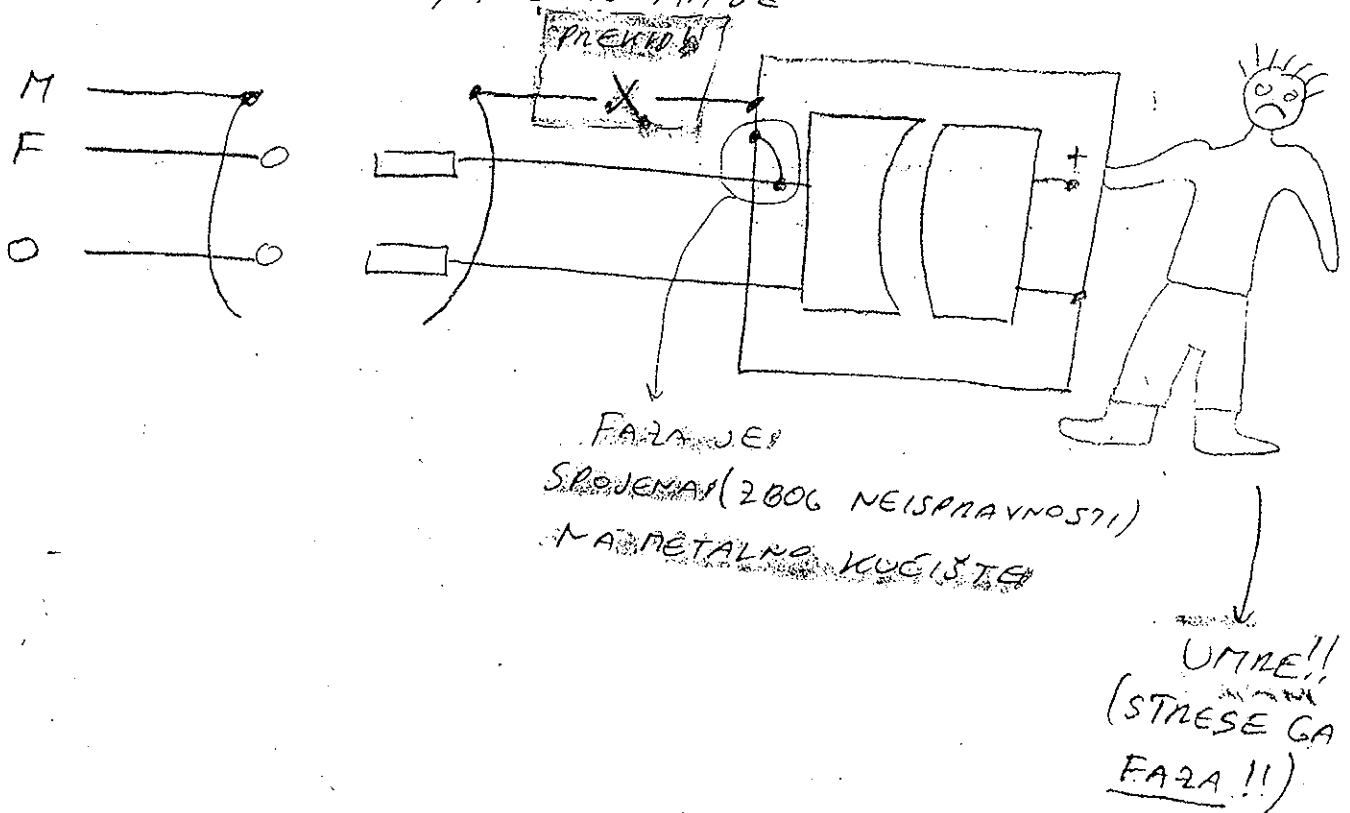


- IMA TRI PRIKLJUČKA: FAZA, NULA, I UZEMLJENJE
- FAZA SLUŽI KAO DOLAZNI VOD \rightarrow ODVODI ENERGIJU, STRUJU NA UREĐAJ
- NULA SLUŽI KAO ODVODNI VOD \rightarrow ODVODI ENERGIJU, STRUJU SA UREĐAJA
- UZEMLJENJE SLUŽI KAO ZAŠTITA, DA LJUDE NE STREŠE STRUJA, ZAŠTITA OD POJAVE "OPASNOG DODIRNOG NAPONA"



PN.

- AKO NEMA MASE, PREKID MASE



PN. ELEKTRODISTRIBUTIVNA MREŽA

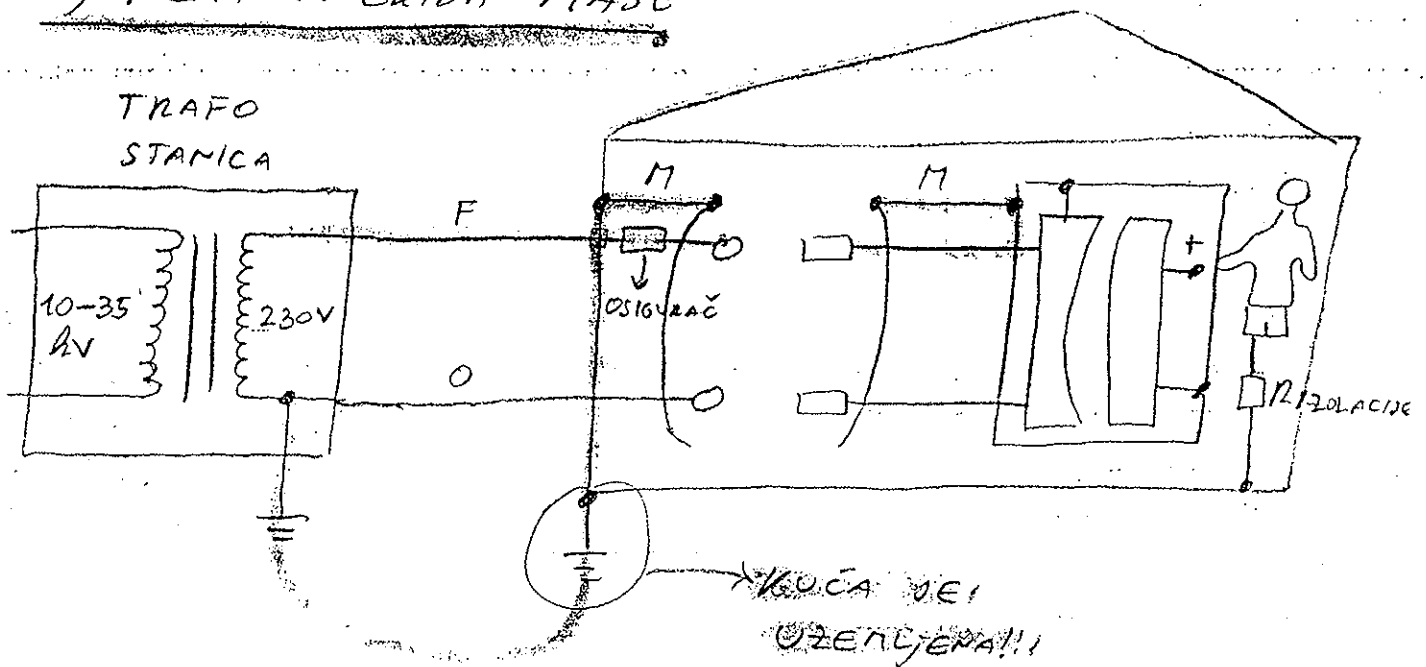
— MOGUĆE SU DVE RAZLIČITE SHEME!

1. BEZ NULOVANJA

2. SA NULOVANJEM

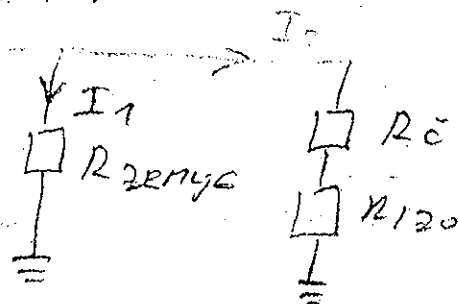
1. BEZ NULOVANJA

a) NEMA PREKIDA MASE



- U OVOM SLOČAJU KUĆIŠTE UREĐAJA JE DOŠLO DO NAPONA (ZBOG GREŠKE U SAMOM UREĐAJU)
- MEĐUTIM ZAHVALJUJUĆI MASI, UZEMLJENJU, ČOVJEKA STRUJA NEĆE STRESTI JER SE ZATVARA KROZ MASU
- POŠTO JE OTPOR MASE JAKO MALI, ("OTPOR ZAŠTITNOG UZEMLJENJA") I IZNOSI SVEGA NEKOLIKO OMA, POTECI ĆE VELIKA STRUJA ($> 10\text{ A}$) I OSIGURAČ ĆE ISKOČITI!

UVRUČENJE 220 V



$$U_{KS} = I_{KS} \cdot R_2$$

$R_2 \rightarrow$ ŠTO MANJE !!

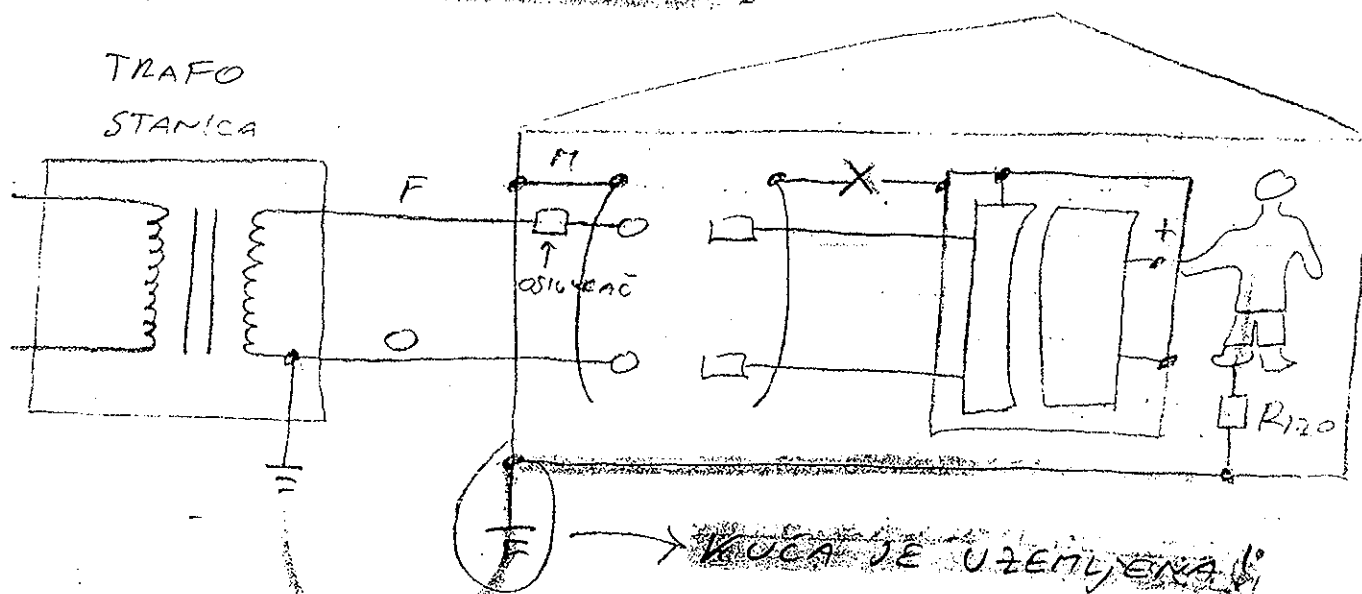
$$R_2 \ll R_{\check{c}} + R_{120}$$

\downarrow

$$I_1 \gg I_2$$

R_2 MORA BITI ŠTO MANJE !!

2) IMAMO PREKID MASE

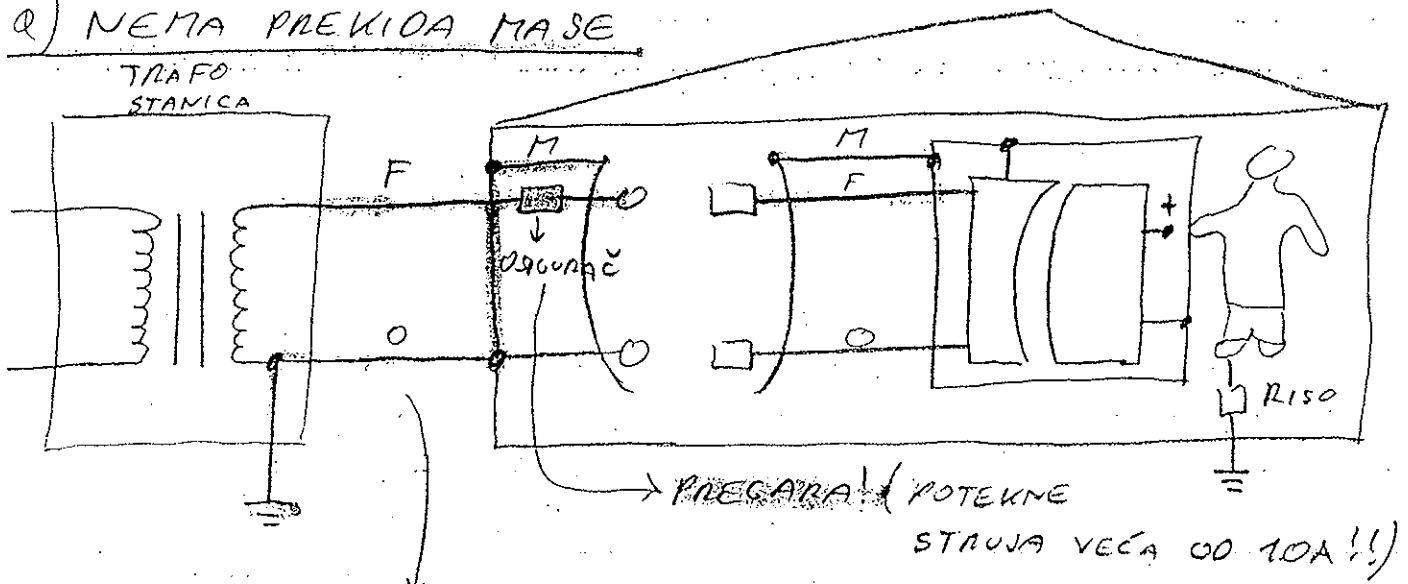


- U OVOM SLUČAJU IMAMO PREKID MASE I STRUJA PROLAZI KAOZ ČOVJEKA (DOŽIVI STRUJNI UDAR)
- PRITOME OSIGURAAČ ~~NEĆE~~ ISKOČITI JER JE STRUJA MANJA OD ~~10A~~ !!

2. SA NULOVANJEM:

- KRATKO SPAJAM NULU I MASU!!!
- PREDNOST: NEMA POTREBE ZA UZEMLJENJEM KUĆE!!!
- KORISTI SE KADA JE UDALJENOST IZMEĐU TRAFOSTANICE I KUĆE MALA (NA TAJ NAČIN JE VODIČ MALI I IMA MANJI OTPOR)

Q) NEMA PREKIDA MASE

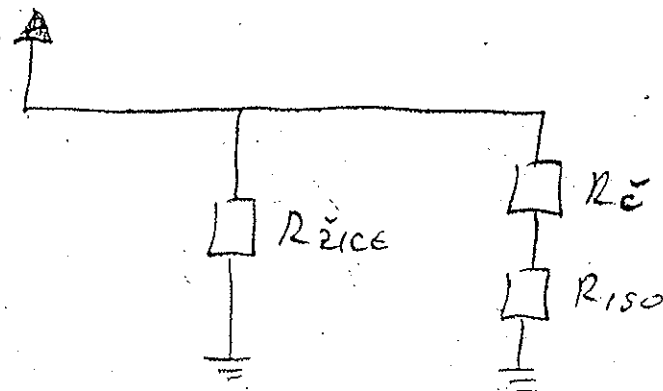


BITNA JE UDALJENOST!!!

→ OVAJ OTPOR (OVE ŽICE)

MORA BITI ŠTO MANJI

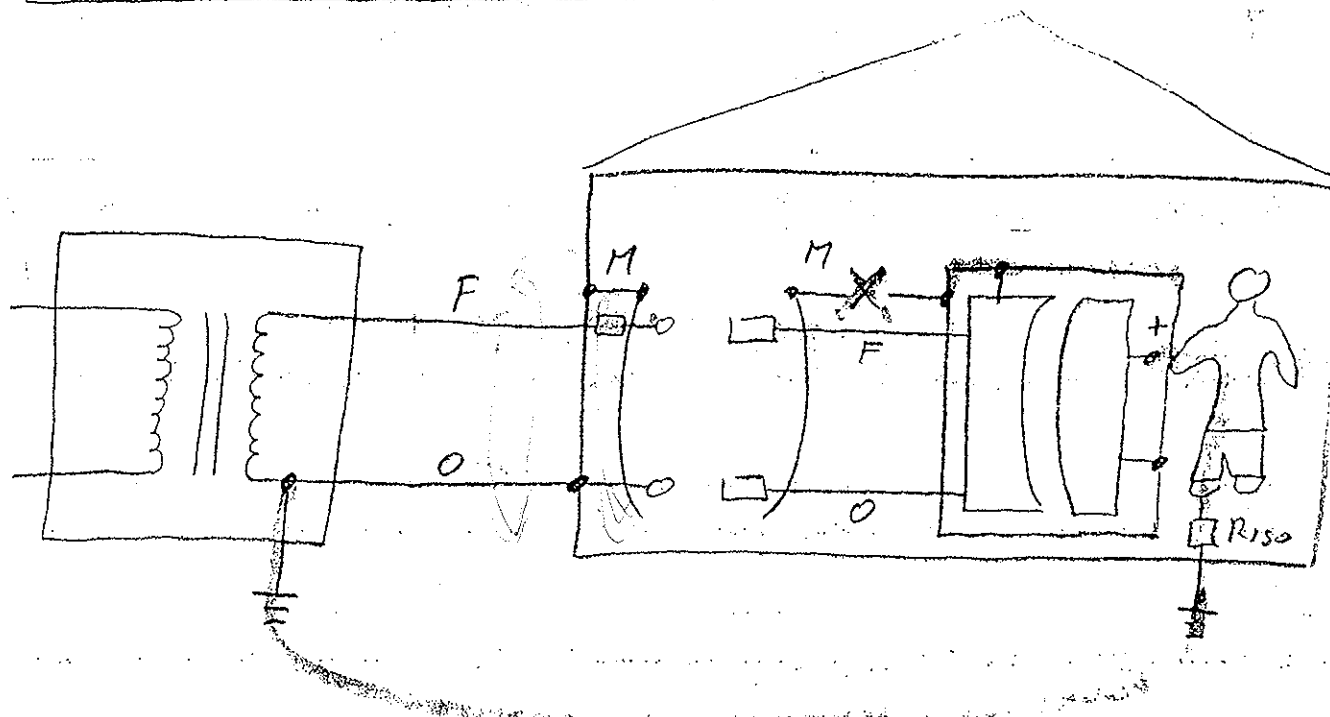
$U \approx 230V$



$$R_{\text{žice}} \ll R_{\text{č}} + R_{\text{iso}}$$

ŠTO JE $R_{\text{žice}}$ MANJI,
TO IMAMO STARIJA I DE
KROZ ČOVJEKA!!!

č) IMAMO PREKID MASE



- ČOVJEK DOŽIVI STRUJNI UDAR !!!
- OSIGURAČ ~~NE~~ PREGARA JER STRUJA KROZ ČOVJEKA JE MANJA OD 10 A !!

FID SKLOPKA

→ ~~VISTA~~ OSIGURAČA

→ KROZ NJU PROLAZE:
FAZA I NUL VODIČ

→ KADA PREPOZNA DA STRUJA PO FAZI ~~NIJE~~ JEDNAKA STRUJI KOJA SE VRAĆA (NUL VODIČ) ON ISKLAPALA !!

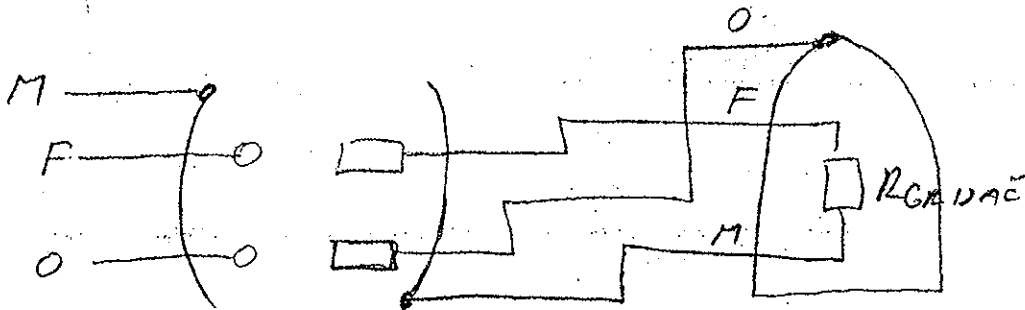
(JER AKO SE NIJE SVE VRATILO KROZ NUL VODIČ, VJEROJATNO JE NEŠTO IŠLO I KROZ MASU !!)

→ KOD 2.8 PRIMJERA FID SKLOPKA SE STAVLJA NAKON GRAMAN.

PR. PEGLA

- "SPRAVA ZA UBOJSTVO"

a) "PEGLA NORMALNO RADI"



- IAKO PEGLA RADI, KLASA I NULA SU KAKVO

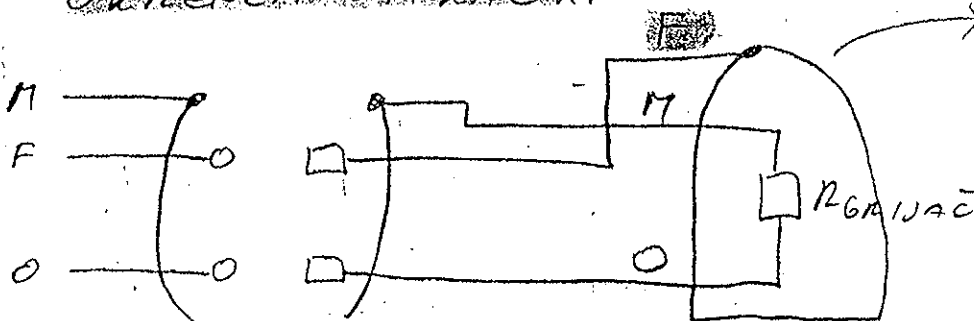
SPOJENI (FIKSIKACIJA BI TO TREBALA SKUŽITI)

↓
"STROJNI
SENZOR"
(STROJNI OSIGURAC)

→ STRUJA KROZ NULU
MAJE JEDNAKU STRUJU
KROZ FAZU

b) "PEGLA - UBOJITA NAPRAVA"

- OKRENEM UTYKAČ!!



→ POD NAPONOM!!!

ELEKTROKEMIJSKI IZVORI

- KAO REZULTAT KEMIJSKE REAKCIJE NASTAJE VIŠAK ELEKTROMA NA JEDNOJ STRANI IZVORA
- KEMIJSKA REAKCIJA → TRAJE SAKO KAO DA JE STALJA U VANJSKOM KRUGU
- ENERGIJA OSLOBOĐENA KEMIJSKOM REAKCIJOM IZRAVNO SE PRETVARA U ELEKTRIČNU ENERGIJU

PODJELA:

PRIMARNI IZVORI

- BATERIJE
- NE MOGU SE PUNITI JER KEMIJSKA REAKCIJA NJE REVERZIBILNA
- NJIHOV ŽIVOTNI VJEK PRESTAJE POTROŠNJOM REAKTANATA

SEKUNDARNI IZVORI

- AKUMULATORI
- MOGU SE PUNITI JER JE KEMIJSKA REAKCIJA REVERZIBILNA

VOLTIN ČLANAK!

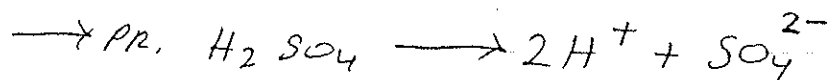
- KADA SE U NEKI ELEKTROLIT UROMI OVIJE PLOČICE DVA RAZLIČITA METALA, IZMEĐU NJIH SE JAVLJA RAZLIKA POTENCIJALA.

- ELEKTROLIT → TVAR (NAJČEŠĆE OTOPINA) KOJA JE ELEKTRIČKI VODLJIVA.

→ KAO POSLJEDICA SADRŽAVANJA SLOBODNIH IONA, KOJI SE GIBAJU

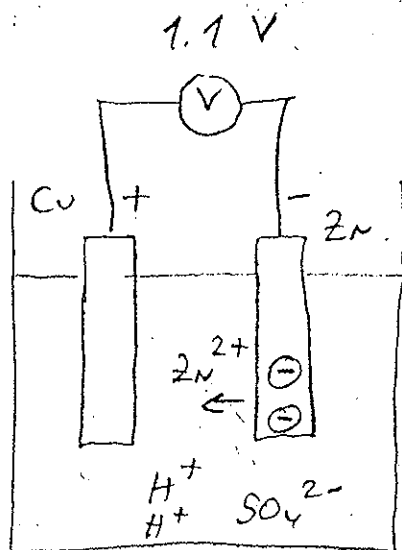
→ JEDNOSTAVNO DOĐIVANJE ELEKTROLITA JE ~~RAZLIČIT~~ DOĐIVANJE KISELINE, SOLNI ILI LUŽINE U NEKOM OTAPALU (PR. VODA)

→ MOLEKULE SE TADA ~~DISOCIJIRAJU~~ NA DVA IONA JEDNAKIH IZNOSA, SUPROTNIH POLARITETA



(~~SULFATNA~~
KISELINA)

KATIONI ANIONI



- KADA POTEKNE STRUJA IZMEĐU OVA
 RAZLIČITA METALA KAO POSLEDICA RAZLIČNE
 POTENCIJALA, TADA ĆE POZITIVNI IONI (KATIONI)
 KRENUTI POD UTJECAJEM EL. POLJA PREMA
KATODI, A NEGATIVNI IONI PREMA ANODI.
 → TO JE ELEKTROLIZA!!!

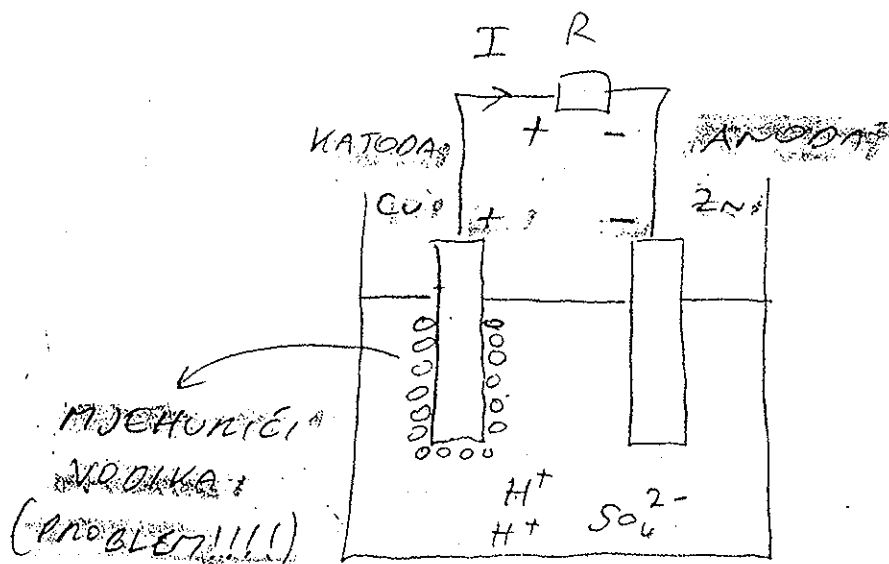
KATODA → Cu, BAKAR

→ ELEKTRODA PREMA KOJOJ SE KREĆU
ELEKTROMI IZ VANJSKOG KRUGA
 → NA NJOJ SE ODVIJA REDUKCIJA

ANODA → Zn, CINK

→ ELEKTRODA IZ KOJE KREĆU ELEKTROMI
 U VANJSKI KRUG
 → NA NJOJ SE ODVIJA OKSIDACIJA

* SMJER STRUJE JE SUPROTAN SMJERU KRETANJA
 ELEKTROMA



ELEKTROKEMIJSKI NI2

- ~~VOLTIN NI2~~

- POTENCIJAL METALA PREMA STANDARDNOJ,
REFERENTNOJ ~~VOLTAŽNOJ~~ ELEKTRODI

ELEMENT | POTENCIJAL

Au (ZLATO)	+1.36 V
Ag (SREBRO)	+0.8 V
Cu (BAKAR)	+0.34 V
H (VODIK)	0 V
Pb (OLOVO)	-0.13 V
Sn (KOSITAR)	-0.14 V
Ni (NIKAL)	-0.23 V
Co (KADMIJ)	-0.40 V
Fe (ŽELJEZO)	-0.44 V
Cr (KROM)	-0.56 V
Zn (CINK)	-0.76 V
Al (ALUMINIJ)	-1.28 V
Na (NATRIJ)	-2.71 V
Li (LITIJ)	-3.05 V

~~REFERENTNA ELEKTRODA~~

PROBLEM!

- MUČHOTIČA VODIKA NA KATODI (ELEKTROLIZA)

↓
SAMO KOD
DC STRUJE

- POVEĆA SE UNUTARNJI OTPOR IZVORA
→ NAGLO PADNE STRUJA!!

- TAJ PROBLEM SE NAZIVA POLARIZACIJA

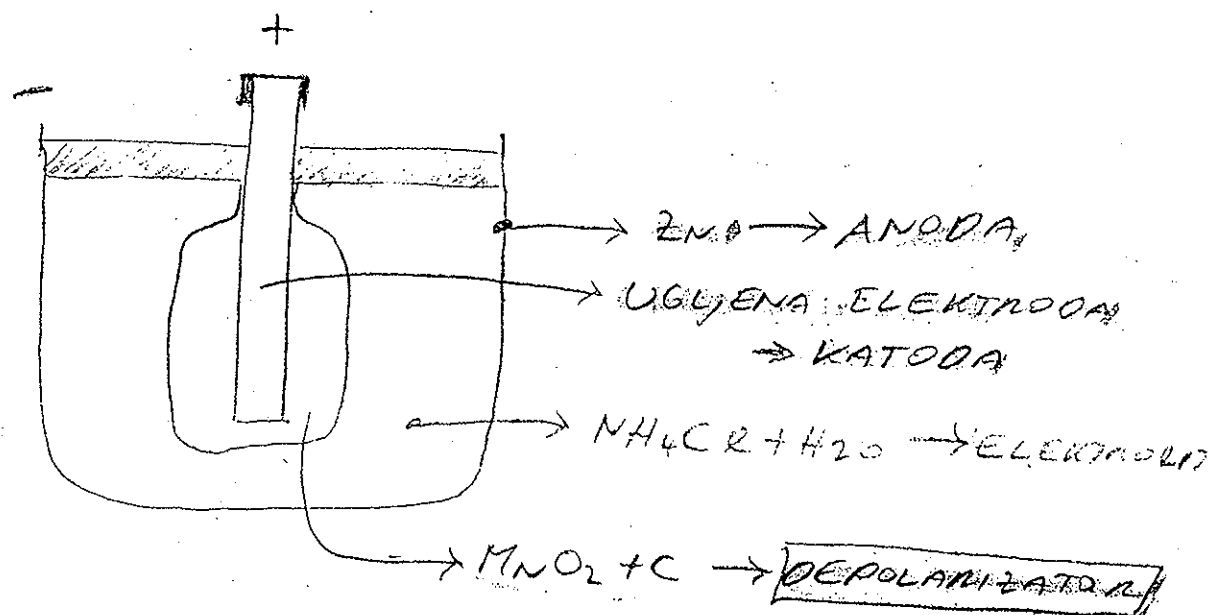
- POLARIZACIJA SE RJEŠAVA DEPOLARIZACIJOM!!

BATERIJE

- PRIMARNI ELEKTROKEMIJSKI IZVORI

a) LECLANCHE-OV ČLANAK

- CINK-UGLJIK, CINK-KARBON, BATERIJE

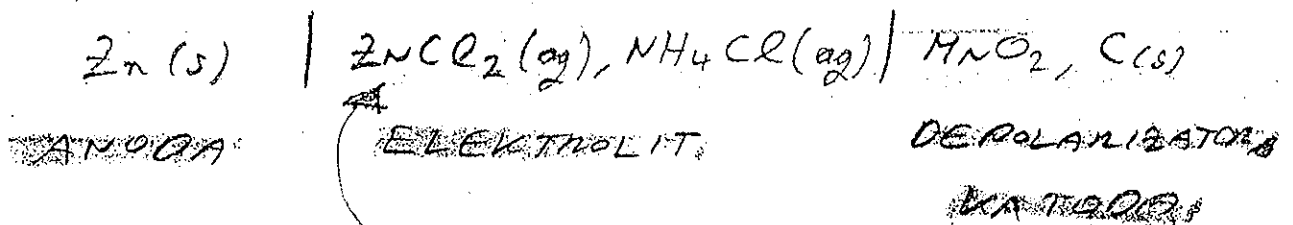


$NH_4Cl \rightarrow$ AMONIJEV KLORID

$MnO_2 \rightarrow$ MANGANOV DIOKSID

- ZAHVAJUJUĆI MANGANOVOM DIOKSIDU KISIK SE SPAJA SA VODIKOM (OD ELEKTROLITA) I NASTAJE VODA!!

OPIS ČLANKA!

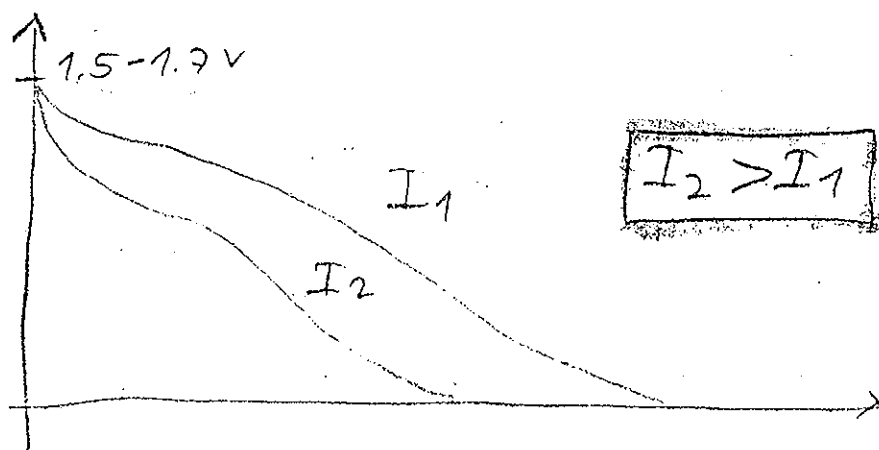


S → SOLID STATE

Zn → CINK, ANODA — KUGASTE BATERIJE

→ TOPI SE U ELEKTROLITU (POSTAJE DIO ELEKTROLITA)

→ ISTO I OKSIDIRA PREMA VAM, BATERIJE, PRIGUPE AKO IH SE PUNO NE KORISTI!



SVOJSTVA!

- UNUTRAŠNJI OTPOR JE DOSTA VELIKI
- POVEĆAVA SE S POTROŠNJOU (NIJE KONSTANTAN !!)

$$U_0 = 1.5 - 1.7 \text{ V}$$

2.) ALKALIJSKI MANGANOVİ ELEMENTI

- ALKALNE BATERIJE (DURACELL, ...)

- KORISTE LUŽINU ZA ELEKTROLIT!!!

↳ KALIJEVA LUŽINA

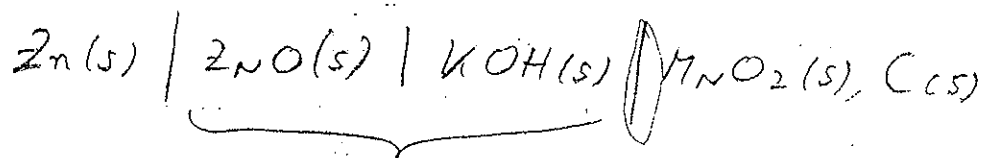
- LUŽINA → VODENA OTOPINA KOJA REAGIRA

LUŽNATO - $pH > 7$
≠ KISELO

→ SU HIPOKSID (OH)

→ SLUŽE ZA NEUTRALIZACIJU KISELINA,
DOBIVAMO SOL I VODU

OPIS ČLANKA!



JEDINA VARIJANTA:
NAPREMA CINK-KARBON BATERIJA

SVOJSTVA!

$U_N = 1.5 \text{ V}$

KAPACITET: "BUTTON" → 45 - 110 mAh

CILINDRIČNE → 580 - 15 000 mAh

TEMP: -20 - 54 °C

UNUTARNJI OTPOR: $\leq 1 \Omega$

KONSTANTAN CILJELI PERIOD

SPECIFIČNA EN: 130 Wh/kg

320 Wh/dm³ (Wh/l)

VRJEME SKLADIŠTENJA: 1g → 93-96% KAPACITETA

4g → 85% KAPACITETA

PARAMETRI ELEKTROKEMIJSKIH IZVORA:

- NOMINALNI KAPACITET → IZRAŽAVA SE U AR ILI Wh

→ PREDPOSTAVLJA SE DA JE

NAJOM. IZVORA KONSTANTAN

→ PR. 10AR → NE DAJE 10A
1 SAT

→ JER DOLAZI DO
ZAGRIJAVANJA

BRŽA KEM. REAKCIJA
BRŽE PRAŽNJENJE

→ MORA SE IZRAZITI ZAJEDNO
SA STRUJOM PRAŽNJENJA I
TEMPERATUROM

ENERGETSKA GUSTOĆA → "SPECIFIČNA ENERGIJA"

→ PREMA JEDINIČNOJ MASI $[Wh/kg]$

- GUSTOĆA ENERGIJE PO TEŽINI
- BITNO KOD AVIJSKE INDUSTRIJE
- LITIJEVE BATERIJE NAJBOLJE

→ PREMA JEDINIČNOM VOLUMENU $[Wh/l]$

- ZA MOBILITE VAŽNO,
- GUSTOĆA EN. PO VOLUMENU

GUSTOĆA SNAGE!

→ PREMA JEDINIČNOJ MASI $[W/kg]$

→ PREMA JEDINIČNOM VOLUMENU $[W/l]$

MAKSIMALNA STRUJA PRAŽNENJA:

→ IZRAŽAVA SE U C-OVINAMA

→ 1C ODGOVARA STRUJI UZ KOJU ĆE SE
IZVOR ISPRAZNITI ZA 1 SAT

→ DOBIJEMO JE IZ NOMINALNOG KAPACITETA

→ PR. $150mAh$ → $C = 150mA$

SAMOPRAŽNENJE!

→ UVIJEK POSTOJI

→ KOD AKUMULATORA 2 REDA VELIČINE VEĆA (~)

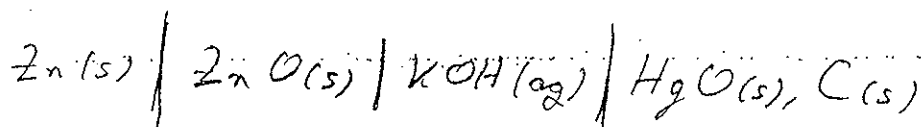
→ LITIJ-ION BATERIJE SE ČUVAJU U FRIŽIDERIMA

2. PREDAVANJE (10.10.2013.)

c) ŽIVINA BATERIJA

- CINK - ŽIVIN OKSID

OPIS ČLANKA:



- DOSTA SLIČNO ALKALNIM BATERIJAMA
(ČAK I ISTI ELEKTROLIT)

- RAZLIČITI DEPOLARIZATOR !!

→ UMESTO MNO₂ OVDJE SE KORISTI H₂O

↓
ŽIVIN
OKSID !!

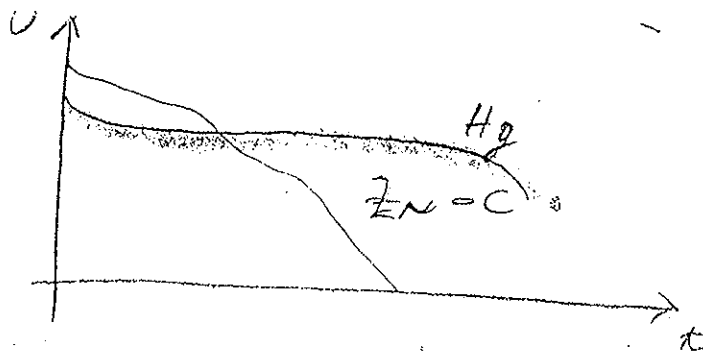
- PROBLEM:

→ TIJEKOM KEMIJSKOG PROCESA OSLOBODA SE

ŽIVA (OTROVNA !!!)

- ŽIVA JE DOBRA ZA MALI UNUTRAŠNJI OTPOR,

KRIVULJA PRAŽNJENJA:



SVOJSTVA:

$$U_0 = 1.35 \text{ V}$$

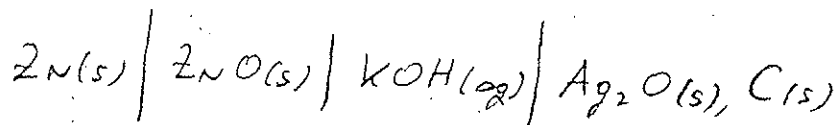
SPECIFIČNA ENERGIJA: 550 Wh/dm^3 (PO VOLUMENU)

VRHNE SKLADIŠTENJE: $1 \text{ g} \rightarrow > 90\% \text{ KAPACITETA}$

- KRATKI SPOJ NE UNIŠTAJA BATERIJU
- NJE: POGODNA ZA NISKE TEMPERATURE

d) CINK - SREBRNI OKSID

OPIS ČLANKA:



- KAO DEPOLARIZATOR KORISTI SREBRNI OKSID!
- KORISTE SE ZA VOJSKU (SKUPE)

SVOJSTVA!

$$U_0 = 1.6 \text{ V}$$

TEMPERATURNO PODRUČJE! $-20 - 50^\circ \text{C}$

SPECIFIČNA ENERGIJA! 130 Wh/kg

$$500 \text{ Wh/dm}^3$$

VRIJEME SKLADIŠTENJA! $2 \text{ g} \rightarrow \sim 84\% \text{ KAPACITETA}$

2) LITIJOVE BATERIJE

- BATERIJE KOJE KORISTE LITIJ KAO ANODU
- IMA NAJMANJU ATOMSKU TEŽINU (NAJLAKŠE BATERIJE)
- NAJVEĆI SPECIFIČNI KAPACITET. $[(\text{Wh/kg}) \text{ Wh/dm}^3]$
↓
NARODČITO!!
- NAJVEĆI NAPON
- LITIJ \rightarrow REAKTIVAN ELEMENT

SVOJSTVA!

$$U_N = 3 \text{ V}$$

↑ JAKO VISOK!!

UNUTARNJI OTPOR! $10 \sim 100 \text{ m}\Omega$

\rightarrow OPADA S VEĆIM DIMENZIJAMA

TEMP! $-20 - 60^\circ \text{C}$

SPECIFIČNA ENERGIJA! 270 Wh/kg

$$690 \text{ Wh/dm}^3$$

VRIJEME SKLADIŠTENJA: 5g \rightarrow 97% KAPACITE

ZATO SE KORISTE

KOD PATIČNIH PLOČA!

JAKO JAKO

DOBRO!!!

- 1
- U PRINCIPU SE SPECIFIČNA ENERGIJA OVIH BATERIJA POVEĆAVA S POVEĆANJEM TEMPERATURE

TEMELJNE KARAKTERISTIKE BATERIJA:

- IMAJU 2, DO 3, PUTA VEĆI ENERGETSKI, KAPACITET, OD AKUMULATORA ISTE TEŽINE I/ILI VOLUMENA.
 - STROJA SAMOPRAŽNJENJA JE 2 REDA VELIČINE MANJA \rightarrow KOD POSEBNIH ISVEDBI MOŽE BITI I ZNAČAJNO MANJA
- \rightarrow OVA DVA PARAMETRA SU VEOMA VAŽNA KOD MEDICINSKIH UREĐAJA (PR. IMPLANTATI)

AKUMULATORI

- SEKUNDARNI ELEKTROKEMIJSKI IZVORI
- MOGU SE PONOVO PUNITI
- VALO VAŽNI UVJETI PUNJENJA/PRAŽNENJA:

1. TEMPERATURA

2. STAJAĆA PUNJENJA/PRAŽNENJA

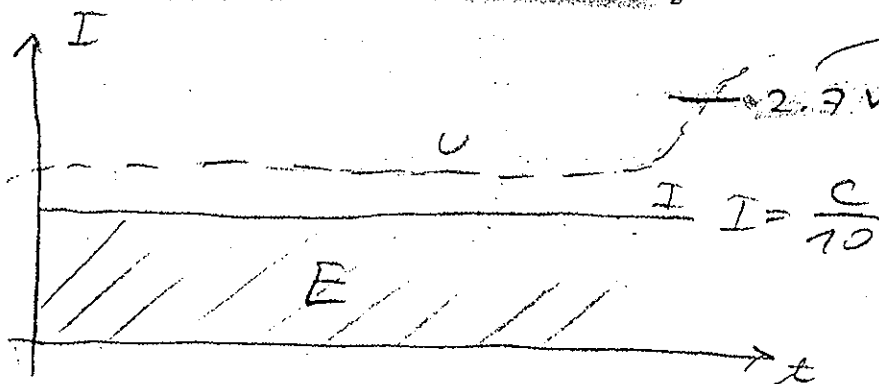
NAČINI PUNJENJA AKUMULATORA:

PR. $\bar{C} = 50 \text{ A h} \rightarrow \text{KAPACITET}$

$I = \frac{C}{10} \rightarrow \text{STAJAĆA PUNJENJA}$

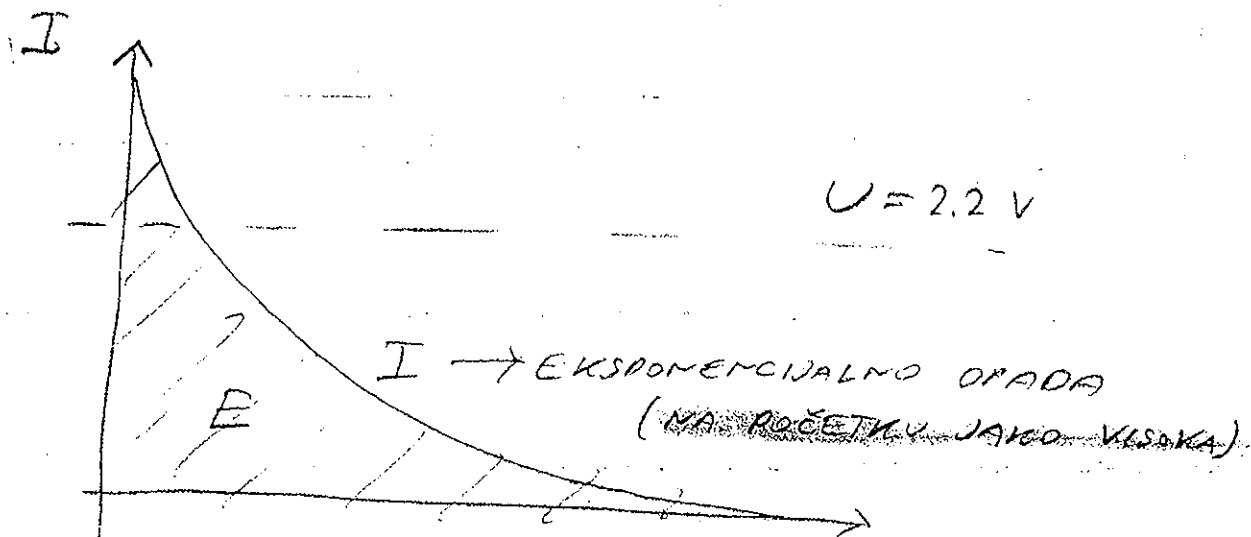
OLOVNI AKUMULATOR (1 ČLANAK)

1. KONSTANTNOM STRUJOM



2. KONSTANTNIM NAPONOM

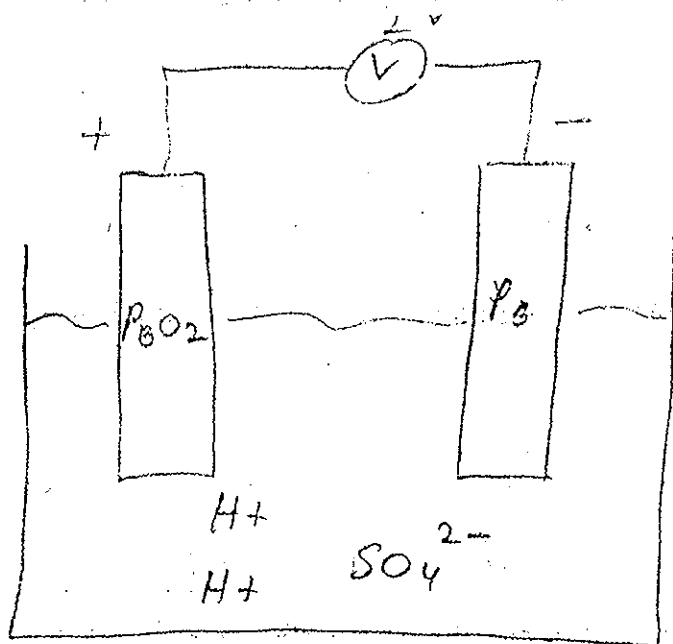
- NI TOJE PUNJEJE



= NAUVEČA TA JMA JE KADA PREKINUTI PUNJEJE!!

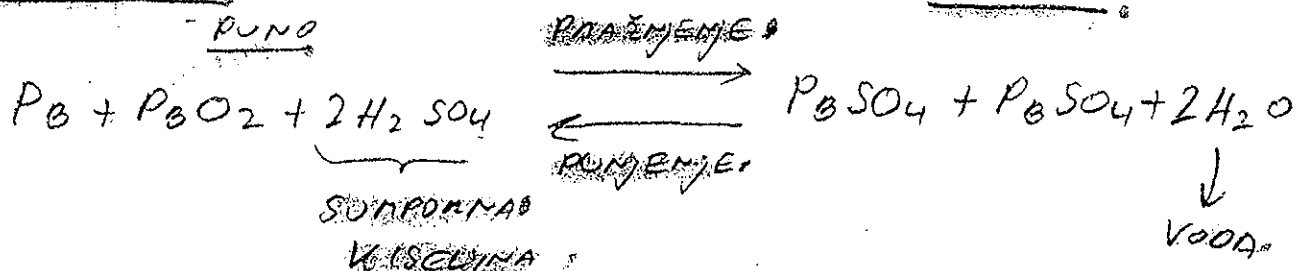
a) OLOVNI AKUMULATOR

- IMAM DVA ISTA METALA, KAKO SE OSTVARUJE RAZLIKA POTENCIJALA??
- TIJEKOM PRAŽNJEJA SE PLOČE SULFATIZIRAJU, NESMIJU PREVIŠE (NAPON NESMIJE BITI NIŽI OD 1.83 V PO ČLANKU)
- GUSTOĆA ELEKTROLITA OVISI O NAPUNJENOSTI AKUMULATORA (MEHANIČAR)



REAKCIJA:

PRAZNO



SVOJSTVA:

NAPON PUNE ČELIJE U PRAZNOJ HOZU! 2.2 V

UN: JEDNE ČELIJE! 2 V

NAJNIŽI NAPON JEDNE ČELIJE! 1.83 V

NAJVIŠI NAPON JEDNE ČELIJE! 2.7 V

6) KADMIIJ-NIKAL OKSID AKUMULATORI

- "NiCd"

- ~~KADMIJ~~ → ZAGAĐUJE OKOLIŠ

- JAKO IZRAŽEN "MEMORY EFEKT"

SVOJSTVA:

$$U_0 = 1.28 - 1.35 \text{ V}$$

$$U_N = 1.2 \text{ V}$$

- ~~500~~ CIKLUSA PUNJENJA/PRAŽNJENJA

SPECIFIČNA ENERGIJA: $27 - 29 \text{ Wh/kg}$

$$42 - 78 \text{ Wh/dm}^3$$

- PRAŽNI SE DO NAPONA OD 1 V

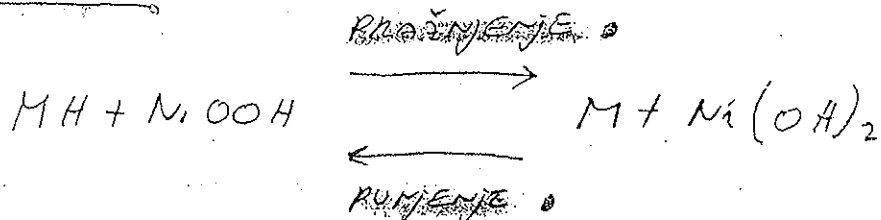
- PUNI SE DO NAPONA OD 1.45 V

c) NIKAL - METAL HIDRID AKUMULATORI

- "NiMH"

- SIGURNO NA ISPITU!!!

REAKCIJA:



- "METAL" JE SLITINA KOJA IMA MOGUĆNOST POHLANJIVANJA VODIKA VELIKE VOLUMNE GUSTOĆE,

- SLIČNI SU PO KARAKTERISTIKAMA NiCd AKUMULATORIMA, ALI IMAJU VEĆI KAPACITET DO 40%!

SVOJSTVA:

DOZVOLJAVA BRZO PUNJENJE: ZA 1 SAT

$$U_0 = 1.28 - 1.35 \text{ V}$$

$$U_N = 1.2 \text{ V}$$

500 - 600 CIKLUSA PUNJENJA/PRAŽNJEJA

SPECIFIČNA ENERGIJA: 65 Wh/kg

$$175 \text{ Wh/dm}^3$$

- PRAŽNI SE DO NAPONA OD 1V!

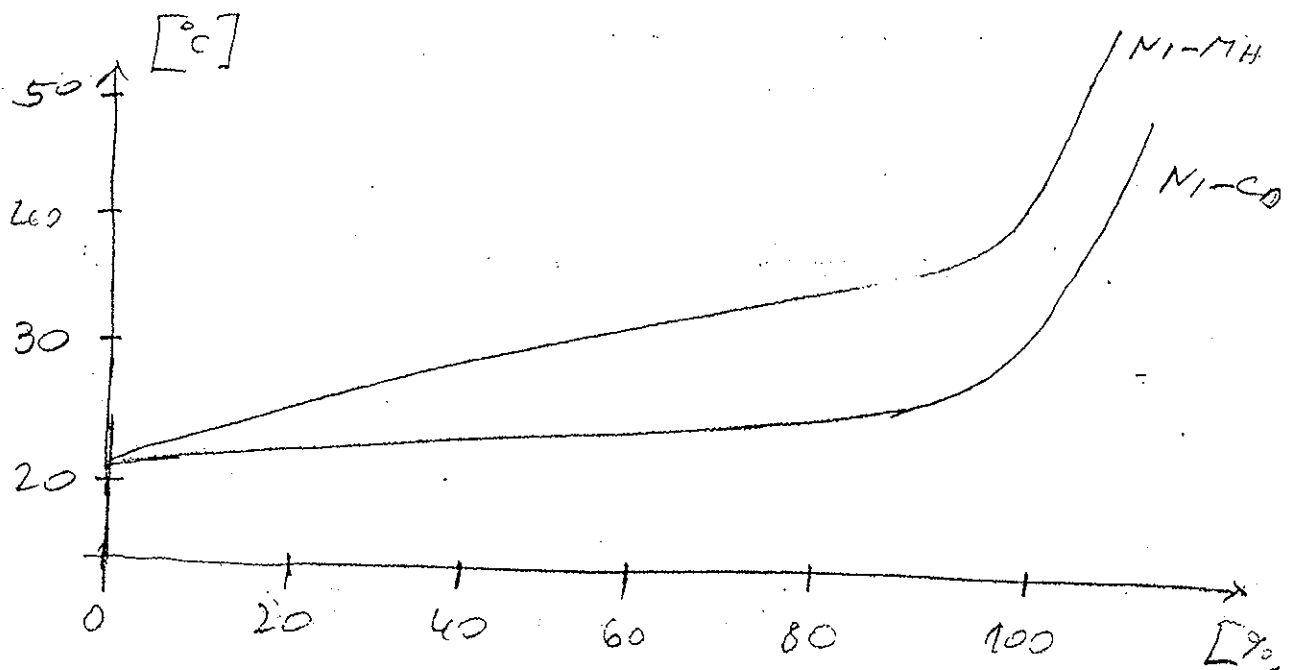
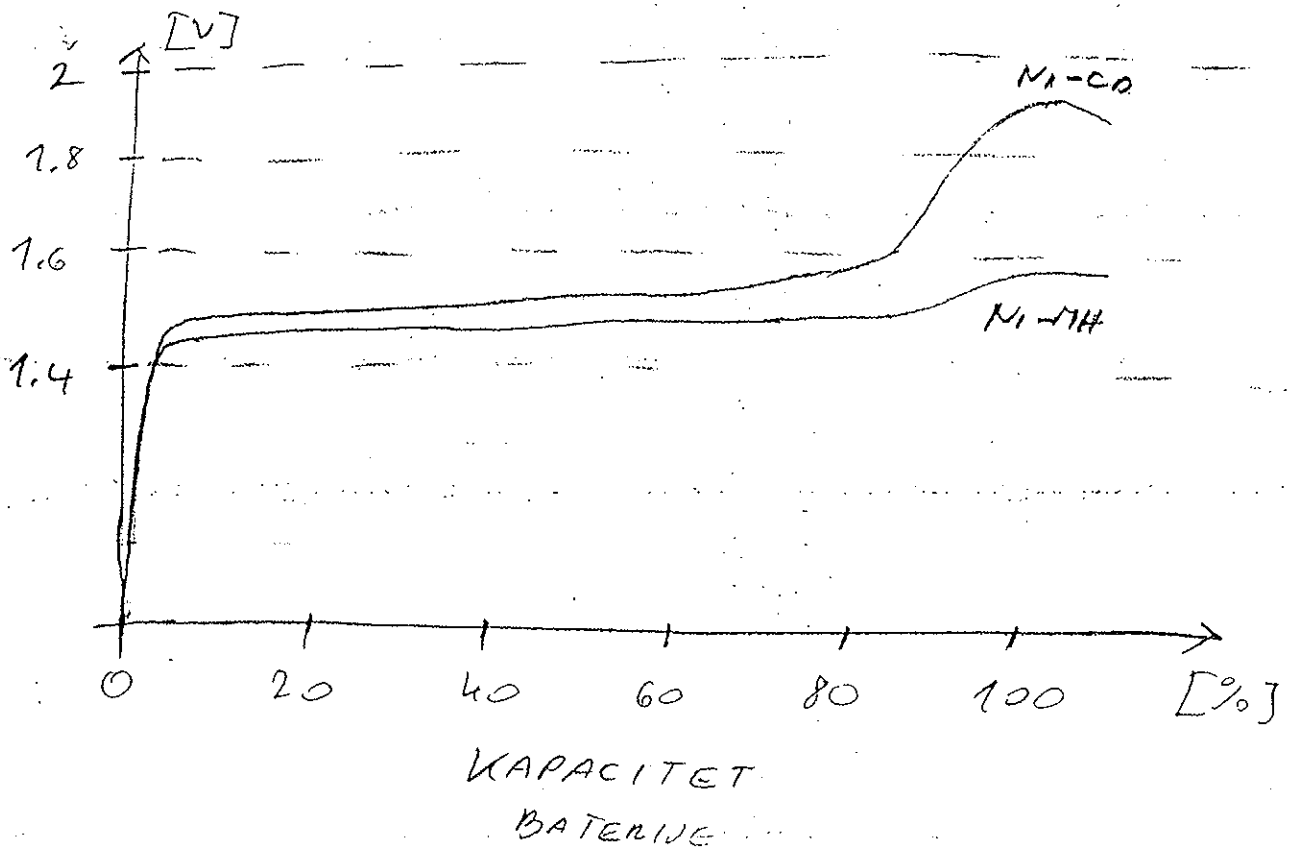
- MALI UNUTARNJI OTPOR $\sim 0.17 \Omega$

- MAX STRUJE PRAŽNJEJA: DO 2C

- GUBI DO 5% KAPACITETA NA MJESEC

- IMA "MEMORY EFEKT"!!

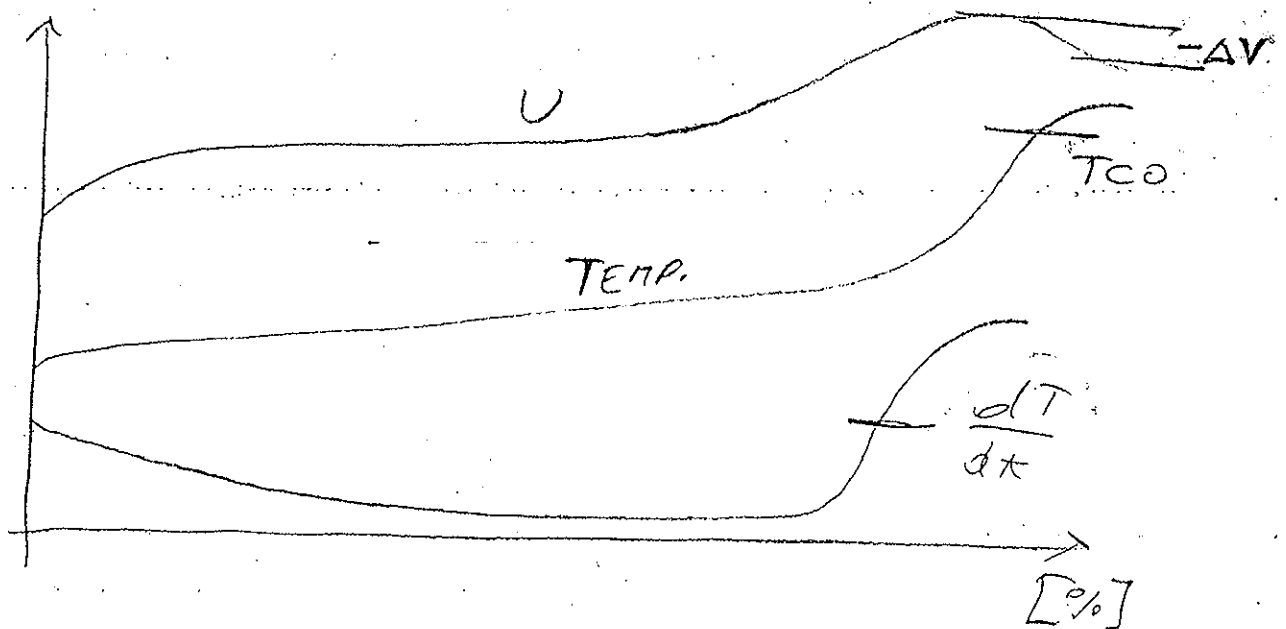
GRAFOVI!



- PORAST TEMPERATURE BATERIJE PALLIKOM
MENOG PONJENJA

- PRENAPUNIT AKUMULATOR → PREGRIJAT AKUMULATOR
- PORAST TLAKA!!
- BATERIJE IMAJU VENTIL KOJI PUSTI ZRAK
DA BATERIJA NE EKSPLODIRA

DETEKCIJA NAPUNJENOSTI AKUMULATORA



- 3. NAČINA DETEKCIE KOD BRZOG PUNJENJA:
- NAPUNJENOST BATERIJE SE NAJČEŠĆE NE DETEKTIRA
PUTEM IZNOSA NAPONA KOŠTO JE ON OVISAN O
TEMPERATURI,
- "BRZO PUNJENJE" → PUNJENJE KOJE TRAVE MANJE
OD 3h!

1. ΔV METODA

- PREKID PUNJENJA AKUMULATORA NAKON ŠTO NAPON PADNE ZA 10 DO 20 mV
- ČEŠĆE SE KORISTI KOD NiCd AKUMULATORA, KOJI IMAJU IZRAŽEN "PEAK" I NAGLI PAD NAKON TOGA KADA SU 100% NAPUNJENE

2. $\frac{dT}{dA}$ METODA

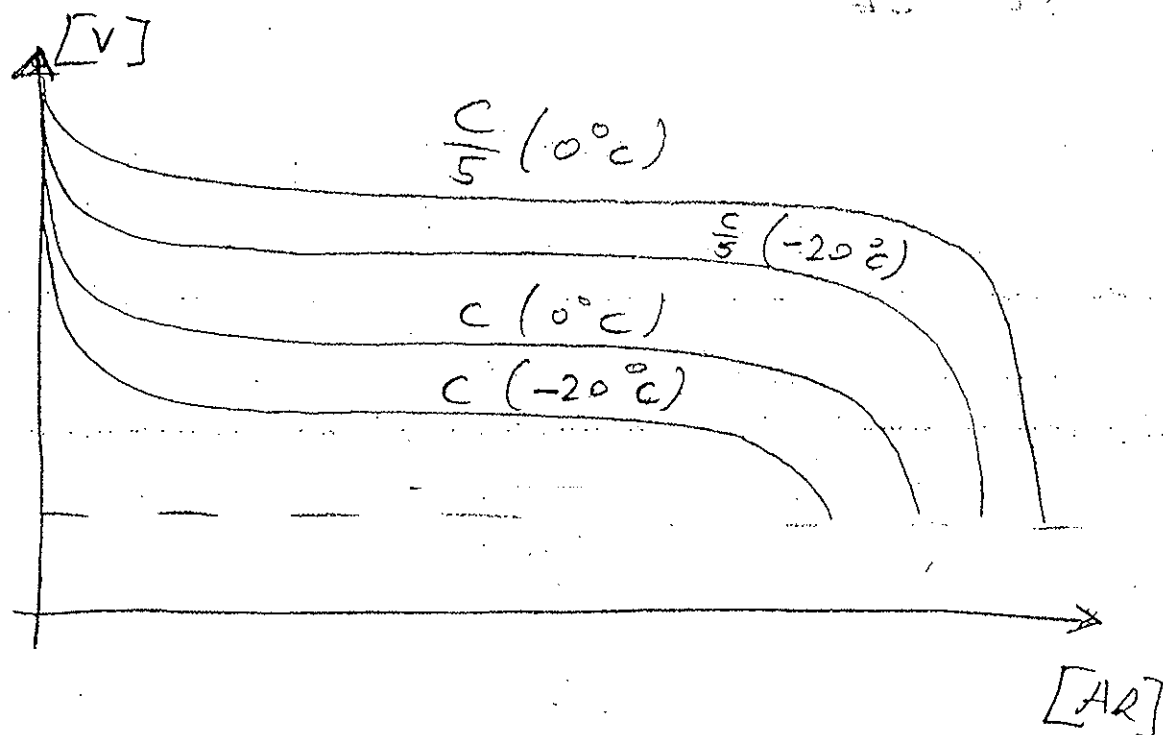
- PROMJENA, DERIVACIJA TEMPERATURE ODREĐUJE PRESTANAK PUNJENJA AKUMULATORA
- ČESTO KOD Ni-MH SE KORISTI (IMAJU NAGLI PORAST TEMP. KADA SU BLIZU 100% NAPUNJENOSTI)

3. TCO METODA

- METODA KOD KOJE SE PRESTAJE SA PUNJENJEM KADA TEMPERATURA AKUMULATORA DOSEGNE NJEZINU MAXIMALNU VRIJEDNOST
- TCO \rightarrow "ABSOLUTE TEMPERATURE CUTOFF"

- DO SADA JE BILO PRIKAZANO (GRAFIČKI)
SVOJSTVA PUNJENJA NIMH (I. NIČO) AKUMULATORA

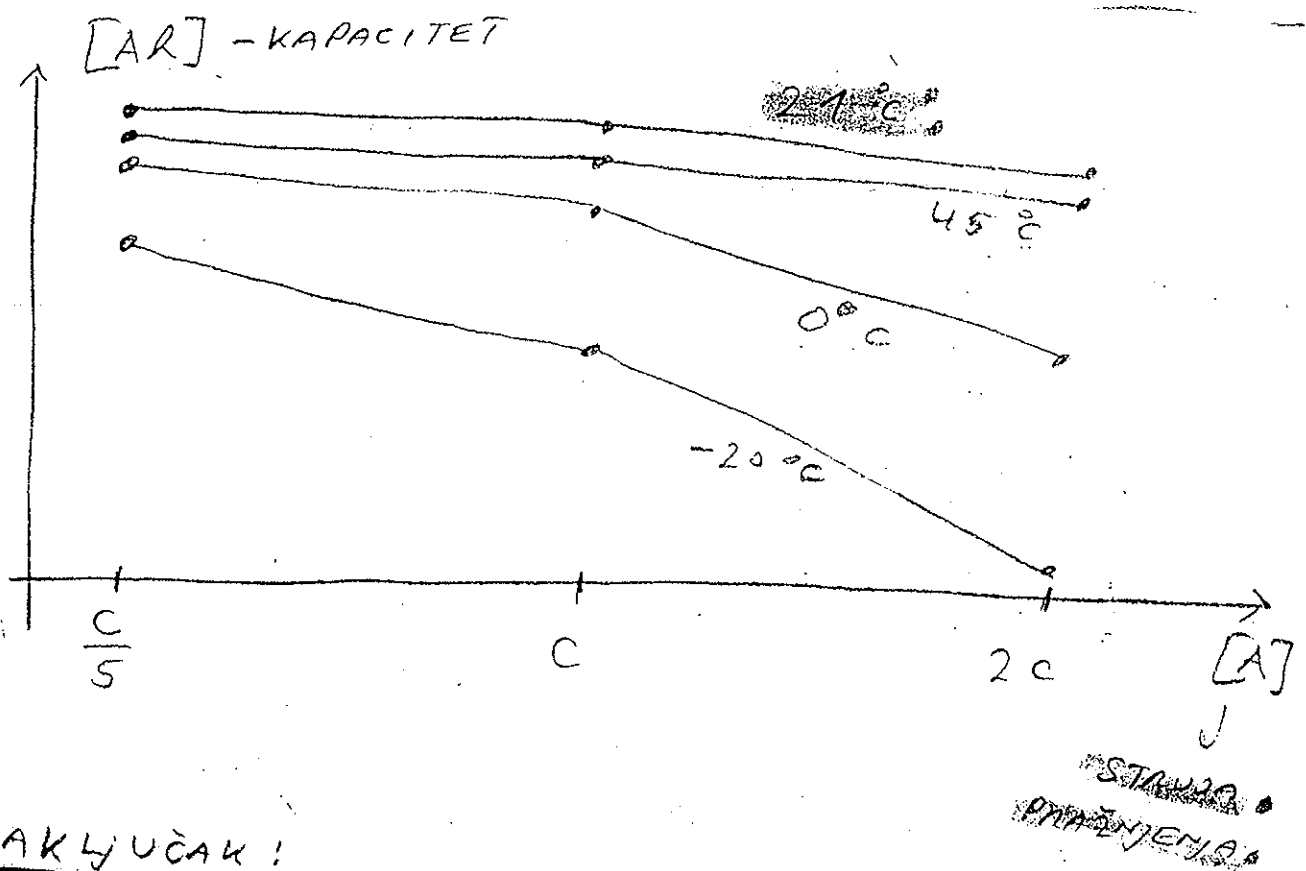
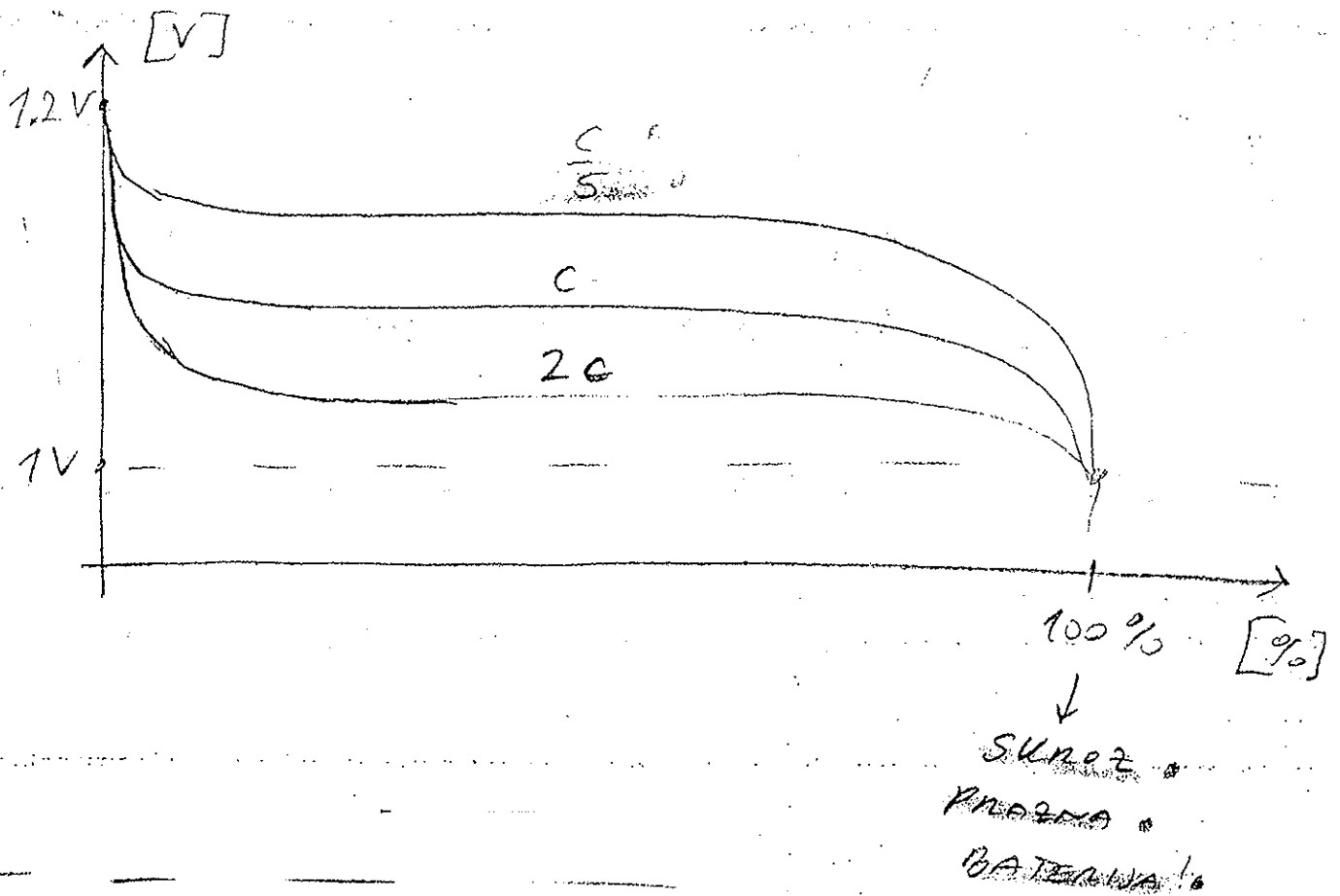
- SADA ĆE SE VIŠE GOVORITI O PRAŽNJENJU



- GRAF PRIKAŽUJE SMANJENJE NAPONA AKUMULATORA
U OVISNOSTI KOLIKO SE JE ISPRAŽNIO, TEMPERATURU
I STRUJI PRAŽNJENJA (C)

ZAKLJUČAK:

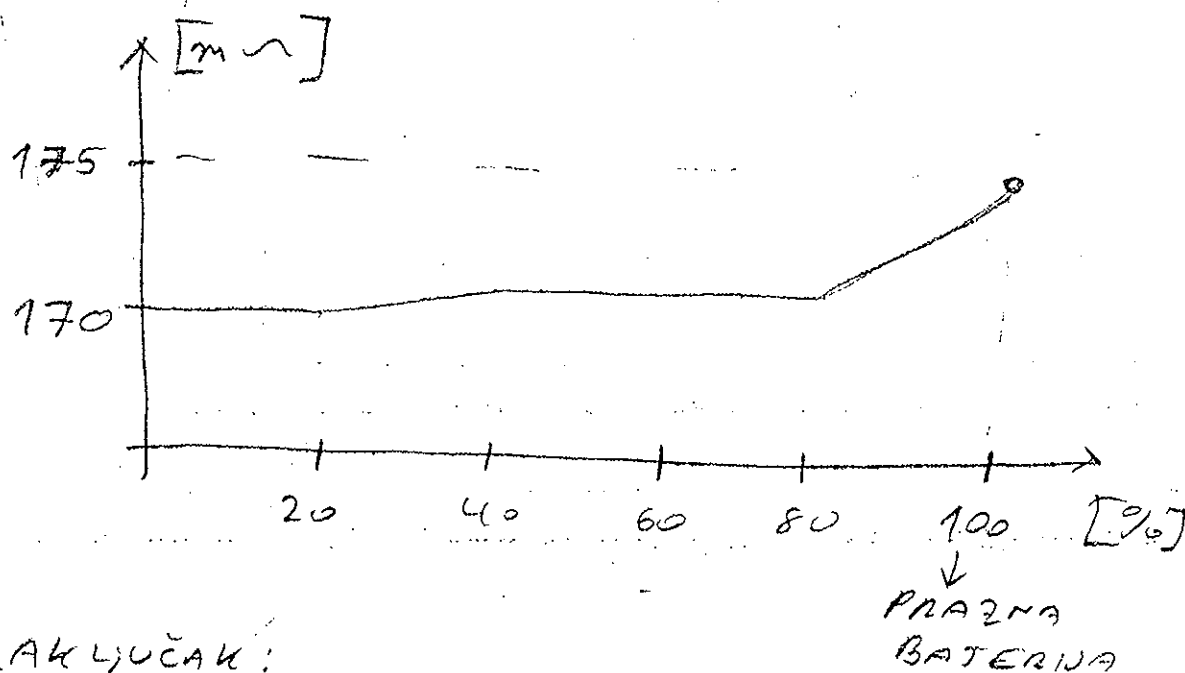
- MANJA STRUJA PRAŽNJENJA I VEĆA TEMP. REZULTIRAJU
MANJIM PADOM NAPONA BATERIJE.



ZAKLJUČAK:

- Njih odgovara veća temperatura okoline, slabije, sporije praznjenje (idealno oko 20°C)

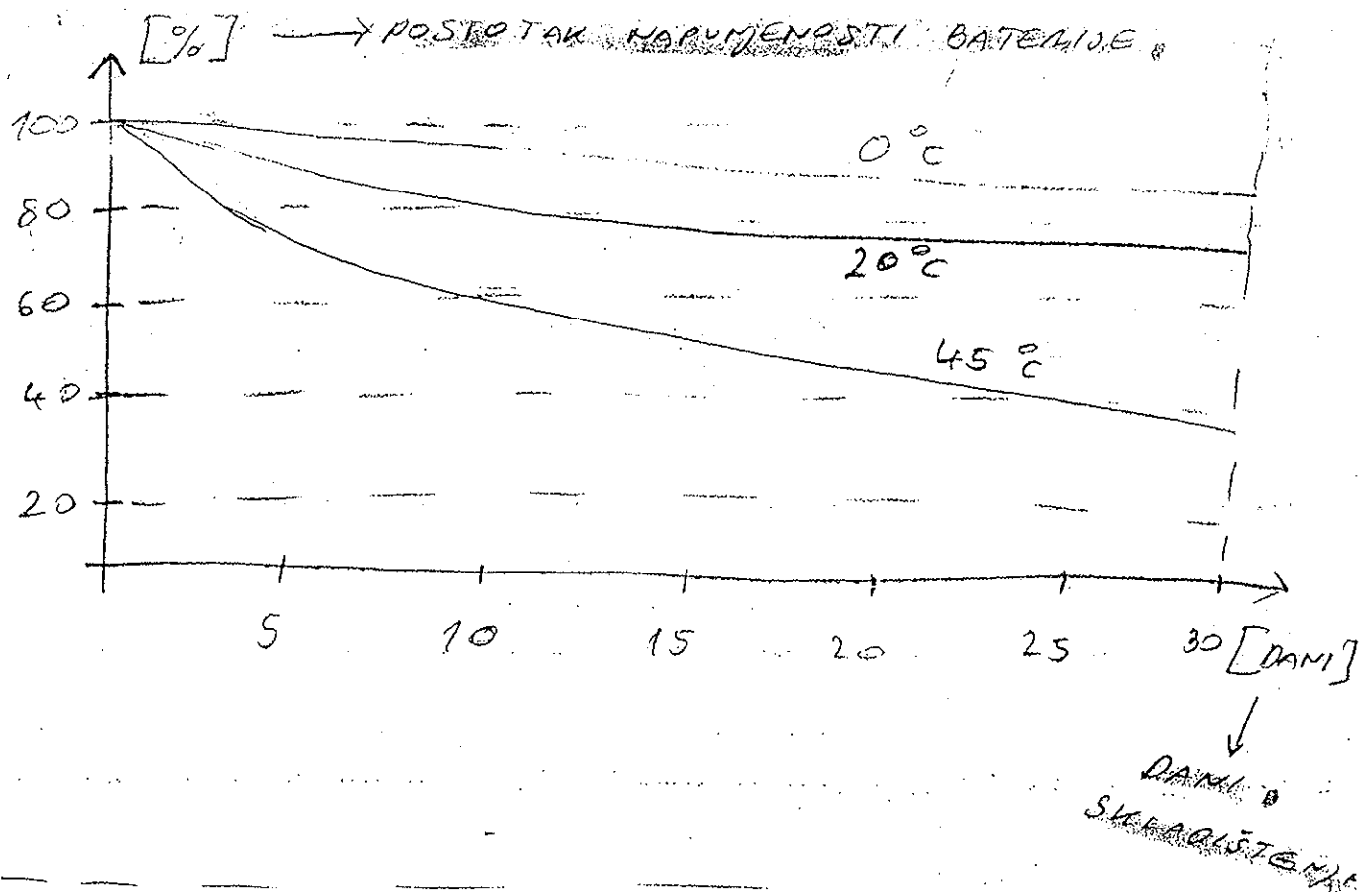
- PROMENA UNUTARNJEG OTPORA OVISNO O
ISPRAŽNJENOSTI AKUMULATORA (NiMH)



ZAKLJUČAK:

- UNUTRAŠNJI OTPOR NiMH AKUMULATORA JE IZMEĐU ~~170-175~~ 170-175 mΩ, RASTE S SMANJENJEM KAPACITETA AKUMULATORA.
- ŠTO JE AKUMULATOR PRAZNiji, TO IMA VEĆI UNUTRAŠNJI OTPOR.

- KOD PRAŽNJEWA NiMH AKUMULATORA SE TEŽI DA TEMPERATURA OKOLINE, GDE SE NiMH AKUMULATOR PRAZNI, BUDE OKO 20°C.
- MEĐUTIM KOD SKLADIŠTENJA JE DRUGAČIJA PRIČA.
- KOD ~~SKLADIŠTENJA~~ NiMH AKUMULATORA NAJBOLE JE IH JE ČUVATI NA TEMPERATURI OD OKO 0°C (TADA JE NAJMANJE SAMOPRAŽNJENJE !!)

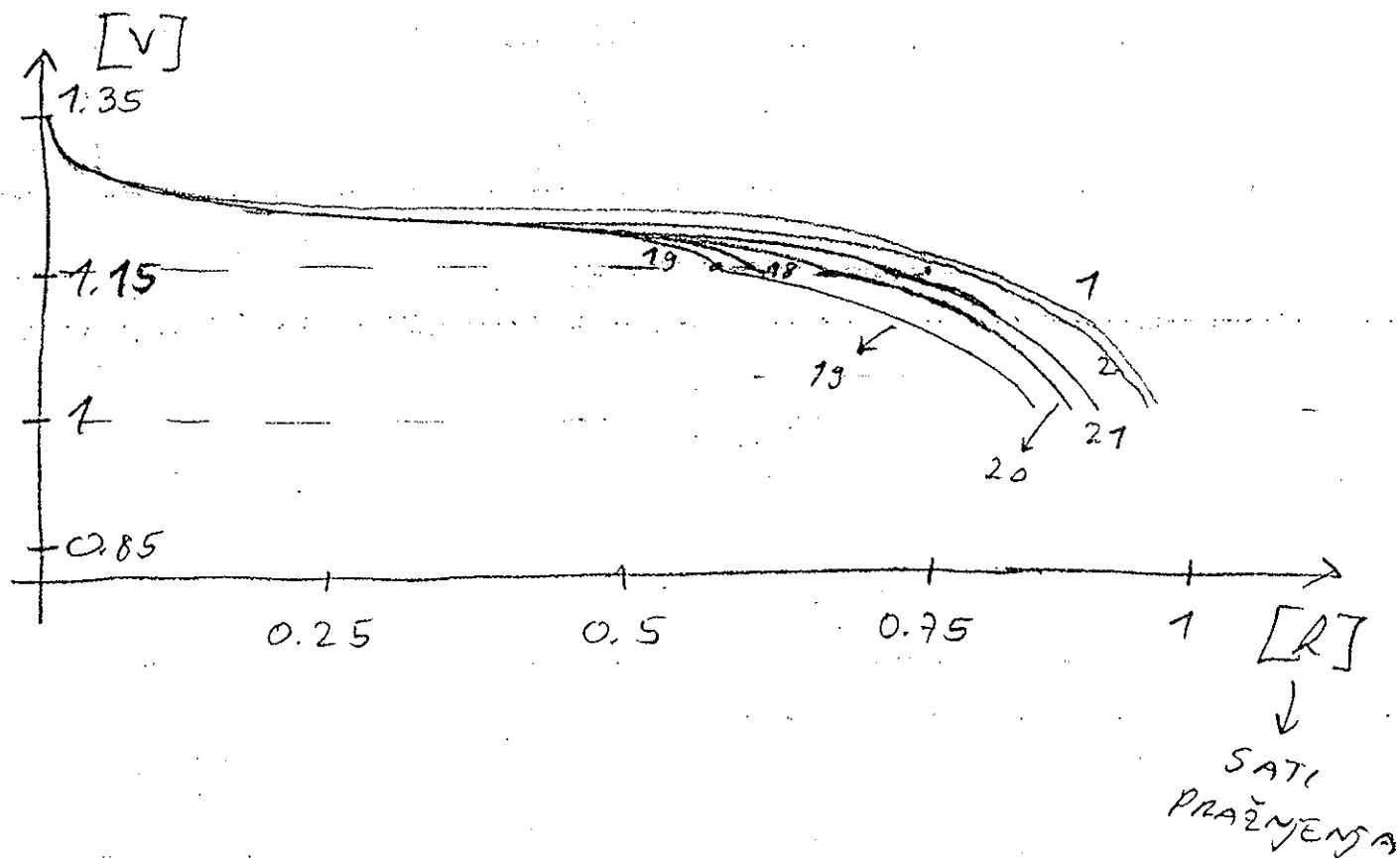


MEMORY EFEKT

- JAKO IZRAŽEN KOD NiCd AKUMULATORA
- NEŠTO-MANJE IZRAŽEN KOD NiMH AKUMULATORA
- KOD LITIJ-ION AKUMULATORA ON **NE POSTOJI!!**
- POJAVA, FENOMEN, KOJI SE JAVLJA KOD POJEDINIHX AKUMULATORA, PRI ČEMU AKUMULATOR GUBI KAPACITET AKO JE DJELOMIČNO ISPRAŽNjen I TAKAV PONOVO NAPUNJEN
- PONAVLJANEM (DJELOMIČNO PRAŽNjENJE PA PUNjENJE) DOLAZI DO IZRAŽENIJEG GUBLjENJA KAPACITETA AKUMULATORA
- NAZIV "MEMORY EFFECT" JE DAN IZ RAZLOGA ŠTO AKUMULATOR "PAMTI" PRIJAŠNJI NIŽI KAPACITET (???)

- OVA POJAVA JE REVERZIBILNA!!!

- PONAVLJANJEM NEKOLIKO PUTA POTPUNO
PRAŽNJE AKUMULATORA I ZATIM PUNJENJE,
KAPACITET AKUMULATORA SE POSTEPENO
VRAĆA NA PRIJAŠNJU, NOMINALNU, RAZINU



- PRAŽNIO SE MINI AKUMULATOR PRI STANU OD
1C (OD 1.35 DO 1 V)

- ~~18. PUT~~ SE AKUMULATOR DJELOMIČNO ISPRAZNIO I
STAVIO PUNITI

- ~~19. PUT~~ SE MOŽE UOČITI DA SE AKUMULATOR PRIJE
ISPRAZNIO!!

- ALI VEĆ ~~29. PUT~~ DOLAZI DO LAGANOG POVEĆANJA KAPACITETA

VAŽNO!!

- MEMORY EFEKT ĆE BITI IZRAŽENIJI ŠTO JE NAPON POLUPRAZNOG AKUMULATORA VEĆI
- ŠTO PRVIJE PREKINEMO PRAŽNJEŃE AKUMULATORA I PONOVO GA STAVIMO PUNITI, TO ĆE MEMORY EFEKT BITI IZRAŽENIJI

LI-ION AKUMULATORI

$$U_N = 3.6 \text{ V}$$

SPECIFIČNA ENERGIJA: 150 Wh/kg
(ENERGETSKA GUSTOĆA) 300 Wh/l

TEMPERATURNI PODRUČJE = $-20 - 60^\circ \text{C}$

UNUTARNJI OTPOR: $20 \text{ m}\Omega$

- GUBI 5% KAPACITETA NA MJESEC

- NEMA MEMORIJSKOG EFEKTA!!

- 500-1000 CIKLUSA (PADNE DO 80% KAPACITETA)
→ PRVIJE NEGO ŠTO UMRĖ :)

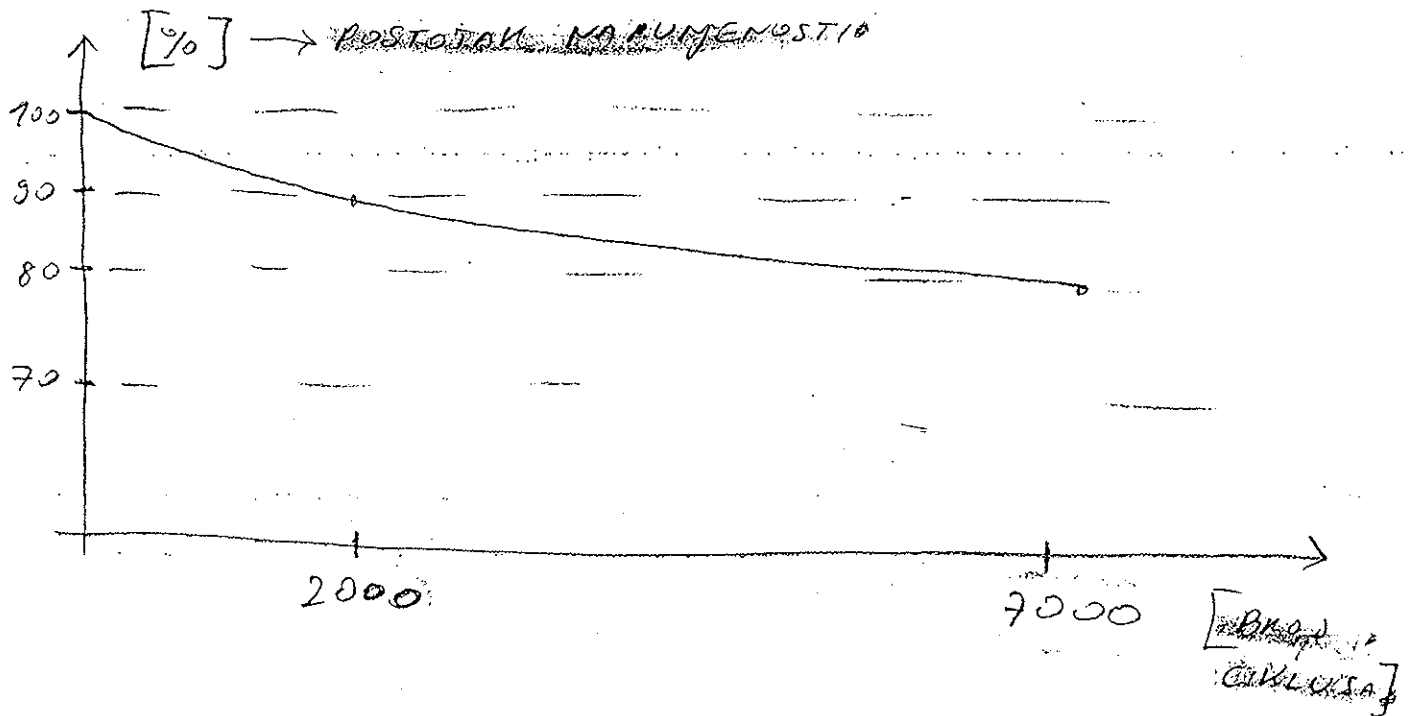
- LITIJ → JAKO REAKTIVAN

→ KAD SU GA USPIJELE "SMIRITI", DAO FANTASTIČNE REZULTATE

- ČUVAJU SE U PRIZIDEZIMA → MAJMANJE SAMOPANĐENJE

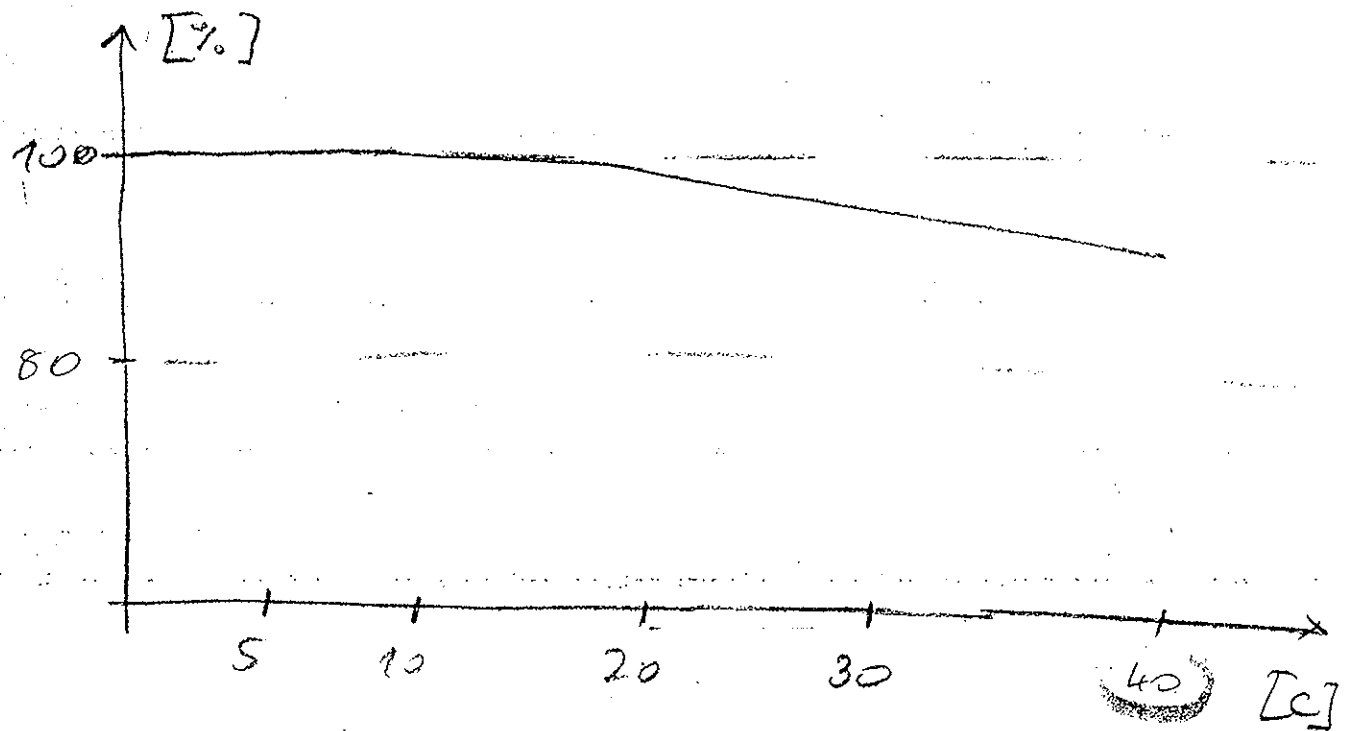
NAPREDAK LI-ION TEHNOLOGIJA

- KORISTI SE ŽELEZNI FOSFAT !!
- IMA SLOBODAN KAPACITET KAO I LI-ON AKUMULATOR
- ALI, ZNAČAJNO POVEĆANJE SNAGE I KOJU AKUMULATOR MOŽE PRIMITI I DATI !!
- BROJ CIKLUSA PUNJENJA/PRAŽNENJA POVEĆAN ZA RED VELIČINE !!

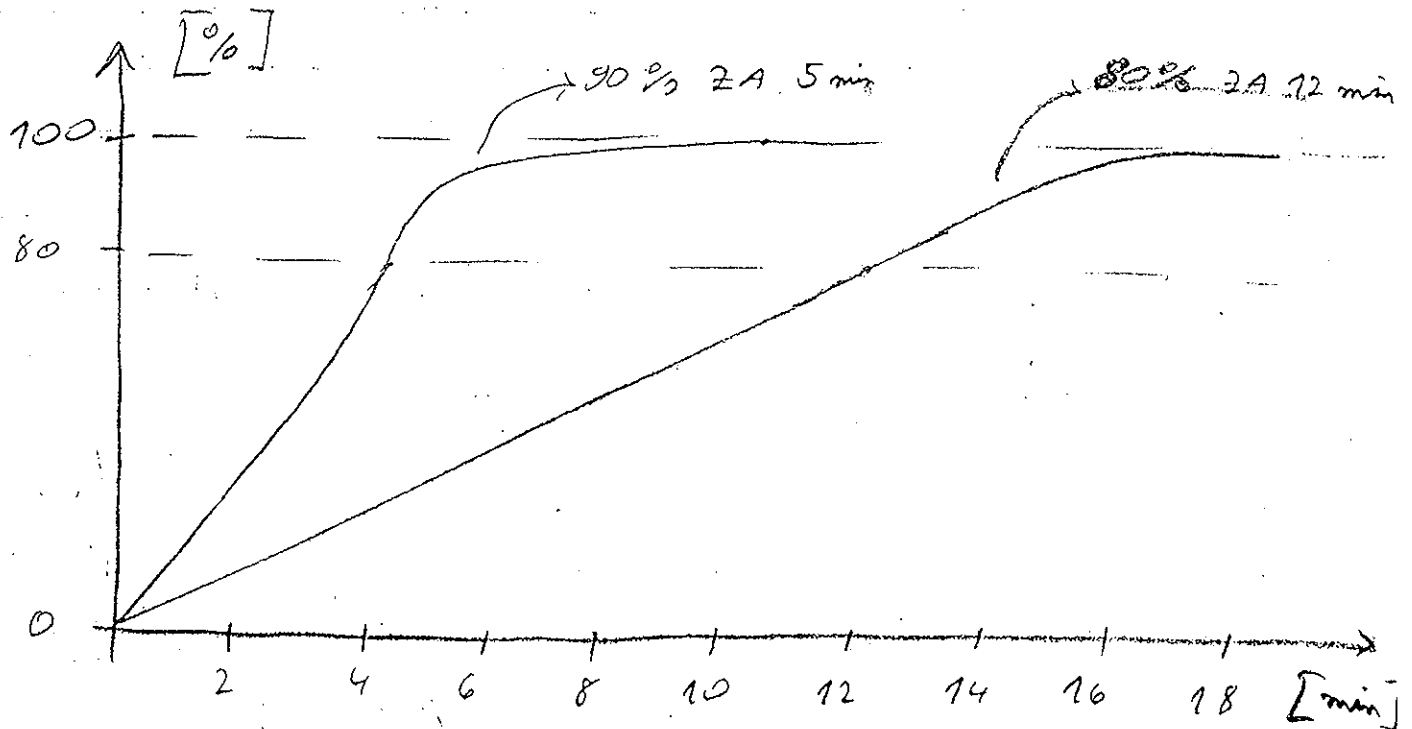


PRAŽNJEње AKUMULATORA U OVISNOSTI O

STRUJI PRAŽNJEња:



- JAKO VELIKA BRZINA PUNJEња!!



UNUTARNJI OTPOR!

- SA POVEĆANJEM STAROSTI AKUMULATORA,
SA POVEĆANJEM BROJA CIKLUSA PUNJENJA/
PRAŽNJEJA SE ME MİJENJA!

- ~ 10 mΩ

SUPERKONDENZATORI

- IMAJU IZUZETNO VELIKI KAPACITET

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

→ OMJER POVRŠINE ELEKTRODE I
DEBLJINE DIELEKTRIKA

$$C = \frac{Q}{U}$$

→ OMJER NABOJA I RAZLIKA
NAPONA NA ELEKTRODAMA

ϵ → DIELEKTRIČNA KONSTANTA

$$E = \frac{1}{2} C U^2$$

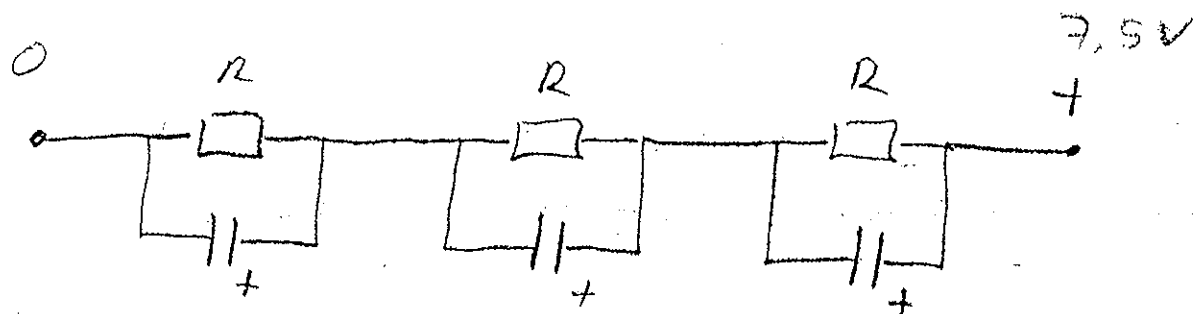
→ ENERGIJA POHRANJENA U
KONDENZATORU

ESR → EKVIVALENTAN SERIJSKI OTPOR

→ OTPOR U SERIJI!

→ ŠTO JE MANJI TO KONDENZATOR MOŽE PREDATI,
VEĆU KOLIČINU ENERGIJE U JEDINICI VREMENA.

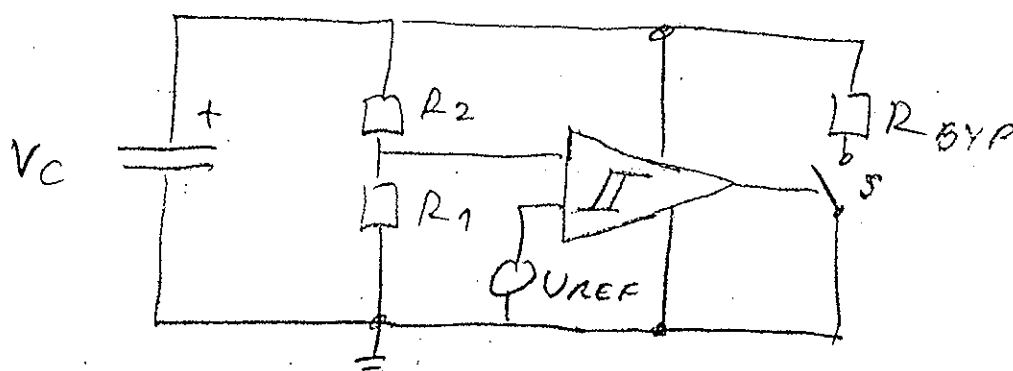
- ESR JE NAJMANJI KOD KERAMIČKIH KONDENZATORA
- SUPERKONDENZATORI IMAJU STRAŠNO VELIKI KAPACITET!! (VELIKA POVRŠINA PLOČA $\rightarrow A$)
- ONI IMAJU MALU SPECIFIČNU ENERGIJU ($2,4 \text{ Wt/kg}$, $2,8 \text{ Wt/l}$), ALI ZATO VELIKU SNAGU (100 W/KOND.)
- RAZLOG TOJE JE ŠTO SUPERKONDENZATORI IMAJU MALI ESR, TE TIME JAKO BRZO MOGU PREDATI ENERGIJU!! (VELIKA SNAGA)
- IMAJU MALI IZLAZNI OTPOR ($10 \text{ m}\Omega$)
- NAPON IM JE OGRANIČEN NA 2.5 V!
- \rightarrow ZNA SE KORISTITI I PASIVNA MREŽA KOJE JE NA KONDENZATOR (U PARALELU) SPOJEN OTPOR I TAKO IMAMO SPOJENE KONDENZATORE U SERIJU
- \rightarrow POŠTO SU SVI IZNOSI OTPORA JEDNAKI, NA NJIMA ĆE BITI JEDNAK PAD NAPONA JE NA TAJ NAČIN IZJEDNAČAVAMO NAPONE NA SUPERKONDENZATORIMA



- OTPORI DRŽE 2.5V NA KONDENZATORIMA
- PROBLEM: ~~POTENCIJA STALJE~~
- NA OTPORIMA ĆE SE RAVNOPRAVNO RASPOREDITI NAPONI OD UKUPNOG NAPONA!

AKTIVNA MREŽA ZA IZJEONAČAVANJE NAPONA!

- UZ POMOĆ ŠMITOVOG TRIGERA



- ŠMITOV TRIGER GLEDA DA LI JE V_c VEĆI, OD U_{ref} , AKO JE, Onda V_c PRAZNI PREKO R_{byp}

- IMAJU MOGUĆNOST DO 500 000 CIKLUSA
PUNJENJA/PRAŽNENJA

PREDNOSTI!

-DUG ŽIVOTNI VIJEK, BRZO PUNJENJE/PRAŽNENJE,
MALI ESR, ŠIROK TEMP. OPSEG, JEDNOSTAVNO
PUNJENJE

MANE!

- MALA GUSTOČA ENERGIJE, MALI NAPON I VEĆE SAMOPRAŽNENJE

SUNČANE ČELIJE

- PRETVORBA SUNČEVOG ZRAČENJA U ELEKTRIČNU ENERGIJU

- MALI NAPON PO ČELIJI (OKO 0,5 V)

→ VSEPR SEBEN

-MALA STRUJA PO ČELIJI (00 mA 00 A)

→ VISE 4 PARALELU

PROBLEM SPAJANJA U SERIJU!

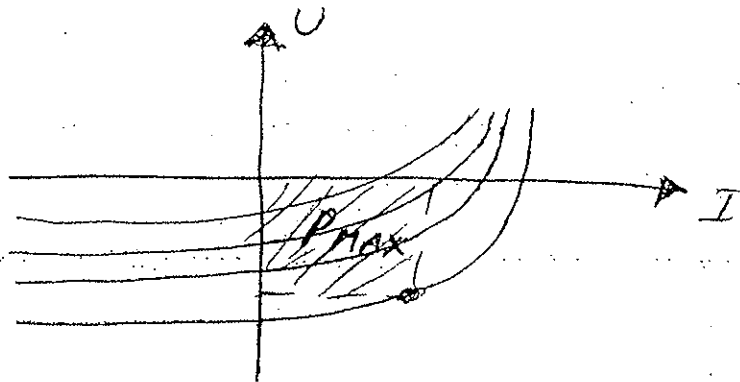
→ IAKO NA TAJ NAČIN POVEĆAVAMO NAPON, MAX. STRUJA
ĆE OVISITI O ONOJ ĆELINI KOJA MOŽE DATI
NAJMANJU STRUJU !!

- OBLAČNO VRIJEME!

→ SNAGA PADA NA 5-20%, U ODNOSU
NA SNAGU ZA SUNČANOG VREMENA!

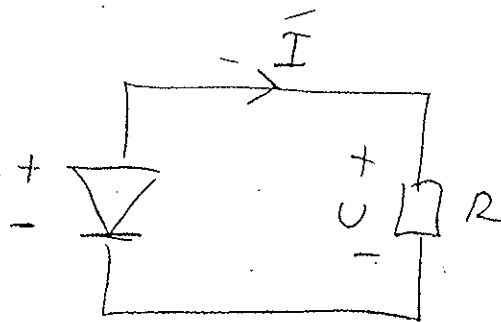
- MAKSIMALNA SNAGA!

→ DRŽATI RADNU TOČKU



P_{max} → NAJVEĆA POVRŠINA

→ OKO 76% OD NAZIVNOG NAPONA



3. PREDAVANJE (17.10.2013)

REGULATOR → REGULACIJA TOKA ENERGIJE,

→ REGULIRA PROTJEKANJE ENERGIJE
IZMEĐU IZVORA ENERGIJE I
ELEKTRIČNOG UREĐAJA (SUSTAVA)

- NAPON NAPAJANJA, KOJEG DAJE NA IZLAZU
REGULATOR, TREBA OSIGURATI DA SE MIVEMA
UNUTAR ODREĐENIH GRANICA U OVISNOSTI O:

→ IZLAZNOJ STRUJI

→ KOD NEKIH REGULATORA, ZA ISPRAVAN
RAD, IZLAZNA STRUJA MORA BITI
RAZLIČITA OD NULE;

→ PROMJENI BRZINE IZLAZNE STRUJE

→ KAO POSLEDICA PROMJENE TERETA
ILI PROMJENE TOPOLOGIJE (KOD
PREKIDAČKIH REGULATORA)

→ PAZITI DA NE UOČE DO PROPADA
NAPONA; ("TRANSIENT RESPONSE" ŠTO KRAĆE!!)

→ PONEKAD POVRATNA PETHA KOJA TO
REGULIRA (OČITAVA IZLAZNI NAPON
I OVISNO O NEGOVOJ VRIJEDNOSTI
GA POVEĆAVA ILI SMANJUJE PROMJENOM
NEKIH PARAMETARA NA ULAZU → TAJ
NAČIN ODRŽAVA IZLAZNI NAPON
KONSTANTNIM) NE MOŽE TO PRATITI!
KASNI

"REMOTE
SENSING"

→ PROMJENI ULAZNOG NAPONA

→ AKO SE PROMJENI ULAZ, MOŽE SE
NIJENJATI I IZLAZ, ALI UNUTAR
ODREĐENIH GRANICA.

→ TEMPERATURI

VAŽNO!!

→ PAZITI DA SE NE TROŠI VIŠE ENERGIJE ZA
REGULACIJU KAKO JAMA NEGO ŠTO ODE VAN,
PREMA UREĐAJU!

→ ŠTO MANJA DISIPACIJA ENERGIJE NA
MJEMU

ZAHTJEVI REGULATORA

→ DA IMA ŠTO MANJU DISIPACIJU ENERGIJE
(PRIVE SPOMENUTO)

→ U NORMALNOM REŽIMU RADA REGULATOR NE BI
SMIO GENERIRATI SMETNJE

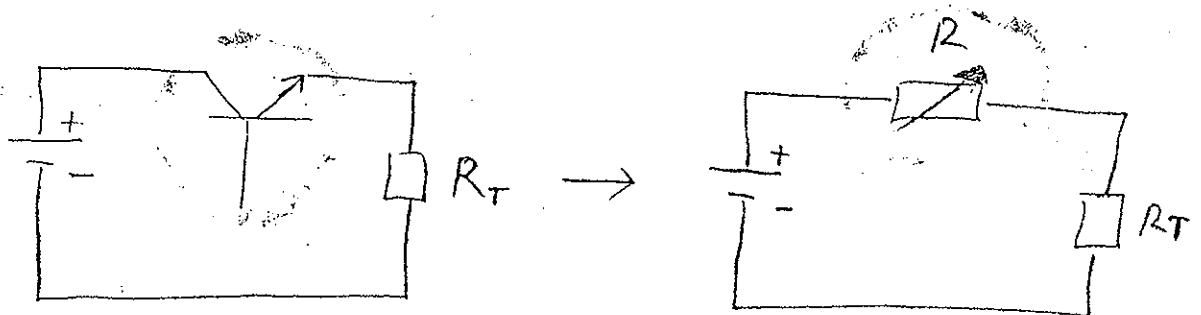
→ ZRAČENJE U PROSTOR (ELEKTROMAGNETSKE
SMETNJE)

→ VOĐENE SMETNJE (ŽICE).

→ OSIM ŠTO ON NE BI SMIO GENERIRATI SMETNJE,
ISTO TAKO ON NE BI SMIO BITI NITI OSJETLJIV
NA SMETNJE KOJE DOLAZE IZ OKOLINE

LINEARNI REGULATORI

- JEDNA VRSTA REGULATORA
- TEMELJI SE NA "NELINEARNOM OTPORNIKU"
- ZAMISLITI GA KAO PROMJENLIVI OTPORNIK KOJI SE MIJENJA NA NAČIN DA ODRŽAVA IZLAZ KONSTANTNIM
- "POJAČALO SA POJAČANJEM MANJE OD 1"
- UVIJEK NA IZLAZU DAVE NAPON KOJI JE NIŽI OD ULAZNOG
- OVA VRSTA REGULATORA KROZ SVIJEENE NE MIJENJA TOPOLOGIJU (ZA RAZLIKU OD PREKIDACH REGULATORA)
- TRANZISTORI RADE U LINEARNOM (AKTIVNOM) REŽIMU RADA



- NAJJEDNOSTAVNIJI PRIMJER! SKLOP SA ZENER DIODOM !!

OSNOVNA SVOJSTVA!

→ JEDNOSTAVNOST

→ MALA OSJETLJIVOST NA ZRAČENJE IZ OKOLINE I SLABO VLASTITO ZRAČENJE

→ MALA VALOVITOST IZLAZNOG NAPONA

→ NE MOŽE SE SVESTI NA NULU

→ VAŽNO ZA SKLOPOVE KOJI PROCESIRAJU ANALOGNE SIGNALE

→ BRZINA REGULACIJE: ČAK DO GHz

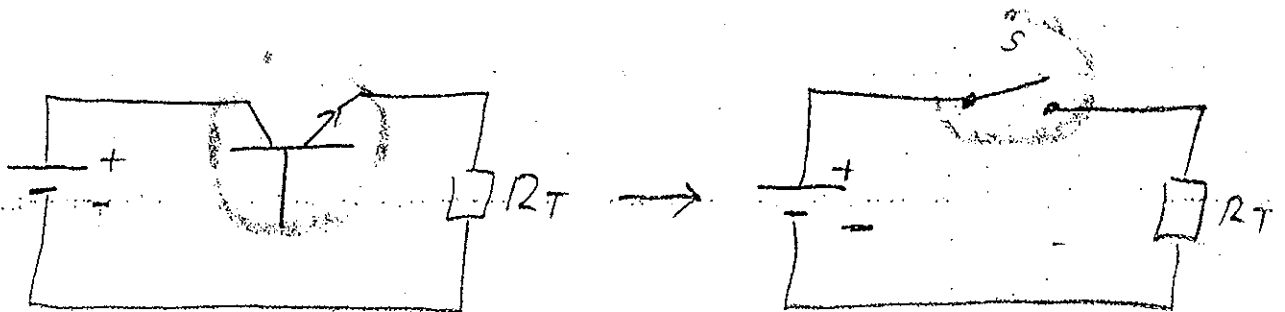
TIPIČNO OKO MHz

→ GLAVNI NEDOSTATAK: MALA KORISNOST

→ UPRAVO ZBOG OVOG NEDOSTATKA SE KOD VEĆIH SNAGA (JER TADA IMAMO VELIKU DISIPACIJU NA LINEARNIM REGULATORIMA) KORISTE PREVODAČKI REGULATORI

PREKIDNAČKI REGULATORI

- NJHOVA TOPOLOGIJA SE S VREMENOM MIJENJA
- TRANZISTORI RADE U REŽIMU POTPUNOG ZASIĆENJA ILI ZAPIRANJA (PONAŠA SE KAO SKLOPKA)



OSNOVNA SVOJSTVA:

- KOMPLEKSNOST
- OSJETLJIVOST NA VANJSKE SMETNJE
- SAMI GENERIRAJU SMETNJE, ZRAČENJE PREMA VAN (BILO ZRAČENJE ILI VOĐENJE) → STVARAJU DOSTA VELIKE SMETNJE
- SLEOMJA VALOVITOST NA IZLAZU ("DA SE S TIME RADITI")
- UMJERENA BRZINA REGULACIJSKOG KRUGA
- KAKO SNAGA UREĐAJA RASTE, TAKO FREKVENCIJA PADA

PREDNOST: - VELIKA VEĆIČNOST !!!

- IZLAZNI NAOPN MOŽE BITI VEĆI OD —
—

→ DIMENZIJE PREKIDAČKIH REGULATORA SU
OBRNUTO PROPORCIONALNE S FREKVENCIJOM
NJEVOG RADA

→ PROBLEM! CIJENA!! (HLADNJI CI OD ALUMINIJA
→ SKUPLJI OD ŽELJEZA)

ZAKLJUČAK!

→ PREKIDAČKI REGULATORI IMAJU NIZ MANA I
NEDOSTATAKA NAPREMA LINEARNIM REGULATORIMA
(KOJI SE "IZ PRVE" ČINE KAO IDEALNI), MEĐUTIM
UPRAVO TA VOLEŠNOST JE NEŠTO ZBOG ČEGA
SVE TE PREDNOSTI LINEARNOG REGULATORA SE
ZANEMARUJU

SAVJET!

→ KUPITI GOTOV REGULATOR!!!

→ VRIVEME ZA RAZVOJ REGULATORA SE ČESTO FOKUSIRAJU
NA NEDIMENZIJE

→ MORAJU SE UZETI U OBZIR EFEKTI DRUGOG
REDA (PARAZITNI INDUKTIVITETI, PARASITNI
OTPORI) KOD PROJEKTIRANJA

→ EFEKTI TREĆEG REDA (NELINEARNOST INDUKTIVITETA
NELINEARNOST HLADNJI) SE TREBAJU UZETI U OBZIR

→ VELIKA ODGOVORNOST !!!

→ KADAKO PUNJAČ, PRODAJAM SA OSOBI
SE ZAPALI KUĆA → JA SAM KRIV !!

OSNOVNI PARAMETRI GOTOVIH REGULATORA:

1. IZNOS I TOLERANCIA ULAZNOG NAPONA

→ X VRIJEDNOST SA $\pm Y\%$

(IMAM NOMINALNU VRIJEDNOST SA
NAVEDENOM TOLERANCIJOM)

→ RASPON O X DO Y VRIJEDNOSTI
(ČEŠĆE DANO U DATASHEET-OVIMA,
KLASIČAN RASPON ULAZNOG NAPONA)

2. IZNOS I TOLERANCIA IZLAZNOG NAPONA

3. PROMJENA IZLAZNOG NAPONA ZBOG PROMJENE
ULAZNOG NAPONA (LINE REGULATION)

→ PR. ZA PROMJENU 10% U_{UL} , U_{IZL} SE
MIJENJA ZA $\pm 0.05\%$

4. PROMJENA IZLAŽNOG NAPONA ZBOG PROMJENE IZLAŽNE STRUJE (LOAD REGULATION)

5. IZLAŽNA VALOVITOST NAPONA (OUTPUT RIPPLE)

→ PR. ZA IZLAZ OD 2 DO 15V DAJE
VALOVITOST OD 5mV PEEK-TO-PEEK
(OD VRAHA DO VRAHA, OD MIN. DO MAX.)

6. OPSEG RADNIH TEMPERATURA
(TEMPERATURE RANGE)

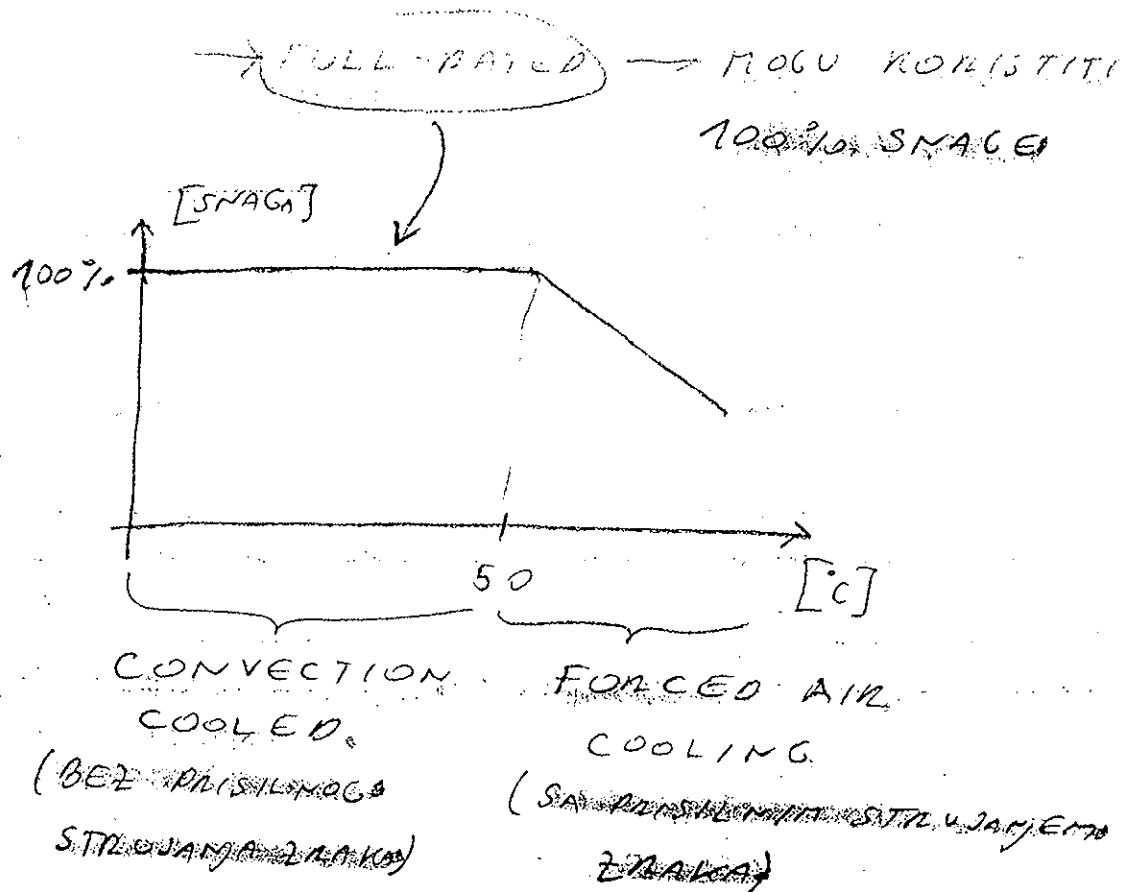
PR 1. "CONVEL 32000" (LINEARNI)

— REMOTE SENSING → MOGUĆNOST REGULATORA
ZA PRAĆENJE NAPONA NA
IZLAZU, TERETU

↓
PUTEM
POVRATNE VEZE!!

→ OVISNO O VRIJEDNOSTI TOG
NAPONA, UREĐAJ POVEĆAVA
ILI SMANJUJE NAPON PREDAN
IZLAŽNOM KRUGU SVE U CILJU
ODRŽAVANJA KONSTANTNOG NAPON
TERETA!!!

- TEMPERATURE RATING



- DO 50°C JE FULL-RATED (MOGU 100% SNAGE KORISTITI → MOGU STAVITI VELIKI TERET) I TADA NE KORISTIM PRISILNO STRUJANJE ZRAKA
- IZNAD 50°C MORAM SMANJITI SNAGU KOJU DAJEM NA IZLAZU → MORAM BITI MALI TERET, ALI MORAM IMATI I PRISILNO STRUJANJE ZRAKA (VENTILATOR)

- TRANSIENT RESPONSE

→ "TRANZIJENTNI ODZIV"

→ BRZINA PROMJENA IZLAZNOG NAPONA,

→ AKO SE POVEĆA TELET, I IZLAZNA STRUJA SE POVEĆA ZA 50%, TADA ĆE IZLAZNI NAPON PROPAST (SMANJIT ĆE SE JER JE NAGLO POVEĆANA STRUJA) I TREBAT ĆE MU 50 μ S DA SE VRA TI NA NOMINALNU RAZINU

- U PRINCIPU VALOVITOST IZLAZNE STRUJE (OUTPUT RIPPLE) RASTE S POVEĆANJEM IZNOSA IZLAZNE STRUJE

- SMAGA REGULATORA JE UVIJEK KONSTANTNA!! (MAX STRUJA ZA ODREĐENI NAPON)

PR. 3 REGULATOR ZA TISKANU PLOČICU

- ZA LINE I LOAD REGULATION NAVEDENA JE PROMJENA IZLAZNOG NAPONA, ALI NIJE NAVEDEN UVJET KOLIKO SE MIJENJA ULAZNI NAPON, IZLAZNA STRUJA DA BI SE IZLAZNI NAPON TOLIKO PROMIJENIO.
- NIJE PREDOBAR DATASHEET !!

PR. 4 WALL ADAPTER

→ TU PAK SKORO NIŠTA NE RISE !!

4. PREDAVANJE (24.10.2013.)

- DO SADA SU BILI PRIMJERI S LINEARNIM REGULATORIMA, U NASTAVKU ĆE SE DATI PRIMJERI PREKIDAČKIH REGULATORA

PR. 5 "REGULATOR 48V 1800W"

- KORISTI SE U PRIJENOSU EL. ENERGIJE, TOČNIJE SNAGE
- DA SMANJIM PADOVE NAPONA NA ŽICI, JEDNOSTAVNO SMANJIM STRUJU KROZ ŽICE TAKO DA POVEĆAM NAPON.
- GUBICI SU KVADRAT STRUJE ($P = I^2 R$), PA ZBOG TOGA, SMANJENJEM STRUJE, GUBICI OPADAJU ZA NJEZIN KVADRAT
- 48 V → ~~NEBUDUĆARON~~ KODI SE KORISTI U TELEKOMUNIKACIJSKIM SUSTAVIMA
- NAPON JE OVOG IZNOSA, JER TO DONEKLE MOGU IZDRŽATI, MOGU JOŠ UHVATITI SA RUKOM (???)
- PRISILNO HLADENJE → IMA VENTILATOR
- KOREKCIJA FAKTORA SNAGE
 - KOD PREKIDAČKIH REGULATORA STRUJA SE VUČE U IMPULSIMA (~~TRANZISTOR~~ JE SKLOPKA!!!) IZ TOG RAZLOGA TA STRUJA IMA ŠIROK FREKVENCIJSKI SPEKTAR I TAKO "PALJA" MREŽU
 - KASNIJE JOŠ O TOJE *

— IDEALNO BI BILO DA MREŽA KODI
PRETVARAČ KAO STROJNIK (STAVI U
FAZI S NAPONOM)

— TO SE RJEŠAVA FILTRIRAMA KOJI SU
PREOSKLOP PRETVARAČU

→ HOT PLUGABLE

— TERMIN KOJI OZNAČAVA DA UREĐAJ
MOŽE SE ODMAH, DIREKTNO STAVITI U
NEKI RADNI SUSTAV TE ISTO TAKO I
ZAMIJENITI IZ RADNOG SUSTAVA, A SVE
DOK RADNI SUSTAV (PR. PC) RADI !!

— PR. AKO JEDAN REGULATOR U SUSTAVU,
TREBA SERVISIRATI, SAMO GA IZVADIM
I STAVIM NOVI DOKLE JE SUSTAV U
RADU

— NAGLO STAVLJAM ILI UZIMAM REGULATOR IZ
SUSTAVA KOJI RADI (24/7)

→ OPERATING VOLTAGE RANGE (RASPON ULAZNOG NAPONA)

— OD 85 DO 275 VAC

— JAKO DOBRO !! (ZASLUGA KOREKCIJE FAKTORA
SNAGE)

→ EFIKASNOST

- $\sim 93\%$ → 2006 TOGA I KORISTIMO
PREKIDAČKE REGULATORE

- KOD PR 1. (CONVEL 32000) JE EFIKASNOST
 $\sim 50\%$

→ OVERALL REGULATION

- $\pm 2\%$

→ TOLIKO NAMJEŠTENI IZLAZNI NAPON
VARIA OVISNO O OPTEREĆENJU

→ OUTPUT RIPPLE

- IZLAZNA VALOVITOST NAPONA
- $500 \text{ mV}_{\text{PK-PK}}$ ZA $f_s = 20 \text{ MHz}$ S
MINIMALNIM OPTEREĆENJEM OD 1A

→ LOAD STEP RESPONSE

- OODZIV NA PROMJENU TERETA (PROMJENA
IZLAZNE STRUJE)
- $\Delta I = 50\%$ FULL LOAD → IZLAZNA STRUJA
SE PROMIENI ZA 50% PUNOG TERETA
(AKO JE $R_{\text{DS(on)}}$ BIO 20Ω SADA JE 50% MANJI
DARJE 10Ω) → STRUJA PRATI TERET

- DOLAZI DO TRENTUTNE PROBAJSTI NAPONA
ZA 3.5 VDC

- TREBA MU 20 ms DA SE STABILIZIRA
(KOD ~~LIKEMANIH~~ JE TO ZNATNO BRŽE,
OKO 50 ms)

→ INRUSH TRANSIENT

- STRUJA (VRSNA) KOJU UREDAJ POTEKNE
KADA SE UPALI, (VRLO KRATKO TRAJE)

~ 25 Apk

→ HOLDUP TIME

- VRIJEME ZA KOJEG REGULATOR MOŽE DRŽATI
IZLAZNI NAPON UNUTAR ODREĐENIH GRANICA
(DRŽATI STABILNIM), A DA PRITOM NEMA
ULAZNI NAPON

- KOLIKO REGULATOR VREMENA MOŽE NASTAVITI
RADITI, A DA SE ODSPOJI OD IZVORA
NAPAJANJA

- ~ 15 ms

→ KUTIJA

- IMA ULOGU ELEKTROMAGNETSKOG OKLAPANJA
(ZAŠTITE)

* JOS MALO O IMPERFECTNI FAKTORA SNAGE

- TEŽI DA STAVJA BUDE U FAZI SA NAPONOM
- BEZ TOG SKLOPA STAVJA SE VUČE U IMPULSIMA, TE IMAMO HARMONIČKA IZOBLIČENJA
- HEP NAPLAĆUJE I REAKTIVNU SNAGU
- KOREKCIJOM FAKTORA SNAGE SMANJUJEM REAKTIVNU SNAGU (MALI RAČUN !)
- TEŽI DA IMAT SAMO RADNU SNAGU !!!

PR.6 DINKILATE

- MALE JE SNAGE PA NEMA POTREBE ZA KOREKCIJU FAKTORA SNAGE
- NEMA PRISILNOG HLAĐENJA
 - TEMP. PODRUČJE JE OD 0-50°C (ZA PUN TERET), NAKON TOGA IZLAZNA SNAGA OPADA
↓
SA 2 W/°C DO 10 W/°C,
MAX SNAGA
- LOAD REGULATION → NAPONOM NAPIŠE ZA KOJI TERET !!
 - PROMJENA IZLAZNOG NAPONA OD 0,2% ZA BILO KOJI TERET (0-100%)

→ REGULATION TIME

- BRZINA ODZIVA ("TRANZIJENTNI ODZIV") ???
- NE RIŠE ZA KOJU PROMJENU IZLAZNE STRUJE, ODNOSNO TERETA

DA LI JE
TO TO?

PR 7 LAMODA KW!

→ EFIKASNOST → IAKO JE PREKIDAČKI REGULATOR,
KOD UREĐAJA MAME JMAGE JE EFIKASNOST
MAMA (~ 70 %)

→ LINE REGULATION → 0.4 %

→ NE RIŠE ZA KAKVU PROMJENU
ULAZNOG NAPONA

→ OSTA LOŠIJI NEGO KOD LINEARNIH
REGULATORA

→ LOAD REGULATION → NE RIŠE ZA KAKVU PROMJENU
IZLAZNE STRUJE, ODNOSNO
TERETA

→ RIPPLE → 150 mV (PREVIŠE)

→ OPERATING TEMPERATURE

→ OD -10°C DO 50°C RAD SA

MAX. SNAGOM, OD 50°C DO 70°C

RADA NA 25% OPTERETENJA SNAGE

↓
LINEARNO!

→ PIJE NAVEDENA BRZINA TRANZIJENTNE POJAVE

PR. 8. TRACO

→ IMA EMC COMPLIANCE → VEĆ ZADOVOLJENI
STANDARDI !!

→ POSTOJI NEKI ODREĐENI MINIMALNI TERET
KOJI MORA BITI NA IZLAZU, INAČE REGULIRANA
VOLTAJA POČNE ŠETATI → 10% DO UKUPNOG
TERETA
(BATERA)

→ INPUT VARIATION (LINE REGULATION)

→ NE PIŠE ZA KOJU PROMJENU ULAZNOG
NAPONA

→ LOAD VARIATION (LOAD REGULATION)

→ PIŠE !! (OD 10-90% MAX. TERETA)

→ HICCUP MODE → JEDAN OD NAČINA ZAŠTITE
UREĐAJA OD PREVELIKIH
STRUJA

→ KADA SE DETEKTIRA PPREVELIKA
STAVJA UREĐAJ SE AUTOMATSKI
UGASI, NAKON TOGA ČEKA ODREĐEN
PERIOD PA SE PONOVO POKUJA
UPALITI, AKO OPET DETEKTIRA
PREVELIKU STRUJU OPET SE
UGASI I TAKO STALNO.

PN 9 PTH04T240

- DATASHEET VEOMA OPŠIRAN, BAŠ IMA SVEGA,
- SLUŽI ZA NAPAJANJE FPGA SKLOPA,
- FPGA → FIELD PROGRAMMABLE GATE ARRAY
 - 1.8V → NAPAJANJE JEZGRE,
 - 3.3V → NAPAJANJE PERIFERIE
- NA IZLAZU MOŽE DATI STRAHOVITO VELIKU STRUJU OD
ČAK 10A.
- IZLAZNI NAPON JE MOGUĆE POSTAVITI IZMEĐU 0.6V I 2V UZ POMOĆ SAMOG JEDNOG OTPORNIKA.
KOJI SE STAVJA IZMEĐU PINOVA: VOAO I -SENSE ^{RSET}

- ZA ULAZNE KAPACITETE SE NAJVIŠE
PREDLAŽE KERAMIČKE KONDENZATORE

→ IZ RAZLOGA ŠTO IM JE REZONANTNA FREKV
VIŠA OD PODNUČJA NADA (NIKAD SE NEĆE
~~POJAVITI~~) I IMAJU VRLO MALI ESR!!

→ ESR → OTPOR U SERIJI U KONDENZATORU

→ ŠTO JE MANJE TO SE MOŽE PREDATI
VEĆA ENERGIJA, VEĆA STRUJA U
JEDINICI VREMENA (VEĆA SMAGA)

→ VAŽNO ZA TROŠILA KOJI IMAJU
VELIKE PEAK-OVE Vršnih STRUJA,
I VISOKE FREKVENCIJE (PEAK-OVI
SU VELIKI I DUGO TRAJU)

→ TREBA SE STRUJA BRZO PREDATI!!!

*

$C \gg \tau$ → VEĆI KAPACITET, VEĆA ENERGIJA

→ SPONJE SE PRAZNI!! ($\tau \gg C$)

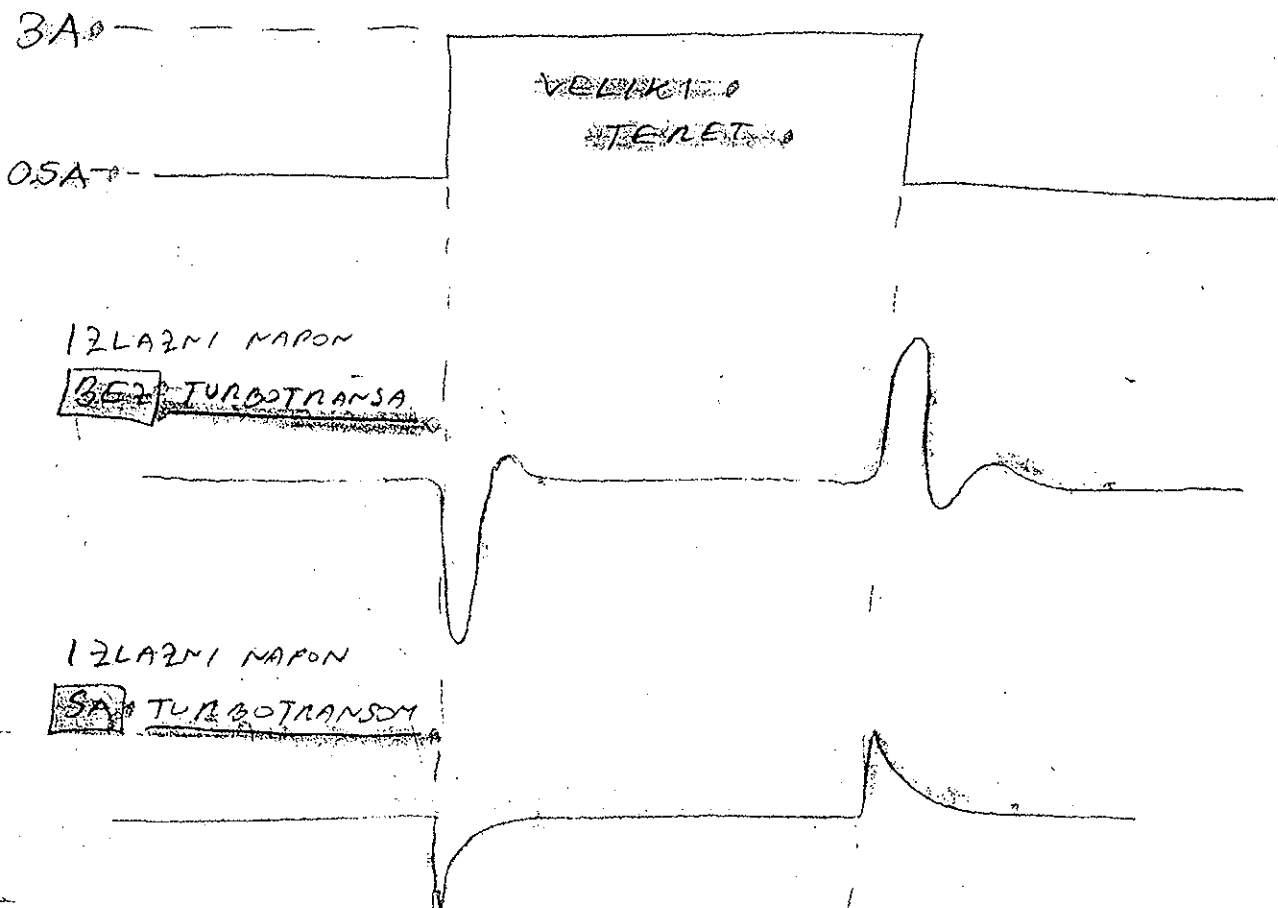
→ ŠTA AKO TREBAM Njegovu ENERGIJU, ALI
BRZO?? (RASTANE MALO I JE MALO)

→ TADA MI TREBA MALI ESR, INAČE NE
MOŽE KONDENZATOR TO PRATITI

→ TURBOTRANS → TEHNOLOGIJA KOJA
OMOGUĆAVA!

1. SMANJENJE IZLAZNOG
KAPACITETA
2. SMANJENJE PADA NAPONA I
VRIJEME STABILIZACIJE
KOD TRANSIJENTNE POJAVE
3. POVEĆANJE STABILNOSTI
KADA SE KORISTE IZLAZNI
KONDENZATORI VRLO MALOG
ESR = A

→ ZA NJEGOV RAD SU POTREBNI:
ODREĐENI IZLAZNI KONDENZATOR
(C₀ - VELIKOG KAPACITETA) I
OTPOR R_{T1}



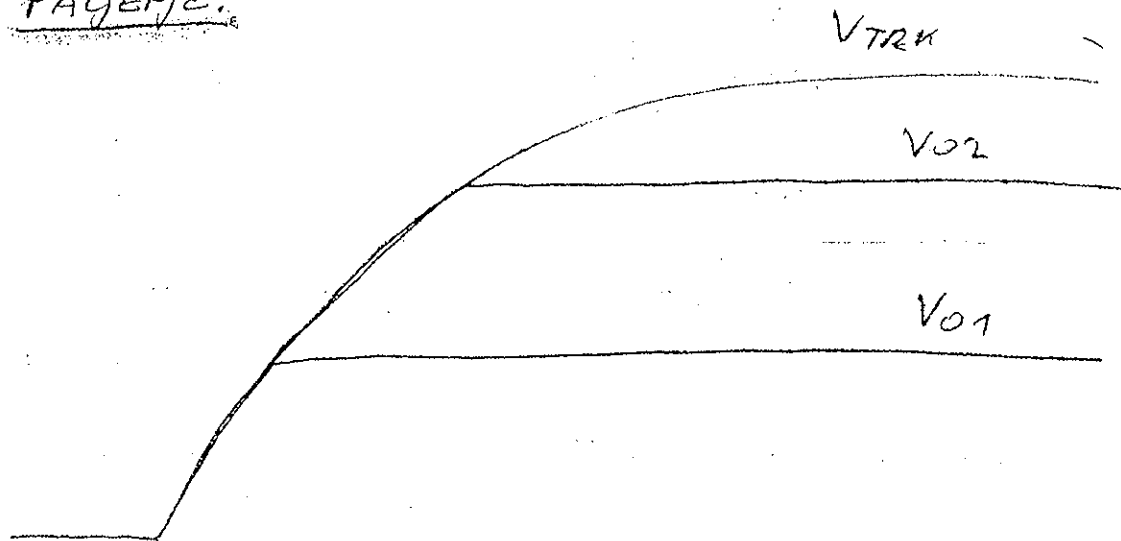
→ UNDERVOLTAGE LOCKOUT (UVLO)

- SUSTAV KOJI SE BRINE DA SE MODUL, TROŠILO, POČNE NAPAJATI TEK KADA NA, ULAZU U REGULATOR IMAMO DOVOLJNI ULAZNI, NAPON.
- RAZINA ULAZNOG NAPONA PRILIKOM KOJEG REGULATOR ZAPOČINJE SA RADOM JE DEFINIRANA IZNOSOM OTPORA ROVLO.
- AKO NEMA OTPORA, ONDA JE GRANICA POSTAVLJENA NA 1.05 V.

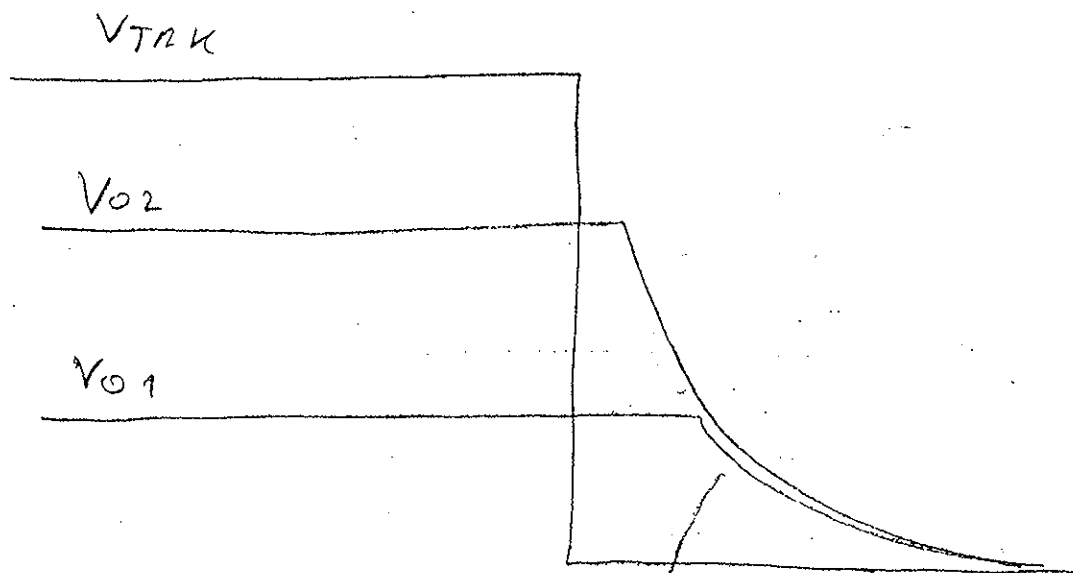
→ AUTO-TRACK FUNKCIJA

- ≠ SOFT START
- ZASNIVA SE NA TRACK PINU, KOJI SE MOŽE SPAJATI NA VIŠE DRUGIH MODULA.
- IZLAZNI NAPONI MODULA PRATE NAPON KOJI SE NALAZI NA TRACK PINU, SVE DO KAD NE DOĐU DO MERE SVOJE NOMINALNE VRIJEDNOSTI.
- KORISTI SE ZA SEKVENCIJALNO PAJENJE I GAŠENJE VIŠE MODULA.
- TRACK PIN IMA U SEBI RC KRAUG KOJI GENEIRA VALNI OBLIKI PRILIKOM PAJENJA.
- ISTOVREMENO SEKVENCIJALNO PAJENJE I GAŠENJE JE ČEST ZAHTEV DOSTA SUSTAVA.

PALJEJJE!



GAŠEME!



GAŠMEJE JE!
OGRAĐENO SLEW-RATE-OM

MAX. PROMJENA NAPONA
PO JEDINICI VREMENA
(GRANA PROMJENE)

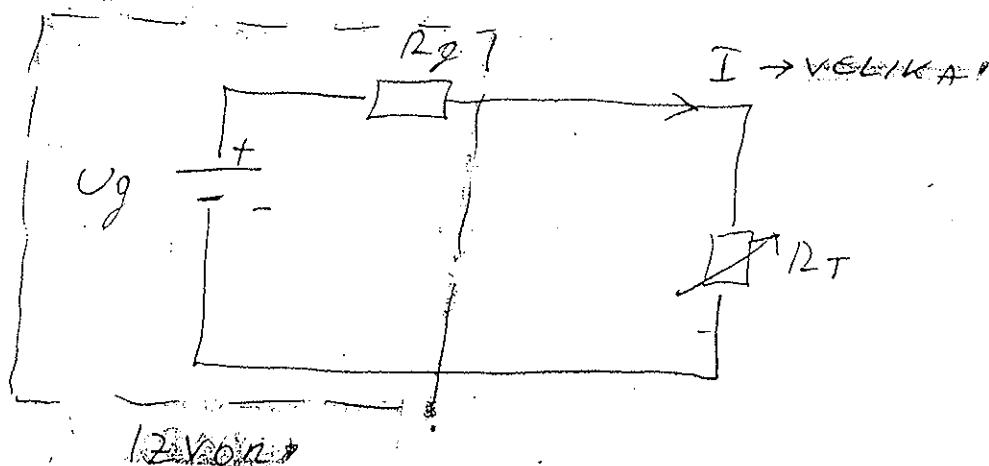
→ RCMOTE SENSE FUNKCIJA

- IDEJA JE DA REGULATOR POSTAVIMO ŠTO BLIŽE FPGA-U, NA TAJ NAČIN IMAMO KRATKE ŽICE, MALI OTPOR DA SE NE OGRANIČI STRUJA OD 10A
- VRLO JE BITNO VAŽNOST (BRZINA) PROMJENE STRUJE, ALI VELIKOM BRZINOM PROMJENE STRUJE JAVLJA SE I VEĆI PAD NAPONA NA ŽICI,

$$\mu = L \frac{di}{dt}$$

(ŽICA IMA INDUKTIVITET)

- OSIM TOG PAD NAPONA, MOGU IMATI I PAD NAPONA ZBOG VELIKE STRUJE KOJA PROLAZI KROZ UNUTARNJI OTPOR 12V OZNA (VELIKA JE STRUJA, PA IAKO IMAM MALI UNUTARNJI OTPOR, ON JE RELEVANTAN)

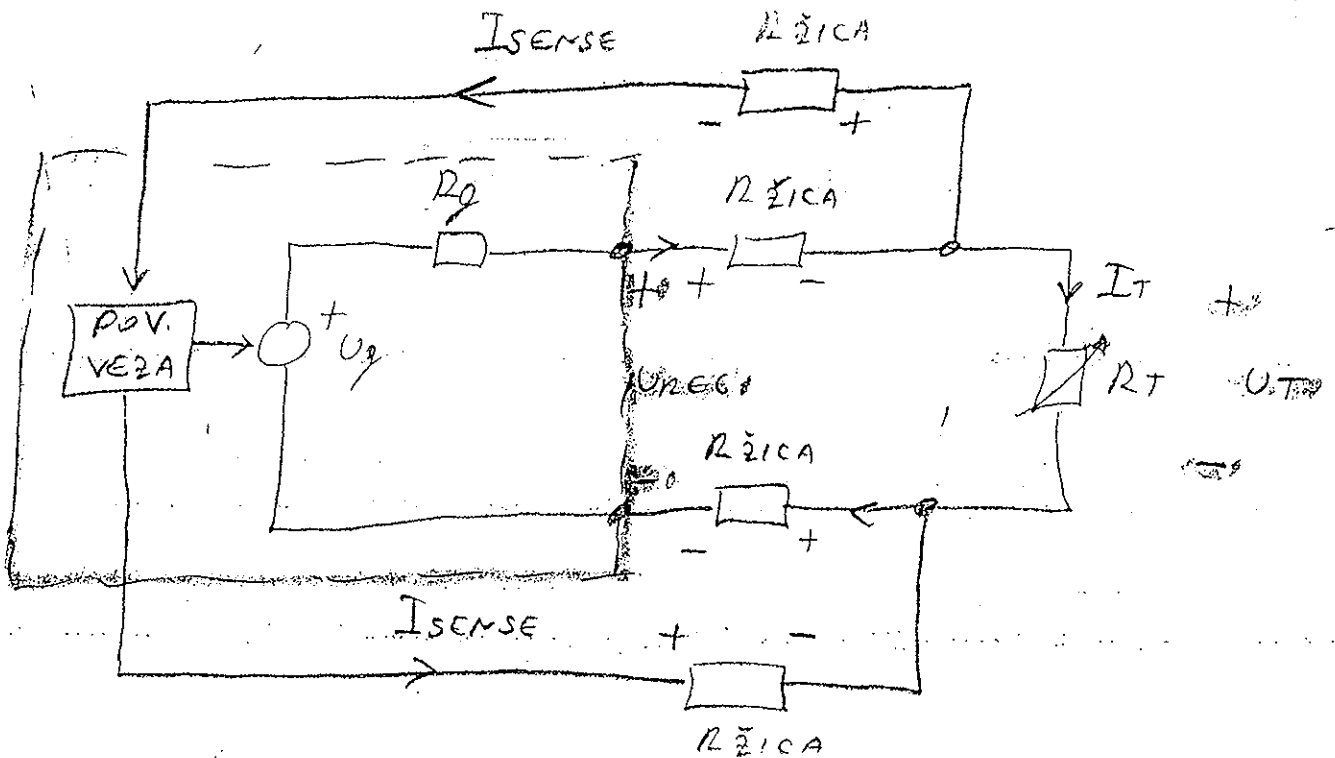


- KAKO IMATI KONSTANTAN NAPON NA TRŽIŠTU, NEOVISNO O IZNOSU STRUJE ILI BRZINI MJENE, PROMJENE

- RJEŠENJE:

POVRATNA VEZA !!

- Korigira se U_g tako da U_T bude KONSTANTAN



$U_{REG} \neq U_T$ (JEK IMA PADOVE NAPONA NA $R_{\Sigma CA}$ NA)

$$I_T \gg I_{SENSE}$$

5. PREDAVANJE (31.10.2013)

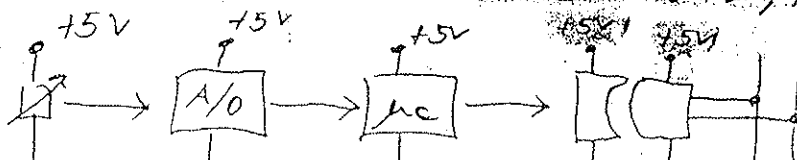
→ NASTAVLJA SE SA PRIMJERIMA

PR. 10. PTL500

- ZA MONTAŽU NA DISKANO PLOČICU
- ULAZNI RASPON: 18-40 V
- IZLAZNI RASPON: 1,2-15 V
- EFIKASNOST: 82 %
- ELEKTRIČNA IZOLACIJA DO 1500 V (GALVANSKO ODVAJANJE)
- METALNI OKVIR → ZA HLADENJE,
→ DA BI SE OSIGURAO PUT HLADENJU
- SADRŽI 1, SEKSE FUNKCIJU → DRŽI NAPON NA
REMOTE TERETU KONSTANTNIM,
POVEĆAVAJUĆI IZLAZNI
NAPON
→ NAPON KONSTANTAN NEOVISNO
O TERETU KOJI VUČE
- GALVANSKA IZOLACIJA → IZOLIRANI DIO SE MORA
NAPAJATI IZ VLASTITOG MODULA

→ MESMIJE BITI ZAJEDNIČKI
POTENCIJAL, TO NE VALJA !!!

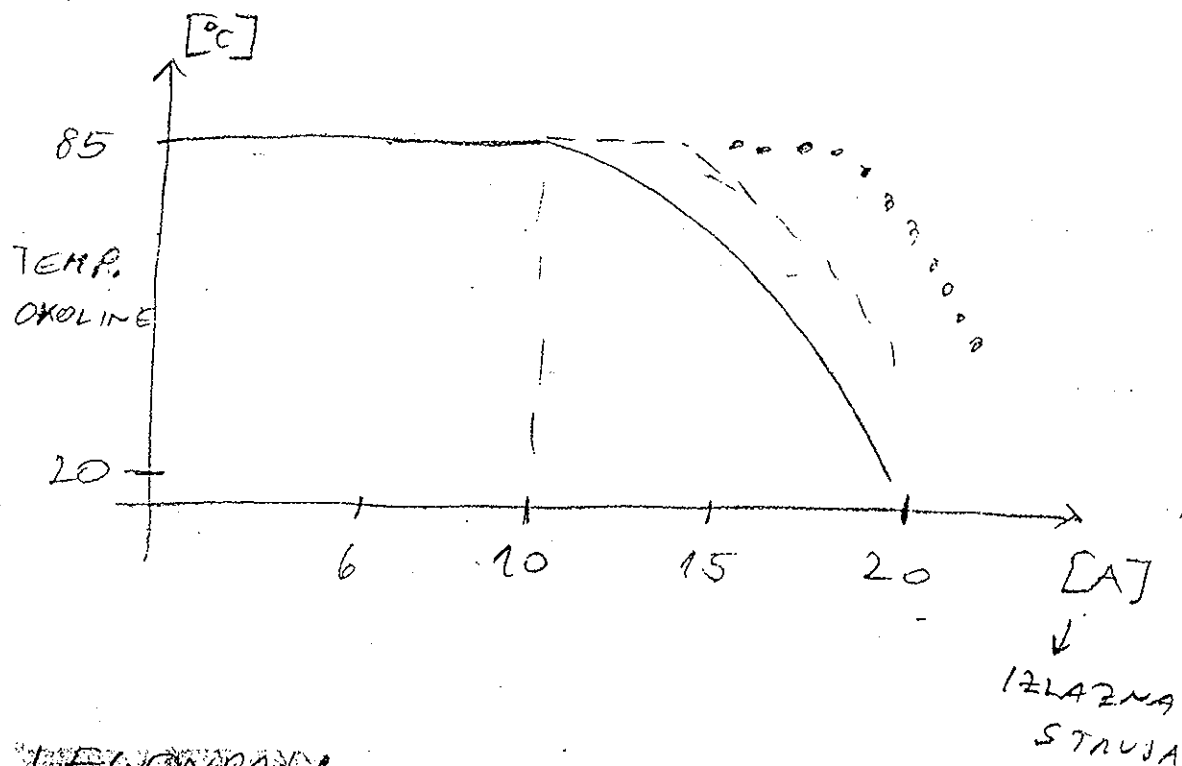
PR.



PR. 1A PT678520

- EKSTREMNO KOMPAKTAN REGULATOR
 - ULAZNI RASPON: 18-60 V (ŠIROK RASPON)
 - MAX. IZLAŽNA STRUJA: 200 mA
 - IZLAŽNI RASPON: 1.8-3.6 V
 - EFIKASNOST: 90% ($V_O = 3.3$ V)
 - SADRŽI REMOTE SENSE, AUTO TRACK FUNKCIJU
 - UNDER-VOLTAGE LOCKOUT (UVLO)
 - GALVANSKA IZOLACIJA
 - POVRŠINSKA MONTAŽA
 - TRANZIJENTNI ODZIV: $1 \text{ A}/\mu\text{s}$ LOAD STEP
50% TO 100% I_{MAX} } $t_R = 75 \mu\text{s}$
 $\Delta V_{TR} = \pm ? \% V_O$
- PRI PROMJENI TERETA (POVEĆANJE) OD 50% NA 100% TERETA (TERET SE DOPLO POVEĆA) DOĆI ĆE DO OSCILACIJA U NAPONU OD $\pm 3\% V_O$ U TRAJANJU OD 75 μs , PROJEKCIJA.
- STRUJA ĆE RASTI $1 \text{ A}/\mu\text{s}$
- NAKON 75 μs NAPON SE VRAĆA NA NOM. ALNU RAZIN
- OVISNO O OTPORU RSET (MEGOVOM IZNOSU) MOŽE SE NAMJEŠTATI IZLAŽNI NAPON, ("DATA TABLICA U DATASHEET-U")
 - IAKO JE 1.5 kV GALVANSKE IZOLACIJE KOJU MOŽE IZORŽATI, PITANJE JE KOLIKO DUGO MOŽE TAJ NAPON IZORŽATI (min, h, sec)??

- 3. PUTA MANJE OD 1,5 A V JE NAPON KOJI ĆE CIGELO VAJEME IZOLACIJA DRŽATI (DITO PIŠE ??)
- POVEĆANJEM IZLAŽNE STRUJE (SNAGE) TEMPERATURA OKOLINE ZA SIGURAN RAD UREĐAJA MORA BITI MANJA.
- PRITOM, VELIKU ULOU IGRA I HLADENJE, KOD PASIVNOG HLADENJA TEMP. OKOLINE VEĆ MORA SE SMANJIVATI IZ 10 A IZLAŽNE STRUJE A KO ŽELIMO DA NAŠ UREĐAJ NASTAVI RADITI.
- DOK S AKTIVNIM HLADENJEM → STRUJANJE ZRAKA VENTILATOROM TA GRANICA SE UDAĽAVA.



LEGENDA:

- → NEMA STRUJANJA (PASIVNO HLADENJE)
- - - → 100 LFM (LINEAR FEET PER MINUTE)
- • • → 200 LFM

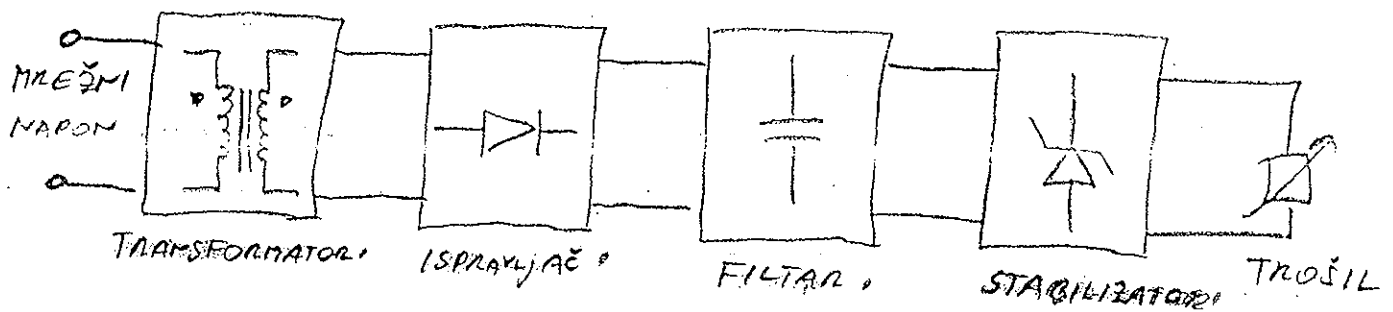
LFM → LINEAR FEET PER MINUTE

→ KOLIKO KUBIČNI STOPA ZNAKA SE
PROVUČE KROZ ELEKTRONIKU

→ SLUŽI KAO PARAMETAR PRI ODABIRU
VENTILATORA

1. ZRAČA LINEARNOG REGULATORA:

STRUKTURA STANDARDNOG LINEARNOG REGULATORA:



TRANSFORMATOR → ŠTITI OD NEDA VELIČINE ΔV
KOJI DOĐU POSREMEDO IZ MREŽE
→ ΔV SE KRATKO JAVLJAJU KOD
VELIKIH INDUKTIVNIH OPTEREĆENJA
(MOTORI)

→ GALVANSKA IZOLACIJA MORA BITI
U STANJU IZDRŽATI TAKVE NAPONI

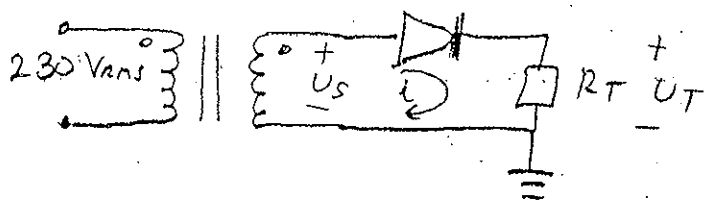
→ DOSTA KASNIJE JOŠ DOSTA RINEČI U
MJEMU (2. CIKLUS)

ISPRAVLJAČI

→ POLUVALNI

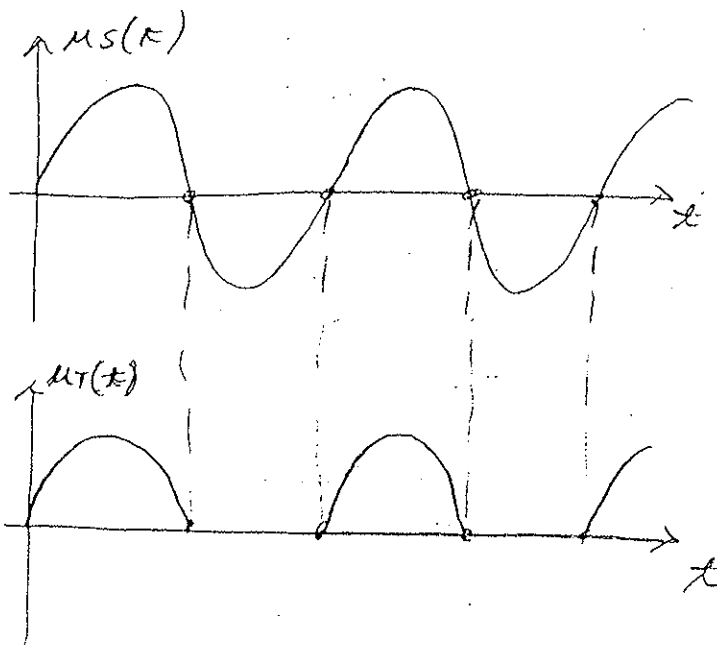
→ PUNOVALNI

0) POLUVALNI

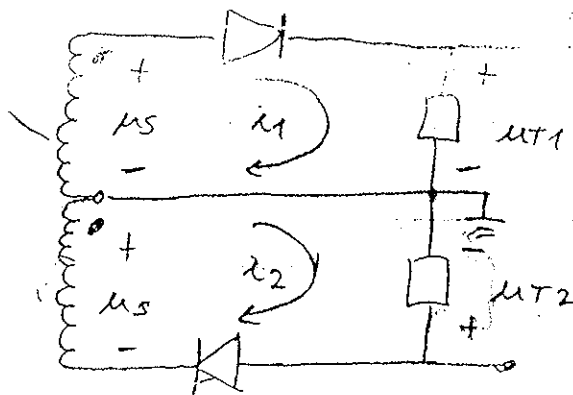


→ ZA MALU

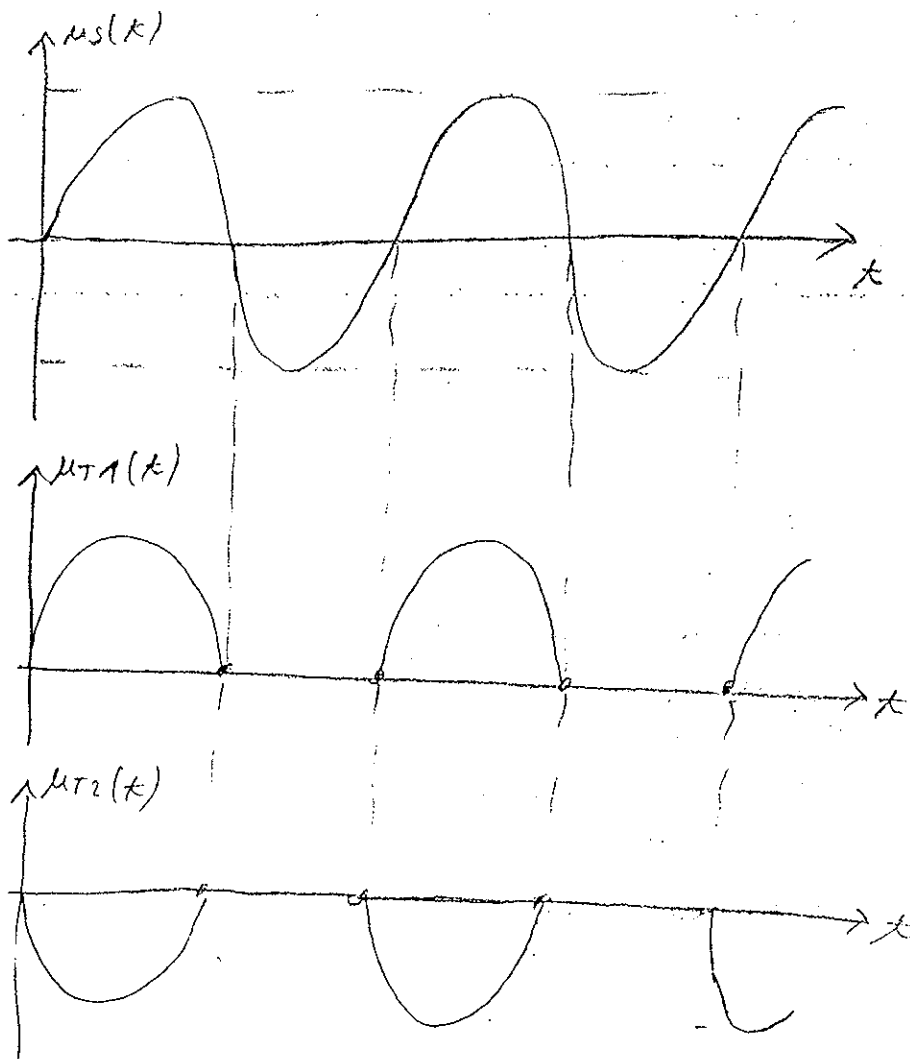
SNAGU !!
(STAVJE)



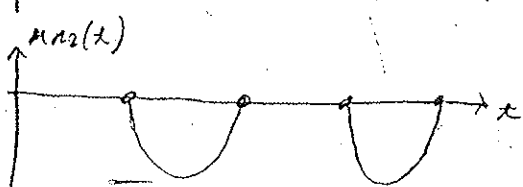
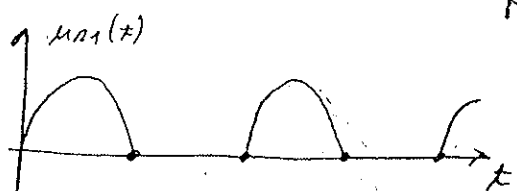
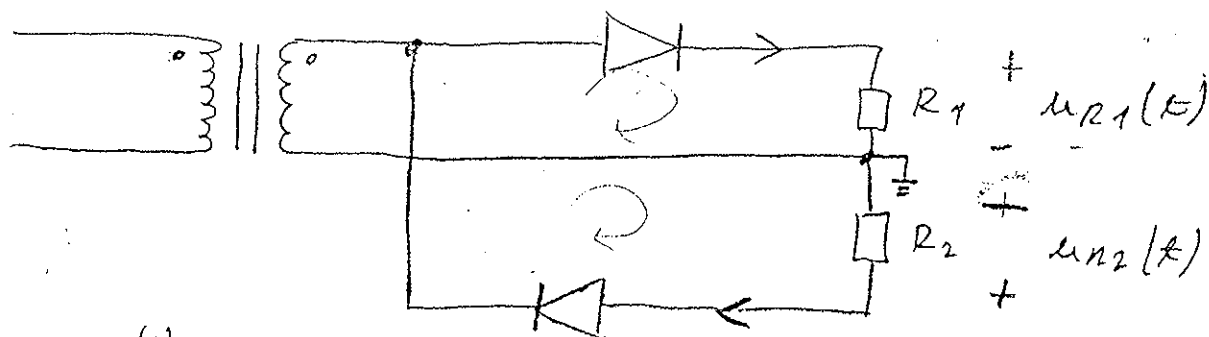
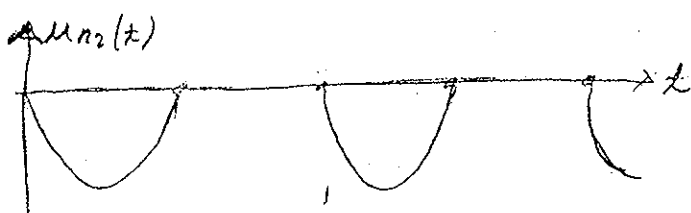
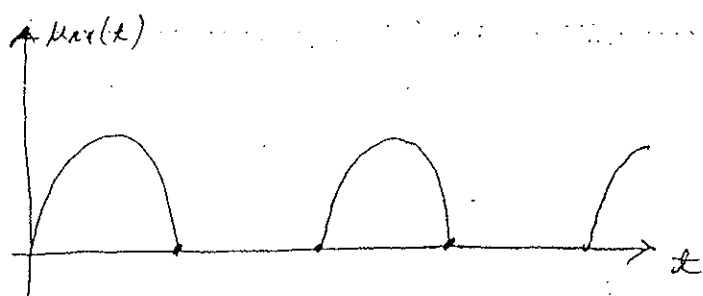
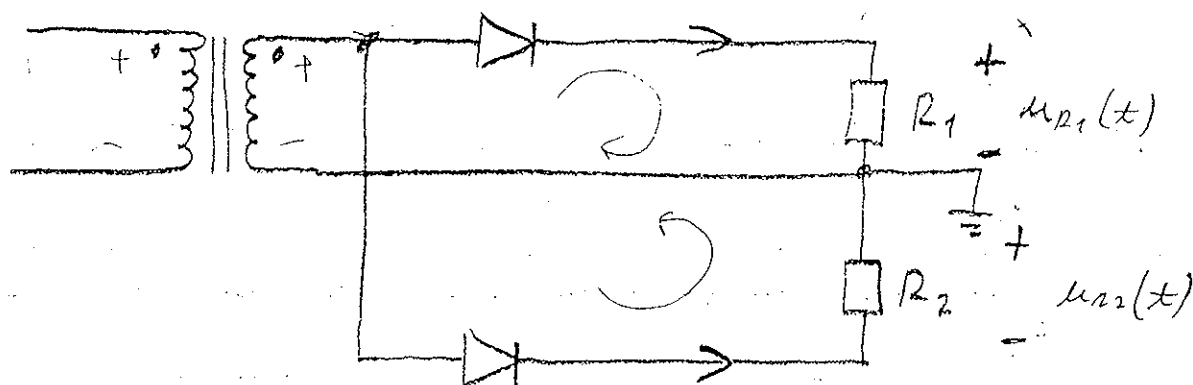
230Vrms



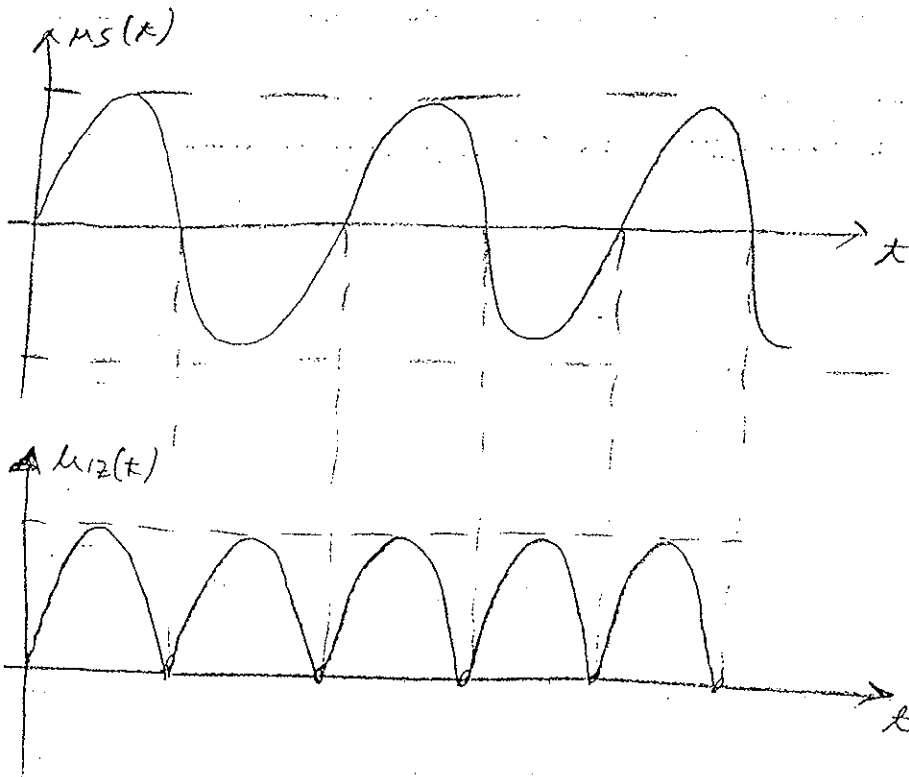
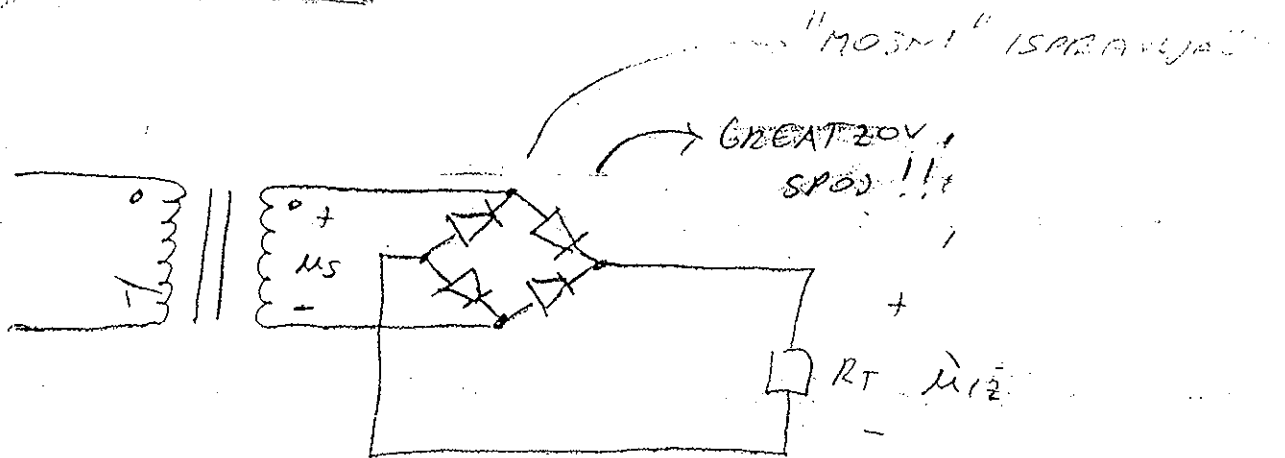
→ IMAMO DVA⁸
SEKUNDARA!!!

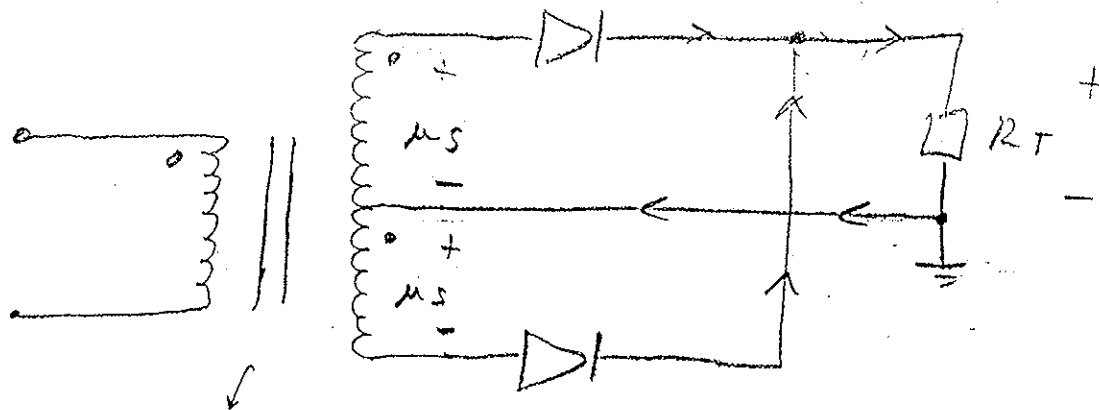


HEMA POLUVALNOG ISPRAVLJAČA S JEDNIM SEKUNDAROM
KOJI DAE NAPONE SUPROTNOG POLARITETA:



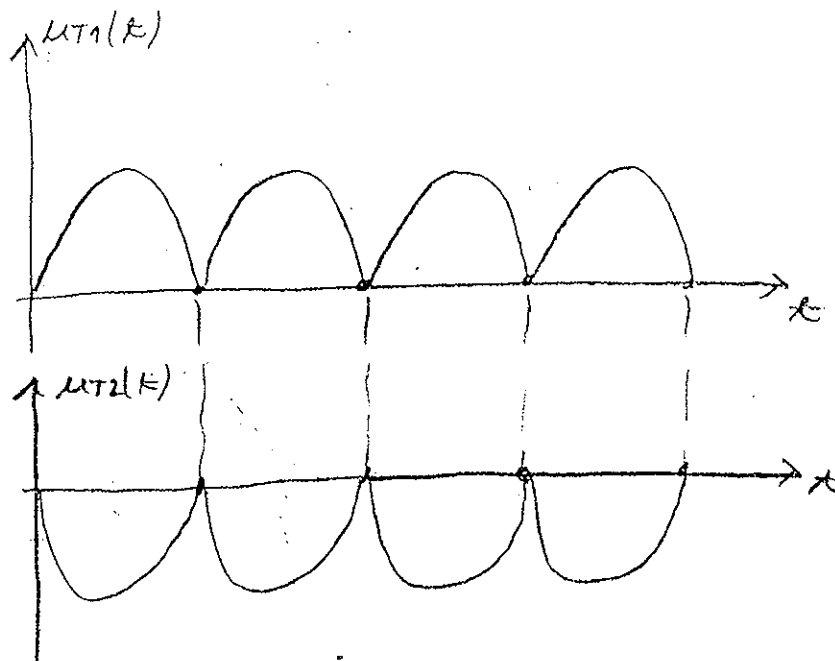
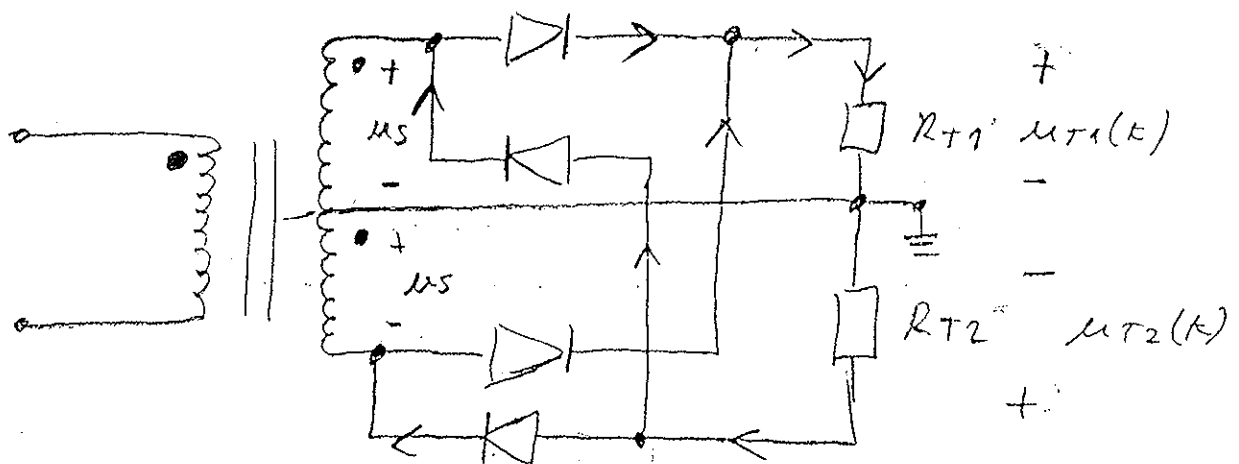
1) PUNOVARNI





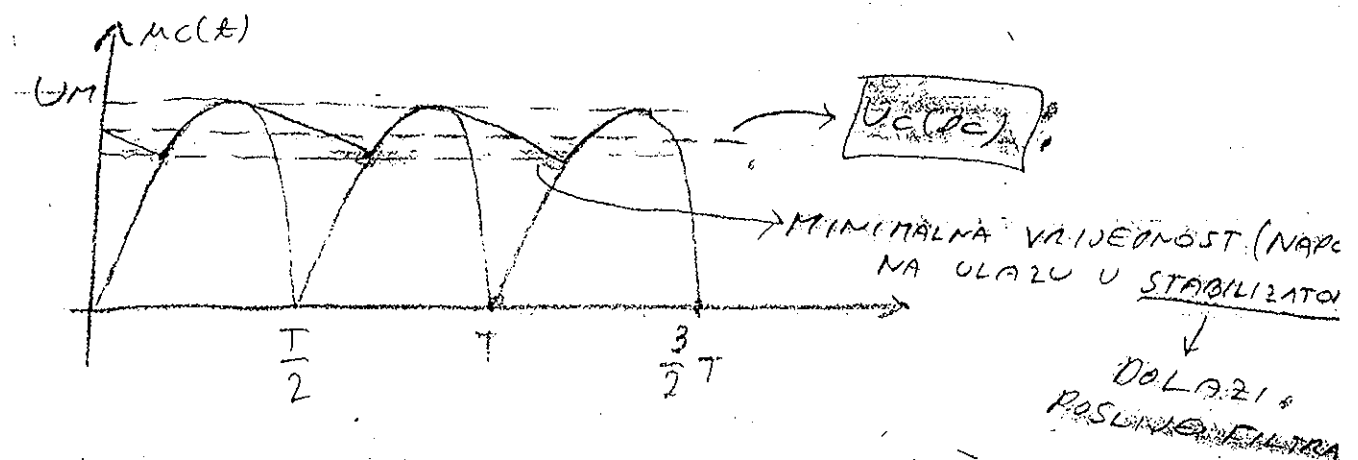
DVA SEKUNDOARA

— OPET ISTI VALMI OBLIK !!



FILTAR

NAPONA NA KONDEZATORU



- $U_0 \rightarrow$ VRIJEDNOST ODREĐENIMA OTPORIMA TRAFORA I DIODE ! (VIŠI PRORAČUN)

\rightarrow MENJA SE 230V PROMJENE MREŽNOG NAPONA

($230 + 10\% - 15\%$) I 200V PROMJENE TERETA
(VIŠE 200V PROMJENE TERETA NEGO MREŽNOG NAPONA)

PRORAČUN ELEMENATA KOD DIZAJNIRANJA

LINEARNIH REGULATORA

- KOD DIZAJNIRANJA LINEARNIH REGULATORA, ODNOSNO ODREĐIVANJE NEGOVIH PARAMETARA JOŠ UVIJEKI JE JE NAJBOLJE BAZIRATI, TEMELJITI SE NA GRAFOVIMA

KOJE JE JOŠ 1943. NAPRAVIO SCHADE

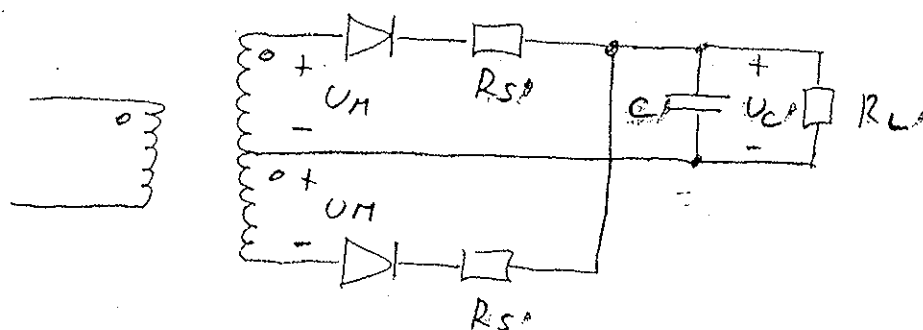
- SCHADE \rightarrow NJEMAC IZ 20 ST. KOJI JE BIO PROMISLOVAC U RAZVOJU TELEVIZIJE, NAPOČITO KOD POBOLJŠANJA OŠTRINE I DRUGIH KVALITETA SLIKE

- SCHADE-OVI GRAFOVI PRIKAŽUJU OVISNOSTI
OTPORA R_S , R_L , FREKVENCIJE, KAPACITETA C ,
NAPONA NA KONDENZATORU, NAPONA NA
SEKUNDARU TE SREDNJE I VRŠNE VRIJEDNOSTI
STRAJE KROZ DIODU

- NA TEMELJU TIH GRAFOVA SE MOŽE UOČITI DA
ZAHTEJEVI NEKIH PARAMETARA SU KONTRADIKTORNI,
PA SE MORA ODABRATI RJEŠENJE KOJE ĆE ZAODOVOLJITI
SVE PARAMETRE (NAPRAVITI KOMPROMIS)

OPREMNATO:

PUNOVALNI ISPRAVLJAČ!



$U_M \rightarrow$ MAX. NAPON NA KONDENZATORU KAD NEMA TERETA

$U_C \rightarrow$ NAPON NA KONDENZATORU, TERETU (PRI PUNOM

$R_L \rightarrow$ OTPOR TERETA

TERETU, MAX.

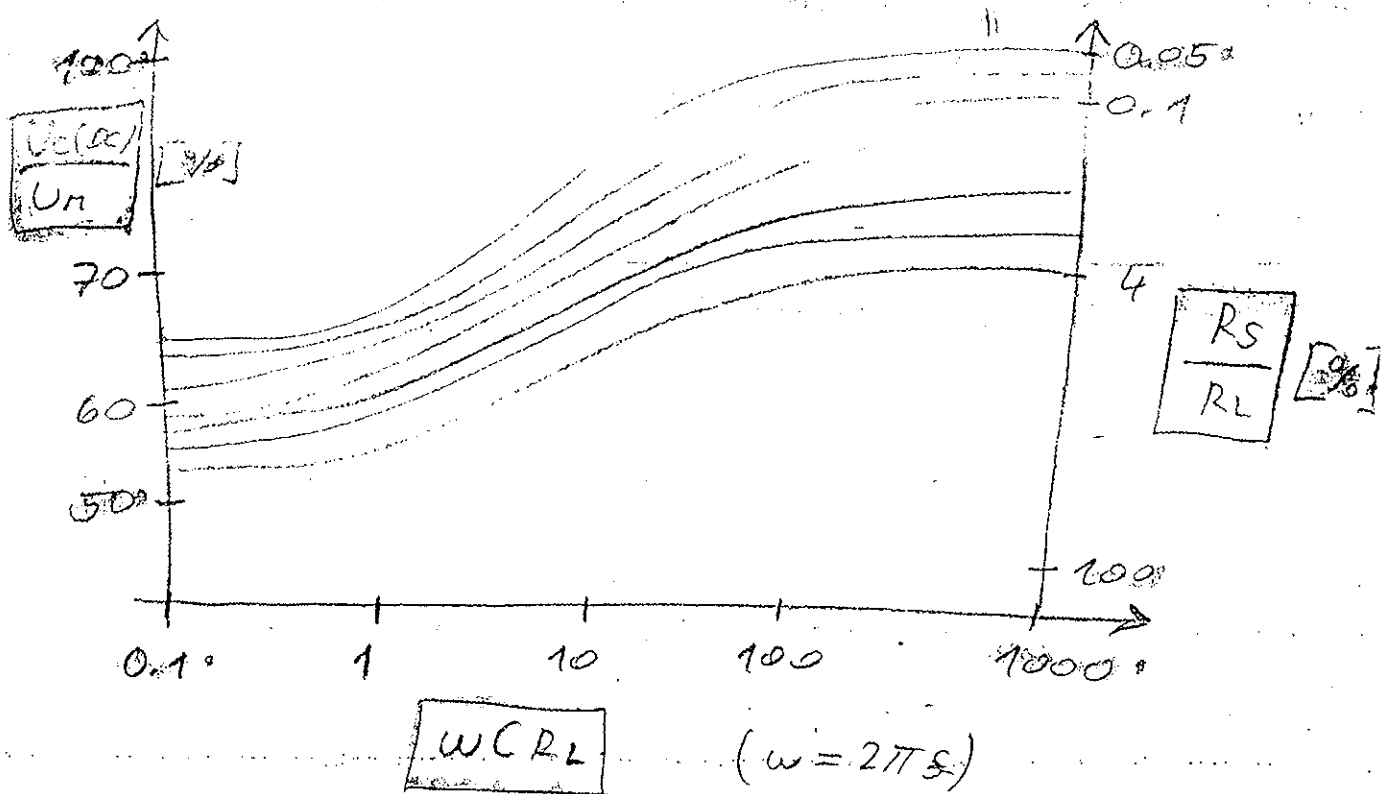
STRAVA TE ĆE

KROZ REGULATOR

$R_S \rightarrow$ PREDSTAVLJA UKUPNI SERIJSKI OTPOR

(OTPOR PRIMARA PRESLIKAN NA SEKUNDAR,

OTPOR DIODE, OTPOR ŽICE ...)



- OVO JE SAMO SKICA GRAFA !!!

- IZ OVOGA GRAFA MOŽEMO UOČITI DA NA OSLOMOTAMA IMAMO: $\frac{R_s}{R_L} \rightarrow$ OMJER OTPORA REGULACIJSKOG KRAJA I OTPOR TERETA (IZRAŽENO U POSTOCIMA)

$\frac{U_c(oc)}{U_m} \rightarrow$ OMJER ^{PROSJEČAN} IZLAZNE NAPONA (NAPONA NA KONDENZATORU) I NAPONA SEKUNDARA (IZRAŽENO U POSTOCIMA)

- DOK NA OSLOMOTAMA IMAMO: JE TO ISTO?? \sim MAX. NAPON NA C-U BEZ TERETA

$wRL \rightarrow$ Gdje je R_L izražen u OHMA, a C u FARADIMA

\rightarrow KAO PROMJENJIVI FAKTOR, ČLAN SE GLEDA KAPACITET C

\rightarrow ZAPRAVO PREDSTAVLJA GORNJU GRANIČNU FREKVENCIJU FILTRA (NF) $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$

- KOD OVOG GRAFA BI SE TEŽILO DA JE

$\frac{R_S}{R_L}$ ŠTO MANJI, ODNOSNO DA JE ZAPRAVO R_S .

ŠTO MANJI I DA JE $\frac{U_C(OC)}{U_M}$ ŠTO VEĆI, JER

ŽELIMO DA ŠTO MANJE NAPONA IZGUBIMO NA PUTU
OD SEKUNDARA DO TERETA (ŽELIMO DA BUDU ISTI
NAPONI)

- VIDLJIVO JE DA SU TA DVA ZAHTEVA:

$\frac{R_S}{R_L} \rightarrow$ ŠTO MANJI

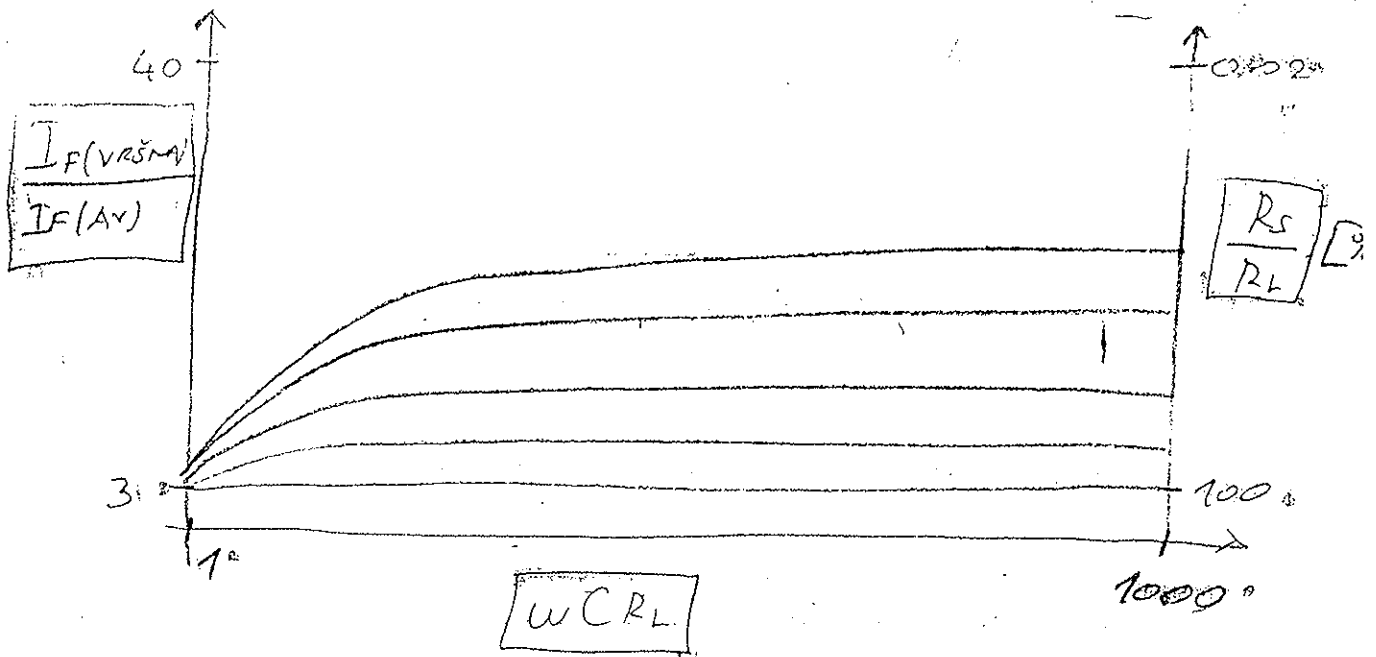
$\frac{U_C(OC)}{U_M} \rightarrow$ ŠTO VEĆI

MEĐUSOBNO POVEZANA, ŠTO JE PRVI ZAHTEV
MANJI, TO JE DRUGI VEĆI (ZARADAK SKE SUPER)

- SADA U IGRU ULAZI W_{RL} , ODNOSNO TOČNIJE C .

\rightarrow DA JOŠ VIŠE UDOVOLJIMO GORNJIM, PRIJAŠNJIM
ZAHTEVIMA TREBALI BI UZETI VELIKI C .

\rightarrow MEĐUTIM KADA JE C VELIK TO PREDSTAVLJA
PROBLEM (SLJEDEĆI GRAF).



$I_F \rightarrow$ STRUJA KROZ DIODU
 \rightarrow "FORWARD CURRENT"

\rightarrow OVDJE SE VIDI DA ŠTO JE C VEĆI TO ĆE VRŠNA STRUJA KROZ DIODU BITI NEKO LIKO PUTA VEĆA NEGO SREDNJA STRUJA

\rightarrow DAKLE NEMOJE SE UZETI PREVELIKI C JER DIODA MEĆE USPIJETI IZDRŽATI STRUJU KOJA KROZ NJU PROLAZI: VRŠNU.

\rightarrow VRŠNA STRUJA SE JAVLJA I KOD PALJENJA REGULATORA, KADA JE KONDENZATOR PRAZAN, TADA JE VRŠNA STRUJA JE ONAKA $\frac{U_{ZEM}}{R_S} \rightarrow$ I TADA JE NAJVEĆA!!

\rightarrow DAKLE OSIM O $C-U$, VRŠNA STRUJA KROZ DIODU OVISI I O R_S-U (VIŠE O R_S-U NEGO O $C-U$) Gdje SE TEŽI DA R_S BUDE ŠTO VEĆI

\rightarrow SADA PAK VEĆ IMAMO DOSTA KONTRADIKTORNIH ZAHTEJEVA

ZAHTEJEVI (ZA SADA):

$U_{CC(OC)}$ → ŠTO VEĆI

U_M → ŠTO MANJI GUBITAK NAPONA, ENERGIJE
NA REGULATORU

→ DA BI TO IMALI:

$$\boxed{\begin{array}{l} W_{RL} \rightarrow \text{VELIK} \\ \frac{R_S}{R_L} \rightarrow \text{MALI} \end{array}}$$

$I_F(\text{VRŠNA})$ → ŠTO MANJI

$I_F(\text{AV})$ → ŽELIMO ŠTO MANJU VRŠNU STRUJU KROZ
DIODU, JER INAČE NEĆE TO MOĆ IZDRŽATI!!

→ DA BI TO IMALI:

$$\boxed{\begin{array}{l} W_{RL} \rightarrow \text{MALI} \\ \frac{R_S}{R_L} \rightarrow \text{VELIK} \end{array}}$$

→ PR. ZA $\frac{R_S}{R_L} \approx 0.1\%$, ONDA BI

$$\frac{I_F(V)}{I_F(AV)} = 10^{-17} \rightarrow \text{NEDOPUSTIVO!!!}$$

$$I_F(AV) = 1A \rightarrow \boxed{I_F(V) = 17A}$$

ZAKLJUČAK:

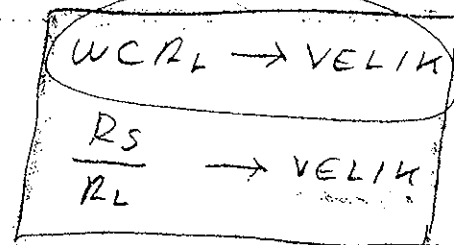
→ PAD NAPONA, DISIPACIJA ENERGIJE, UNUTAR REGULATORA
I VRŠNA STRUJA KROZ DIODU SU U POTPUNOSTI
KONTRADIKTORNI ZAHTEJEVI!!!

- DA SE STVAR JOŠ VIŠE ZAKOMPLICIRA POSTOJ I
ODREĐENI ZAHTEVI KOJIMA SE TEŽI DA VALOVITOST
IZLAZNOG NAPONA BUDE ŠTO MANJA.

- VALOVITOST IZLAZNOG NAPONA LINEARNO PADA,
KAKO WCRL RASTE, TE ĆE BITI VALOVITOST
MANJA ŠTO JE $\boxed{\frac{R_S}{R_L}}$ VEĆI.

$\gamma \rightarrow$ FAKTOR VALOVITOSTI, ŠTO MANJI

\rightarrow DA BI TO IMALI:



LOGIČNI!

- ŠTO JE C VEĆI
TO JE MANJA GORNJA
GRANIČNA ξ
(BOLJE PRIGUŠENJE)

PRAKSA:

- U PRAKSI SE UZIMAJU VRIJEDNOSTI OKO KOJEGA, KOD
PRVE SLIKE SA $\boxed{\frac{U_c(OC)}{U_M}}$ I TEŽITI DA JE $\boxed{\frac{U_c(OC)}{U_M}}$ OKO 70-80%
TAKO DA SE MOŽE ODABRATI NEKI "PRISTOJAN" R_S

MATEMATIČKI PRORAČUN:

1.) POZNATI PARAMETRI SU:

$U_C(DC) \rightarrow$ ^{SRÉDNÍ} NAPON NA KONDENZATORU, TERETU
 \rightarrow PRI MAX. OPTEREČENÍ (TEČE MAX,
STUJA KAO REGULATOR)

$U_{RIPPLE}(\pi\pi) \rightarrow$ ^{IZLAZNOG}
↑
MAKSIMALNA VALOVITOST NAPONA
(PEAK-TO-PEAK) BEZ TERETA;

$U_M \rightarrow$ MAKSIMALNI NAPON NA C-U KADA
NEMA TERETA (ISTO JTO I NAPON SEKUNDARA ??)

$I_O \rightarrow$ IZLAZNA STUJA PRI MAX. OPTEREČENÍ

$S \rightarrow$ FREKVENCIA ULAZNOG KRUGA

$R_L \rightarrow$ UZIMAMO KAO MAX. TERET KOJEG;
SKLOP MOŽE IZDRŽATI,

KROJIS POČINJEN OD MINIMALNOG NAPONA NA ULAZ U STABILIZATOR.
(NESTABILIZOVANOST)
LM...

2.) PRVO ODREĐUJEMO FAKTOR VALOVITOSTI:

$$\gamma_S = \frac{U_{RIPPLE}(\pi\pi)}{2 \sqrt{2} U_C(DC)} \times 100\%$$

\rightarrow NA TEMELJU FAKTORA VALOVITOSTI KOJEMU TEŽIMO,
IZ GRAFA SE MOŽE ODREDITI RASPON VRIJEDNOSTI
WCRL KOJI NAM OMOGUĆUJU DA TU VALOVITOST
OSTVARIMO

3.) POŠTO ZNAMO $\frac{U_{C(OC)}}{U_M}$ I IMAMO RASPON

PODRUČJA ZA W_{CRL} TADA ODABIREMO ODGOVAJUĆU

VRIEDNOST ZA $\frac{R_S}{R_L}$

VRIEDNO

— PRI TOME JE VAŽNO ZA NAGLASITI DA AKO JE RASPE

$W_{CRL} > 10$ (KOJEG SMO DOBILI IZ PRETHODNOG

KORAKA) TADA JE POTREBNO ODABRATI NAJMANJU

VRIEDNOST ZA W_{CRL} KOJA SE NAĐI U TOM

RASPONU ILI NAPRAVITI NEKI KOMPROMIS SA $\frac{R_S}{R_L}$

$\frac{R_S}{R_L}$

4.) NAKON ODABIRA TOČNE VRIEDNOSTI W_{CRL} POTREBNO JE ODREDITI VRIEDNOST SAMOG KONDENZATORA (JER DRUGE VRIEDNOSTI IMAMO):

$$C = \frac{W_{CRL}}{2\pi f \left(\frac{U_{C(OC)}}{I_0} \right)}$$

\downarrow $\sim R_L$

5.) SADA SE ODREĐUJU VRIEDNOSTI ISPRAVLJAČA:

$$I_{F(AV)} = I_0 \text{ ZA POLUVALNO ISPRAVLJANJE}$$

$$= \frac{I_0}{2} \text{ ZA PUNOVALNO ISPRAVLJANJE}$$

→ IZ POZNATIH VRIEDNOSTI SE SADA ODREĐUJE

$I_{F(RMS)}$ I $I_{F(VKSM)}$ PUTEM GRAFOVA

- MAKSYMALNA (VRŠNA) VRIJEDNOST NAPONA KOJI
 ĆE SE POJAVITI NA DIODI KADA JE ZAPORNO
 POLARIZIRANA JE U_M ILI $2U_M$ (ZAPORNI NAPON
 → MORA TO MOĆ IZDRŽATI (UZETI 20-50% VEĆE GRANICE, ZA SVAKI
 SLUČAJ)
 → MAKSYMALNA STRUJA (VRŠNA STRUJA) KROZ
 DIODU!

$$I_F = \frac{U_M}{R_S + \textcircled{ESR}}$$

MINIMALNI EKVIVALENTNI
 SERIJSKI OTPOR KONDENZATORA.

6. SPECIFIKACIJE TRANSFORMATORA:

- RMS NAPON NA SEKUNDARU!

$$U_S = \frac{U_M + n}{\sqrt{2}}$$

$n=1$
 ILI
 $n=2$ } OVISNO O
 SKLOPU
 ISPRAVLJAČA
 → PUNOVALNI MOSNI

- UKUPNI OTPOR SEKUNDARA I DA LI SE
 TAJ OTPOR SLAŽE S PROCJENAMA ZA R_S

- STRUJA SEKUNDARA:

I_{RMS}
 ILI
 $\sqrt{2} I_{RMS}$ } OVISI O
 SKLOPU
 ISPRAVLJAČA
 RMS STRUJA
 ISPRAVLJAČA
 → PUNOVALNI MOSNI

→ PRIVIOMA SNAGA TRANSFORMATORA :

POLUVALNI $\leftarrow U_s I_{rms}$

ILI

PUNOVALNI

SA 2 SEKUNDARA

$\leftarrow 2 U_s I_{rms}$

ILI

PUNOVALNI

MOSNI

$\leftarrow \sqrt{2} U_s I_{rms}$

OVISI O

SKLOPU

ISPRAVJAČA

6. PREDAVANJE (07.11.2013)

→ STABILIZATORI

LM317

→ IZLAZNI NAPON: 1.2 - 57 V

→ IZLAZNA STRUJA: 1.5 A (MAKSIMALNO, ZA
 $U_{UL} - U_{IZL} \leq 15 V$)

0.3 A (ZA $U_{UL} - U_{IZL} \leq 60 V$)

→ UVJET!

$$3 V \leq U_{UL} - U_{IZL} \leq 60 V$$

$$I_{L, \min} = 10 \text{ mA}$$

→ MINIMALNA STRUJA KOJA
MORA TEĆI NA IZLAZU

→ JAKO DOBRI LINE I LOAD REGULATION

↓
OPET
MORA BITI
 $I_L = 10 \text{ mA}$!

→ $U_{REF} = 1.25 V$ → NAPON IZMEĐU V_{OUT} I ADJ
PINOVA

→ $I_{ADJ, \max} = 5 \mu A$ → STRUJA KOJA TEČE KROZ ADJ
GRANU
→ MALA STRUJA (OD 10 !!)

→ ZA $I_L > 1.5 \text{ A}$ KAO I ZA $U_{UL} - U_{I2L} > 60 \text{ V}$

JE POTREBNO IZMISLITI NEKI DRUGI NAČIN

ODREŽATI

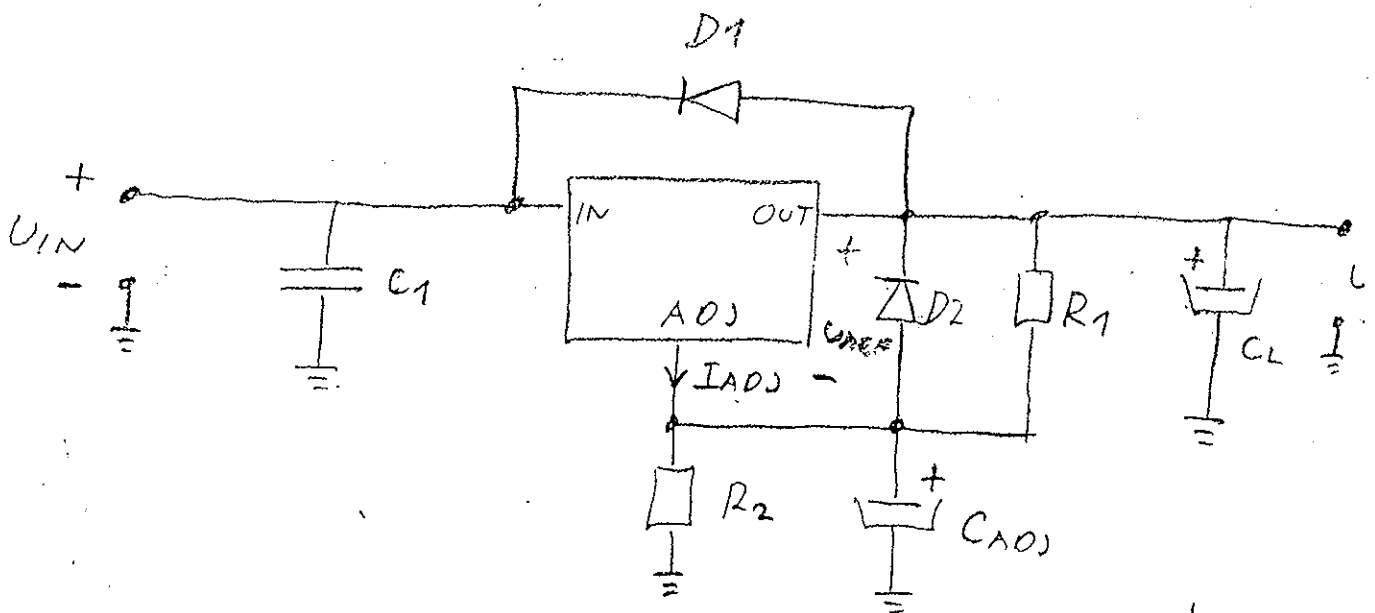
→ VEĆ JE PRILIKE REČENO DA JE MINIMALNI PAD NAPONA
NA LM317 3 V → 2000 U_{BE} -OVA TRANZISTORA
U STABILIZATORU, OTPORNIKA...

→ PREKOSTRUVNA ZAŠTITA

→ ZAŠTITA OD PREGRIJAVANJA

→ OVAJ STABILIZATOR JE PLIVAJUĆEG (FLOAT)
TIPIA → ŠTO ZNAČI DA NE ZAHTEVA SPRAVLJANJE
NA NEKI REFERENTNI POTENCIJAL

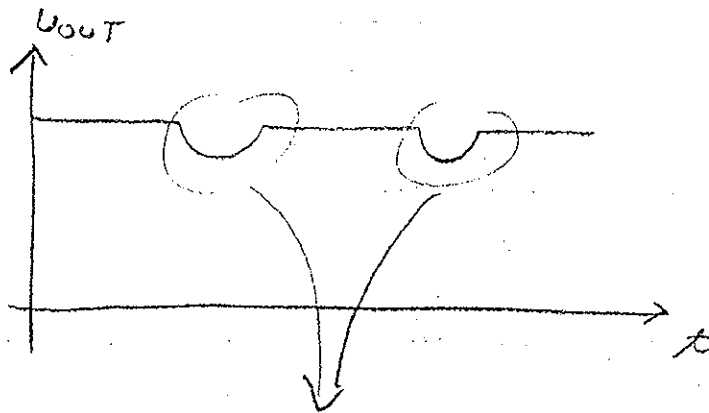
HEMA:



$$U_{OUT} = U_{REF} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{ADJ} \cdot R_2$$

$$U_{OUT} = 1.25 \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{ADJ} \cdot R_2$$

→ NA TEMELJU OTRPORA MOGUĆNOST DEFINIRANJA
IZLAZNOG NAPONA



KADA NIJE
ZADOVOLJENO! $U_{IN} - U_{OUT} \geq 3V$

KONDENZATORI

C_1 → ULAZNI KAPACITET

→ POTREBAN AKO SU ŽICE UOBLJENE OKO 10 cm
(6 inča) OD STABILIZATORA DO IZLAZNOG FILTRA
OD ISPRAVLJAČA (DUGE ŽICE)

→ TADA POSTOJI INDUKTIVITET (IMPEĐANCIJA) Zbog
DUŽINE ŽICE KOJU SMAMIN SA KAPACITETOM (ZA C_1)

→ ZA STABILNOST POVRATNE VEZE

→ PREPORUČA SE KORISTITI 0.1 μF KERAMIČKI
ILI 1 μF TANTAL KONDENZATOR

↓
ISTO MALI
INDUKTIVITET

↓
IMA NAJMANJI
UNUTARNJI
INDUKTIVITET

ČADJ → ZA SMANJENJE IZLAŽNE VALOVITOSTI

→ SPRAVEČAVA POVEĆUJE VALOVITOST, AKA
SE IZLAŽMI NAPON POJAČAVA

→ AKO SE GA ODLUČI KORISTITI, POTREBNO
JE DODATI I ZAŠTITNE DIODE ZA
NJEVOVO SIGURNO PRAEJENJE

→ OPCIONALAN

→ UŽET $\sim 10 \mu F$ → TANTAL ILI KERAMIČKI

1 μF TANTAL ^{SOLID} = 25 μF ALUMINIJSKI → DATASHEET
1 μF TANTAL = 10 μF ELEKTROLITSKI } ~ ZA VISOKE F!
→ KADIS REKO!!

→ OPCIONALAN

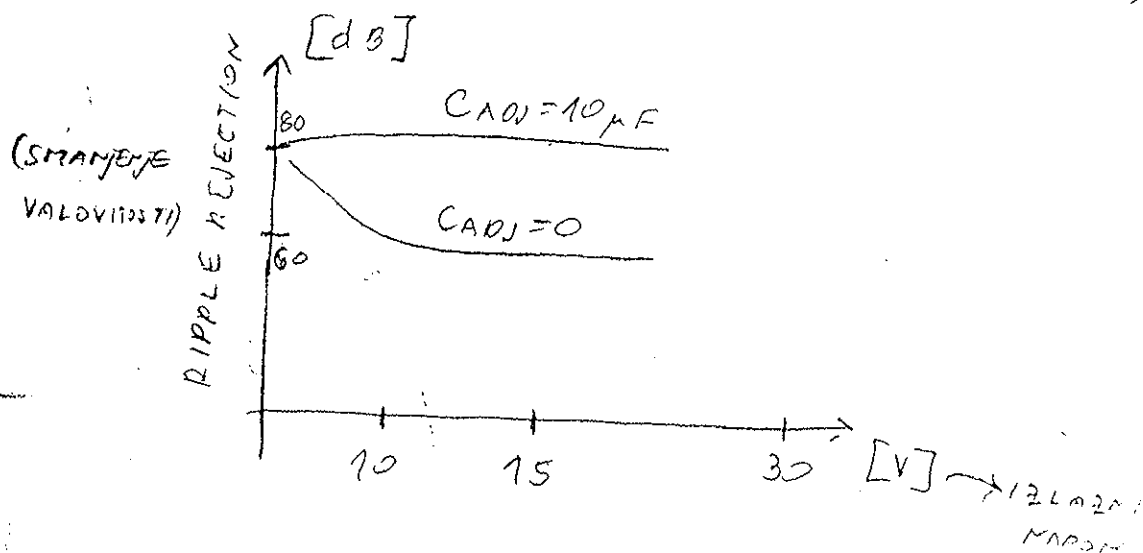
C_L → IZLAŽMI KAPACITET

→ ZA POBOLJŠANJE TRANZIJENTNOG ODZIVA

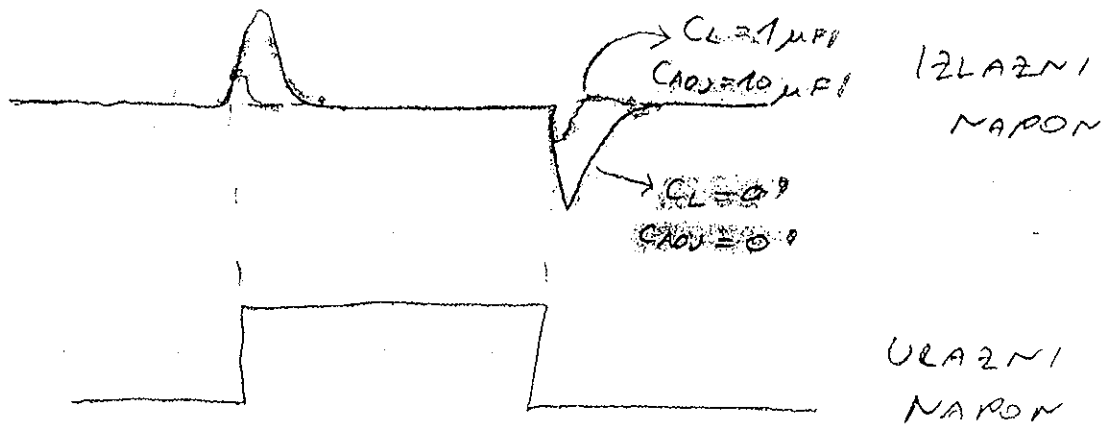
→ UŽET $\sim 1 \mu F$ TANTAL (ILI ALUMINIJSKI) (VIŠE OD $10 \mu F$)

→ POTREBNO DODATI
ZAŠTITNU DIODU U
SKLOPUJE

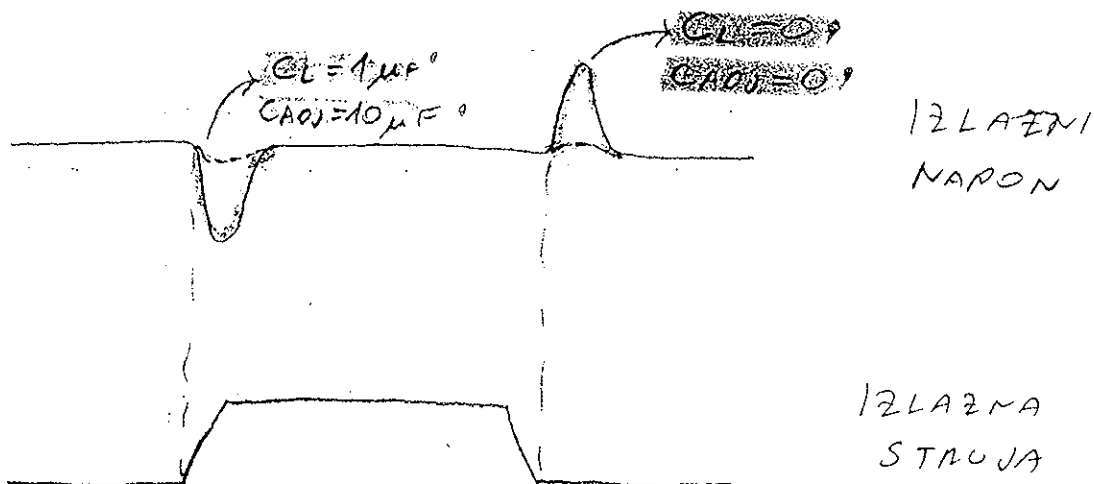
GUBI EFIKASNOST
POBOLJŠANJA)



LINE TRANSIENT RESPONSE



LOAD TRANSIENT RESPONSE



DIODE

- SLUŽE KAD ZAŠTITA ZA STABILIZATOR
- ZA SIGURNO PRAŽNJENJE KONDENZATORA (CAOJ I CL)

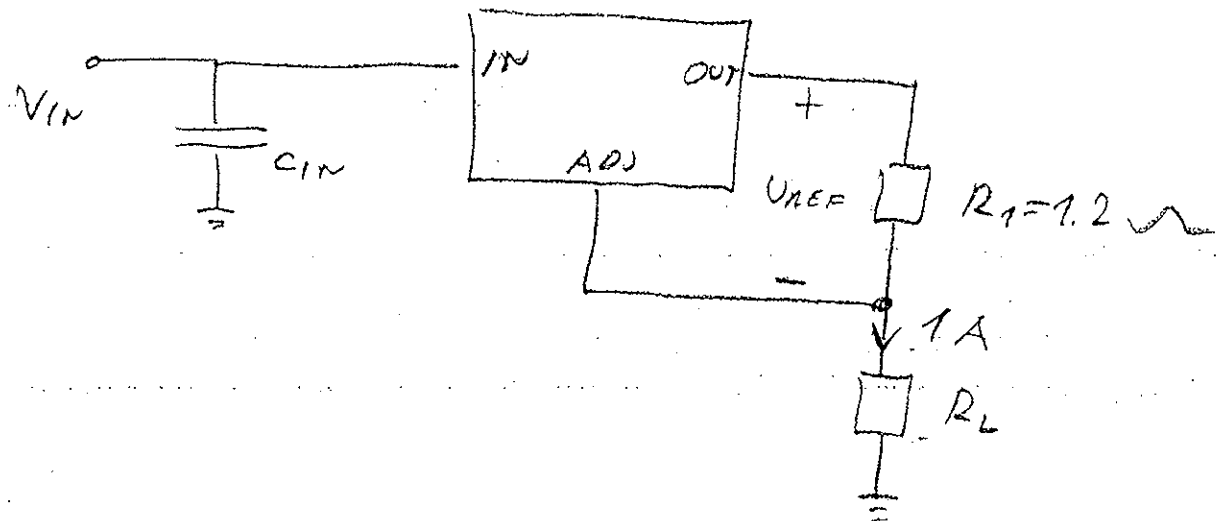
D1 → KADA JE ULAZ KRATKO SPOJEN OMOGUĆAVA PRAŽNJENJE KONDENZATORA CL I CAOJ

D2 → KADA JE ULAZ ILI IZLAZ KRATKO SPOJEN, ZA PRAŽNJENJE KONDENZATORA CAOJ,

* → ZA IZLAZNE KONDENZATORE KAPACITETA 25 μ F ILI MANJE NINE POTREBNO KORISTITI DIODE

* → AKO JE IZLAZ KRATKO SPOJEN ONDA SE CL PRAZNI KROZ IZLAZ, I NE ŠTETI STABILIZATORU, NE ŠALJE STRUJU NEODJE UNUTRA U STABILIZATOR KAKO BI TO BIO SLUČAJ ZA CAOJ (STRUJA BI TADA Išla I KROZ R1)
↓
VELIKA!!

PR. KORIŠTENJE LM317 KAO STRAJNI 12V0R
OD 1A



$$U_{REF} = 1.25 \text{ V}$$

→ PITANJE: KOLIKI JE RASPON OTPORNIKA R_L , NA KOJEMU TEČE KONST. STRUJA OD 1A??

$$V_{IN} - V_{OUT} \geq 3 \rightarrow \text{INAČE}$$

$$V_{IN} - (V_{OUT} + V_{REF}) \geq 3 \rightarrow \text{OVO JE!!}$$

$$V_{IN} \geq 3 + V_{OUT} + 1.25$$

$$V_{OUT} \leq V_{IN} - 4.25$$

$$I = 1A \rightarrow R_L = V_{OUT}$$

$$\rightarrow R_L \leq V_{IN} - 4.25$$

Pr. $V_{in} = 9.25$

$R_L \leq 5 \Omega \rightarrow V_{out} = 5V$

VAŽNO!!

→ R_L MOŽE BITI I 0 (KRATKI SPOL), KOD
STAVNOG IZVORA STERAJKE SE MOGU KRATKO
SPAJATI !!

LM337

- VRLO SLIČAN STABILIZATORU LM317, ALI NA
IZLAZU DAJE NEGATIVNE VRIJEDNOSTI NAPONA

→ IZLAZNI NAPON: $-1.2V$ DO $-37V$

→ IZLAZNA STRUJA: $I_{out} = -1.5A$ (MAX)

→ UVJETI !

$$3V \leq |U_{UL} - U_{IZL}| \leq 40V$$

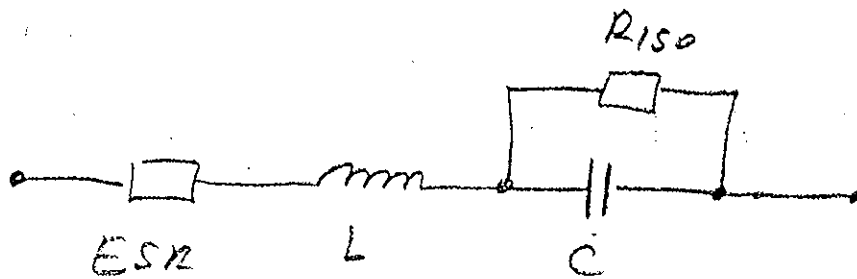
$$I_{Lmin} = 10mA$$

↓

$$3V \leq U_{UL} - U_{IZ} \leq 40V \quad \times$$

$$-3V \geq U_{UL} - U_{IZL} \geq -40V \quad \checkmark$$

OPŠENITO O KONDENZATORU



- TANTAL IMA R_{ISO} I L KOJI SU BITNO MANJI OD ALUMINIJSKIH ELEKTROLITSKIH KONDENZATORA
- PREMA TONE, AKO IMAMO TANTAL I ALUMINIJSKI KOJI IMAJU JEONAKI L I R_{ISO}, Onda JE C 70 PUTA VEĆI KOD TANTALA

LM2941

- LDO STABILIZATOR (LINEARNI)
- LDO → LOW DROPOUT
 - MALI PAD NAPONA NA SAMOM STABILIZATORU
 - MANJA MOGUĆA RAZLIKA IZMEĐU ULAZNOG I IZLAZNOG NAPONA
- $U_{OL, max} = 26 V$

$$\rightarrow 5V \leq U_{IZL} \leq 20V$$

\rightarrow NIJE BAŠ NEKI

RASPOD, BOJI

JE LM317!

$$\rightarrow I_{IZL, MAX} = 1A$$

$$\rightarrow I_{IZL, MIN} = 5mA$$

$$\rightarrow \textcircled{1V} \leq |U_{UL} - U_{IZL}| \leq 20V$$

"DROPOUT VOLTAGE"

PRI 1A

\rightarrow ZATO SE ZOVE LOO !!

$$\rightarrow I_{AOJ} = 20mA \text{ ZA } I_O = 5mA$$

$$I_{AOJ} = 60mA \text{ ZA } I_O = 1A$$

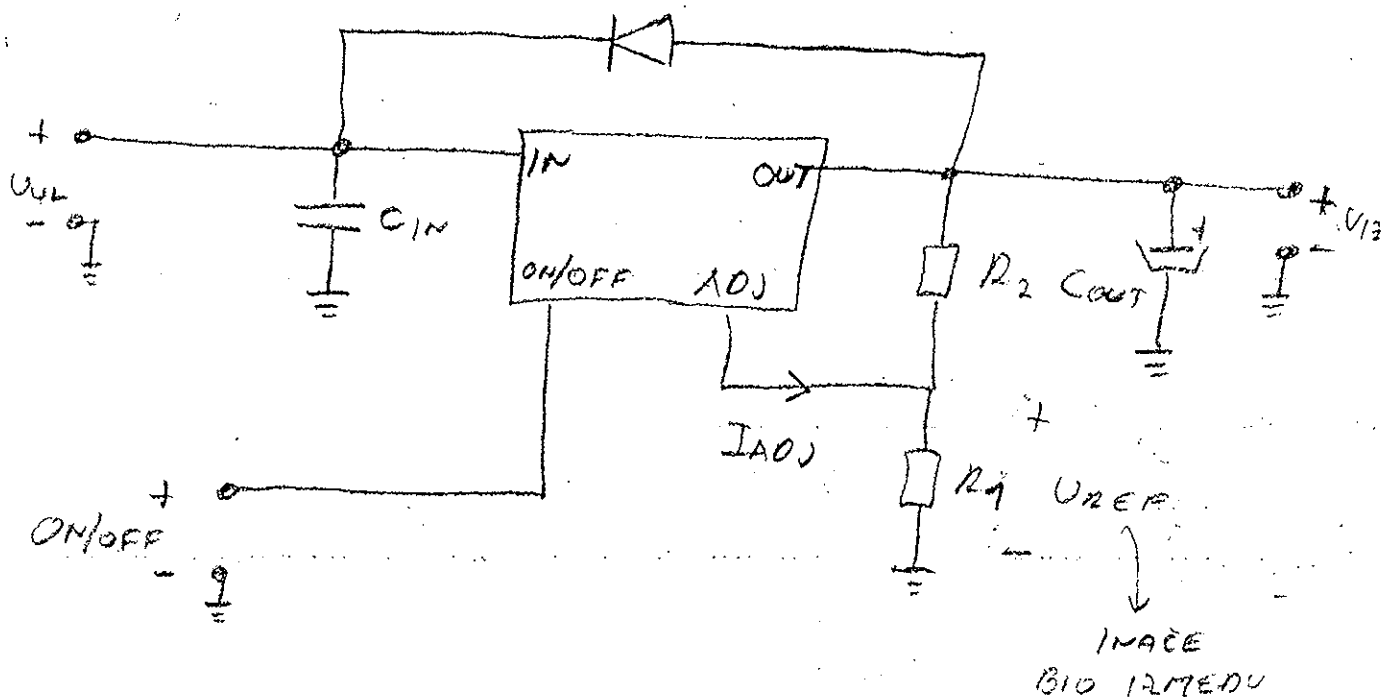
JAKO JAKO

LOŠE !!!

\rightarrow POTREBNA ZA RAD
STABILIZATORA
 \rightarrow TA STRUJA (TEORETSKI) MOŽE
BITI VEĆA OD STRUJE KOJU
TRAJIMO NA NEKOM SLABOM TERETU

\rightarrow IMA MOGUĆNOST DA NAKON ŠTO IZLAZNA STRUJA JOŠ
NARASTE, STABILIZATOR POSTANE STRUJNI IZVOR
DAVEĆI STRUJU KOJA SE ZANTIVJEVA, A IZLAZNI
NAPON PADA

HEMA 1



$$U_{12L} = U_{REF} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + \boxed{I_{ADJ} \cdot R_1}$$

$$\downarrow$$

$$\boxed{1.275 \text{ V}} \leftarrow \text{TIPICNO}$$

IMAĆE
BIO IZMENDU

OUT i ADJ

KONDENZATORI

C_{IN} → OPCIONALAN

→ POTREBAN AKO JE STABILIZATOR DOŠTA
UDALJEN OD IZLAZNOG FILTRA ISPRAVLJAČA
(INDUKTIVITET ŽICA)

→ $\sim 470 \mu\text{F}$ "ZBOG STABILNOSTI" → ???

C_{OUT} → OBAVEZAN

→ NAJMANJE $22 \mu\text{F}$ I ŠTO BLIŽE KUČIŠTV
RAOI STABILNOSTI!! (OPET KRITIČAN

→ MALI ESR (TANTAL ...) (INDUKTIVITET ŽICE)

PARALELO \rightarrow DO VOO DO INSTABILIDADE!!

STANDARON (LM377):

→ DODATNI KONDENZATORI MU NISU POTREBNI
(KOD LM317) ZA STABILNOST RADA

→ ZAHTEVA UPOTREBU KVALITETNIH KONDENZATORA
ZA STABILAN RAD

TRANZIJENTNI ODZIV (K60, L00 I LM333) JE OBAVEZAN

