

UEP – zadaci za auditorne vježbe (23.10.2015.)

1. Dizalica je pogonjena nezavisno uzbudjenim istosmjernim motorom nazivnih podataka: $P_n = 28 \text{ kW}$, $U_n = 400 \text{ V}$, $I_n = 80 \text{ A}$, $n_n = 1000 \text{ min}^{-1}$. Otpor armaturnog kruga iznosi $R_a = 0,27 \Omega$. Odrediti:
 - a) Kolika je brzina motora u trenutku prelaska na elektrodinamičko kočenje ako motor koči sa strujom $I = 0,9 I_n$, a opterećen je teretom $M_t = 0,7 M_n$? Koliki otpornik je dodan u armaturni krug motora?
 - b) Ako se u armaturni krug motora priključi otpornik čiji je otpor $R_p = 13 \Omega$, u kojem režimu radi motor i kojom brzinom se vrti ako iz istosmjernog izvora uzima struju $I = 60\text{A}$? Koliki je tada moment na osovini, snaga uzeta iz mreže i snaga utrošena u otporima? Nacrtati n-M dijagram i označiti radnu točku.
 - c) Pri generatorskom kočenju (bez predotpora) izmjerena je brzina vrtnje 1100 min^{-1} . Kolika je struja motora? Nacrtati n-M dijagram i označiti radnu ročku.

Napomena: Gubici trenja i ventilacije motora **se ne zanemaruju**.

2. Nezavisno uzbudeni istosmjerni motor s nazivnim podacima $P_n = 32 \text{ kW}$, $U_n = 440 \text{ V}$, $I_n = 80 \text{ A}$, $n_n=1000 \text{ min}^{-1}$, $R_a = 0,32 \Omega$, pokreće teret s momentnom karakteristikom koja se mijenja po krivulji $M_t=kn^2$. Pri nazivnoj brzini vrtnje motor je opterećen nazivnim momentom. Koliko bi trebao iznositi napon armature da motor pogoni teret brzinom 800 min^{-1} ?

AUDITORNE 23.10.2015

① $P_n = 28 \text{ kW}$
 $U_n = 400 \text{ V}$
 $I_n = 80 \text{ A}$
 $n_n = 1100 \text{ min}^{-1}$
 $R_a = 0.27 \Omega$

c) GEN. KOĆENJE $n = 1100 \text{ min}^{-1}$
 $I = ?$ n-M diagram i
 radna točka

a) $\omega = ?$ u trenutku prelaska na ELEKTRODINAMIČKO KOĆENJE
 $I = 0.9 I_n$ $M_t = 0.7 M_n$
 $R = ?$ → Dodani otpornik u armaturni krug motora

b) $R_p = 13 \Omega$ → Rezim rada? $\omega = ?$ aliž it
 DC izvora utima $I = 60 \text{ A}$
 $Mosuna = ?$ $P_{me} = ?$ $P_{op} = ?$
 Nacrtati M-diagram i radnu točku

DC STROJ

$$C_e = k_e \phi$$

$$C_m = k_m \phi$$

$$\text{za } v = \omega \rightarrow C_e = C_m$$

$$\text{za } v = n \rightarrow C_e = \frac{\pi}{30} C_m$$

$$U = I_a R_a + C_e \omega$$

$$M_{em} = C_{em} I_a$$
 i Elektromotorni moment u značaju raspr

$$M_m = M_{os} = \frac{P_m}{\omega_m}$$
 i Moment na OSOVINI

$$M_{em} = M_m + M_{trv}$$

$$\omega_0 = \frac{U_n}{C_e}$$

ELEKTRODINAMIČKO KOĆENJE

- Micanje izvornog napona i kratko spojane streljke ili priključivanje otpora R
- Stroga mijenja snijeg i brzina se smanjuje do 0

GENERATORSKO KOĆENJE

- Brzina motora vedu od brzine pravnog toka

$$a) I = 0.9 I_n \rightarrow I = 42 A$$

$$M_t = 0.7 M_n \rightarrow M_t = 187.17 \text{ Nm}$$

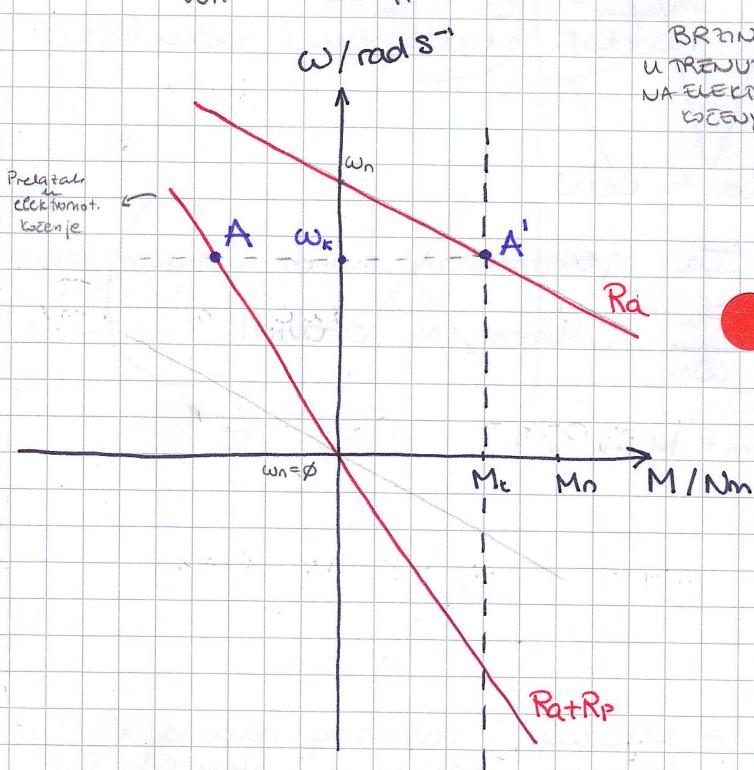
$$\tau_{el,ko\v{c}e} = ? \quad R_p = ?$$

$$C_e = \frac{U_n - R_a I_n}{\frac{n_n \pi}{30}}$$

$$C_e = C_m = 3.613$$

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n} = \frac{P_n}{n_n} \frac{30}{\pi} \quad M_n = 267.38 \text{ Nm}$$

$$\omega / \text{rad s}^{-1}$$



BRZINA MOTORA
U TRENUJUĆU PREKLASKU
NA ELEKTRODINAMIČKE
KOĆENEJE

$$\omega_A = \omega_{A'} = \frac{U_n - I (R_a + R_p)}{C_e}$$

$$R_p = \frac{U}{I} - \omega_A C_e - R_a$$

$I = 0.9 I_n \rightarrow$ zadano u zadatku da u elektrodin. koć. korišću ovom stupnjem

\emptyset Jer se u elektromotornom koćenju ODSPAJA DC izvor napona

Mozemo pronaći
iz raznih vr.

$$A': I = ? \rightarrow Stupnja ovisi o momentu \rightarrow M_A' \text{ MOMENT} = M_t + M_{t+u}$$

$$I = \frac{\frac{M_m}{C_m}}{C_e} = \frac{M_m}{C_e} = \frac{M_t + M_{t+u}}{C_e} = \frac{M_t + (M_{m,n} - M_n)}{C_e} \frac{\frac{P_n}{\omega_n}}{I_n C_m}$$

$$I_{A'} = 57.798 \text{ A}$$

\Rightarrow U elektrodinamičkom koćenju

- 1) Odspaja se izvor napona $U = \emptyset$
- 2) Na rezultante se spajaju dvi. otpor $R = R_a + R_p$
- 3) Stupnja mijenja polaritet!
 $I = -I$

$$R_p = \frac{\emptyset - (106.526)(3.613)}{-0.9 I_n} - 0.27$$

$$R_p = 5.07 \Omega$$

$$b) R_s = R_{at} + R_p \quad \text{et} \quad R_p = 13 \Omega$$

$$I = 60 A$$

Režim rada? $\omega = ?$ $M_m = ?$
 $P_{nr} = ?$ $P_{otv} = ?$ $n - M + \text{radna točka}$

$C_e = C_m = \text{konst} = 3,613 \rightarrow \text{ne ovisi o promjeni otpora}$

$$\text{BRZINA: } \omega = \frac{U_n - (R_{at} + R_p)I}{C_e}$$

$$\omega = -109,66 \text{ rad s}^{-1}$$

$$n = -51047,2 \text{ min}^{-1}$$

REŽIM:

- Ne piše da je odspojen motor sa izvora pa nije sigur elektrodinamicko korištenje
- Kada u krug dodajemo otpore duševu moguću sluč

$$\underline{\underline{\omega > 0}}$$

MOTORSKI REŽIM

$$U < U_n$$

↓ II KUADRANT

PROTUSPREMNO
KOŠENJE

$$U > U_n$$

↓ IV KUADRANT

$$\omega < 0$$

↓ Dolazi do promjena smjera brzine vrta

(KOŠNA STANJA SU U
II (IV) KV.)

→ Kako bi vidjeli u kojem su režimu rada potrebno izračunati napon

$$U = C_e \omega + I(R_{at} + R_p)$$

$$M_f \quad \omega = 0$$

$$U = 796,2 V$$

$$U > U_n \quad \& \quad \omega < 0$$

$$\text{Masa} = M_m = M_{em}$$

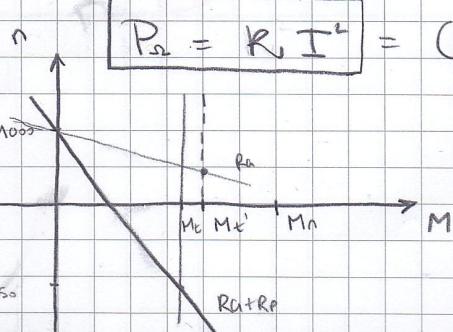
$$M_m = M_{em} = \underbrace{C_m I_a}_{\text{Masa}} + \underbrace{(M_t + v)}_{\frac{M_{em} - M_n}{w_n}} \quad \text{PROTUSPREMNO KOŠENJE}$$

$$M_{as} = M_m = 238,2 \text{ Nm}$$

$$P_{mreza} = U \cdot I$$

$$= (400)(60) = 24 \text{ kW}$$

$$\text{Napon } U \quad \omega = 0$$



$$M_t = M_m - M_{t+v}$$

$$P_s = R_s I^2 = (R_{at} + R_p) I^2 = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{R_{at} + R_p} = 47772 \text{ W}$$

c) GENERATORSKO KOĆENJE $R_p = \emptyset$

$$n = 1100 \text{ min}^{-1}$$

$$\downarrow n > n_n \quad \xrightarrow{\text{PAZI}}$$

\Rightarrow Karakteristika protostavnog koćenja
 $I = ? \quad \Rightarrow \quad n < \emptyset \quad \downarrow$

$$\omega_{ce} = U - IR_a$$

$$I = \frac{U - \omega_{ce}}{R_a}$$

$$I = \frac{-400 - (3.613)(1100)\left(\frac{\pi}{30}\right)}{0.27}$$

$$I = 59.95 \text{ A}$$

Gdje je $U < \emptyset$

(u generatorskom koćenju mijenja se polaritet napona (dok je u protostavnom koćenju mijenja polaritet struje))

② $P_n = 32 \text{ kW} \quad U_n = 440 \text{ V} \quad I_n = 80 \text{ A} \quad n_n = 1000 \text{ min}^{-1} \quad R_a = 0.32 \Omega$
 $M_t = k n^2 - BR_m n$

$$U_a = ? \quad 2a \quad n = 800 \text{ min}^{-1}$$

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n}$$

$$M_n = 305.58 \text{ Nm}$$

$$C_e = C_m = 3.957$$

$$k = ? \quad \text{pri } n = n_n \quad M_t = M_n \rightarrow \frac{M_n}{n_n^2} = k \quad k = 3.056 \times 10^{-4}$$

$$U_a = ?$$

$$U_a = (C_e \omega) + (I R)$$

konst $\frac{n\pi}{30}$ ovisi o momentu

$$I = \frac{M_{em}}{C_m} = \frac{M_t + M_{t+u}}{C_m} = \frac{M_t + M_{emn} - M_n}{C_m}$$

$$I = \frac{K n^2 + C_m I_n - M_n}{C_m}$$

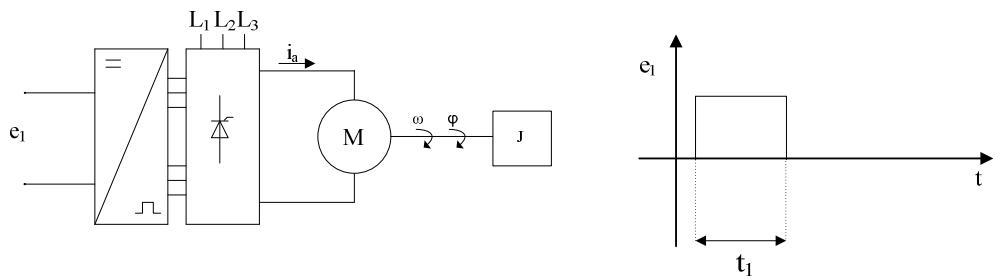
$$I = 52.2 \text{ A}$$

$$\rightarrow U_a = C_e \omega + I R$$

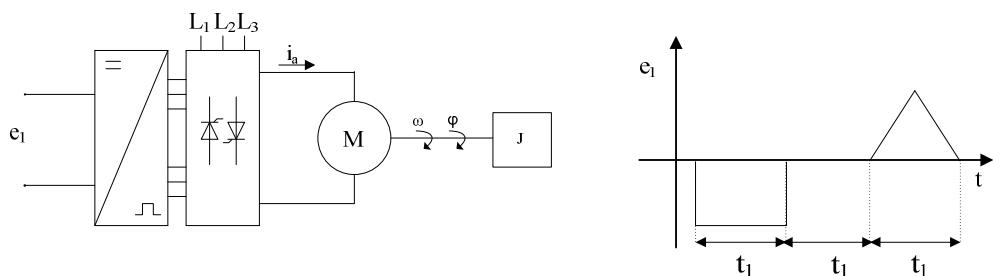
$$\underline{U_a = 348.2 \text{ V}}$$

UEMP – auditorne vježbe (6.11.2015.)

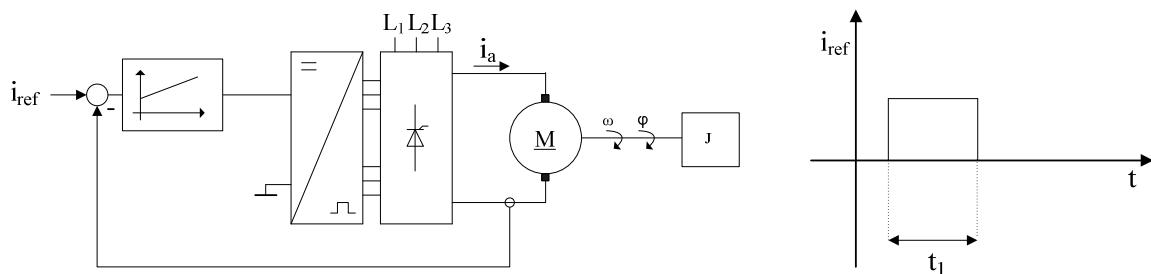
1. Ulazni napon upravljačkog sustava se mijenja prema referentnom signalu e_1 prikazanom na slici. Vrijeme t_1 dovoljno je veliko da se uspostavi stacionarna brzina vrtnje stroja. Kvalitativno skicirati vremenske odzive struje armature $i_a(t)$, brzine vrtnje $\omega(t)$ i kuta zakreta $\varphi(t)$ neopterećenog motora. Uzbuda motora je konstantna. Moment trenja i ventilacije se **ne zanemaruje**.



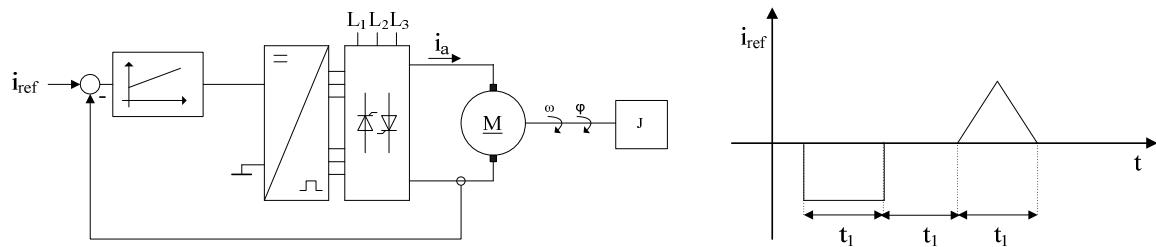
2. Ulazni napon upravljačkog sustava se mijenja prema referentnom signalu e_1 prikazanom na slici. Vrijeme t_1 dovoljno je veliko da se uspostavi stacionarna brzina vrtnje stroja. Kvalitativno skicirati vremenske odzive struje armature $i_a(t)$, brzine vrtnje $\omega(t)$ i kuta zakreta $\varphi(t)$ neopterećenog motora. Uzbuda motora je konstantna. Moment trenja i ventilacije se **ne zanemaruje**.



3. Ako se referentna vrijednost struje mijenja prema signalu i_{ref} prikazanom na slici, kvalitativno skicirati vremenske odzive struje armature $i_a(t)$, brzine vrtnje $\omega(t)$ i kuta zakreta $\varphi(t)$ neopterećenog motora uz pretpostavku da je $T_a \ll T_m \ll t_1$. Uzbuda motora je konstantna, a moment trenja i ventilacije se ne zanemaruje.

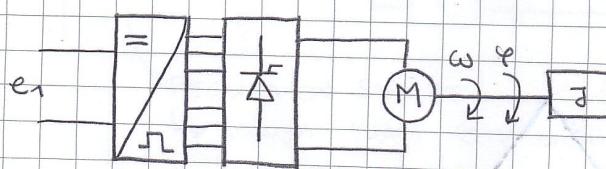


4. Ako se referentna vrijednost struje mijenja prema signalu i_{ref} prikazanom na slici, kvalitativno skicirati vremenske odzive struje armature $i_a(t)$, brzine vrtnje $\omega(t)$ i kuta zakreta $\varphi(t)$ neopterećenog motora uz pretpostavku da je $T_a \ll T_m \ll t_1$. Uzbuda motora je konstantna, a moment trenja i ventilacije se ne zanemaruje.



AUDITORNE 06.11.2015

① SKICIRATI $i_a(t)$, $\omega(t)$, $\varphi(t)$ uz $M_t = \emptyset$ i $\phi = \text{konst}$
Mere u zeli uobzir

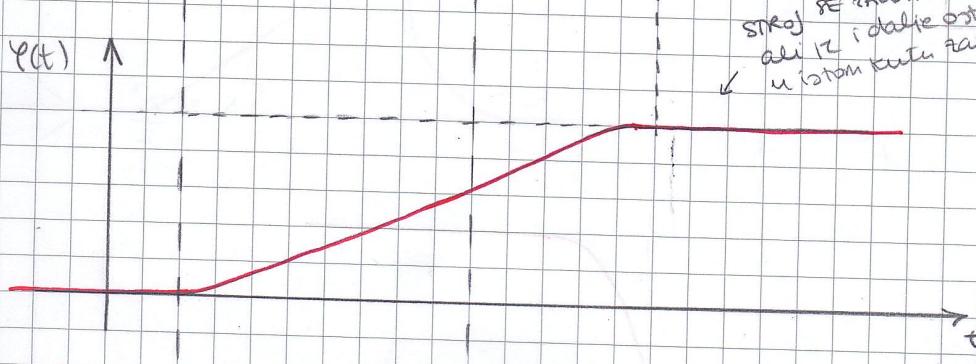
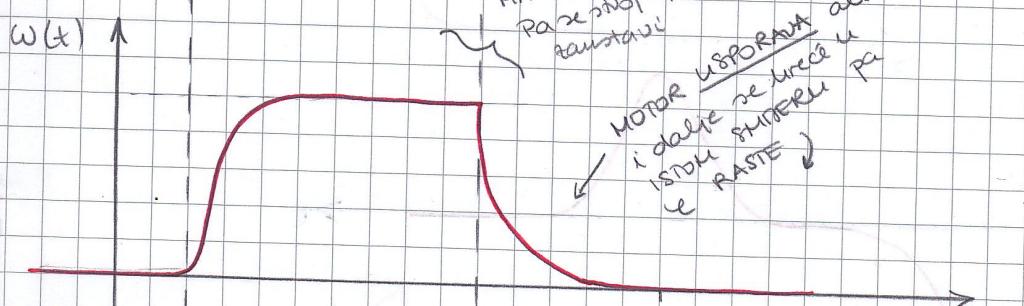
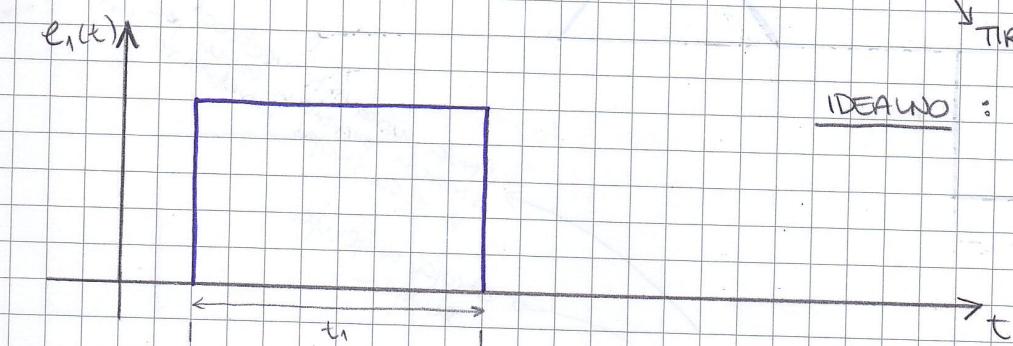


PRIJ

JEDNOMOSNI PREVARAC
 ↳ 2K NACIN RADA
 ↳ STRUJA TECE U JEDНОM
 SMIJERU
 TIRISTORSKI USMERIVAC

IDEALNO : $\omega = \text{konst}$ a $i = \emptyset$

IPAK POSTOJI
 ZBOG $M_t \neq 0$

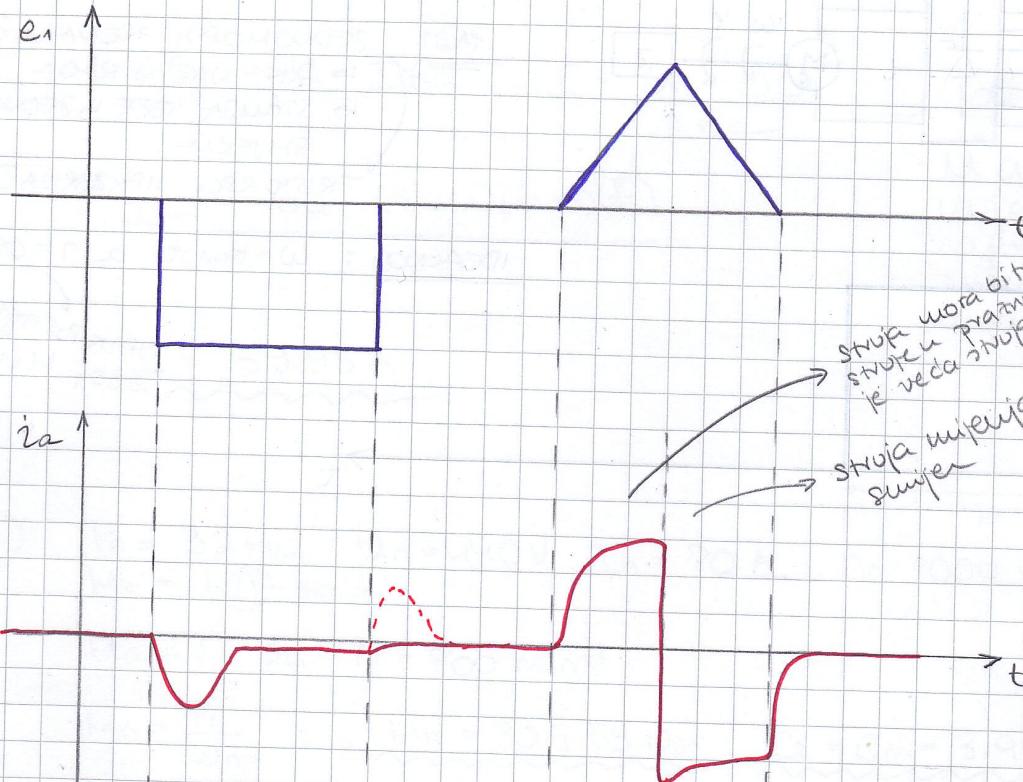
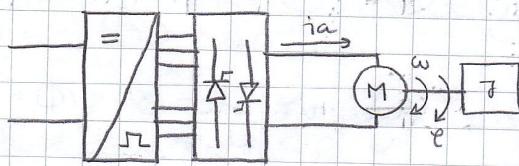


BRZINA I NAPON
 $e \uparrow \omega \uparrow$
 $e = \emptyset \rightarrow \omega \rightarrow \emptyset$

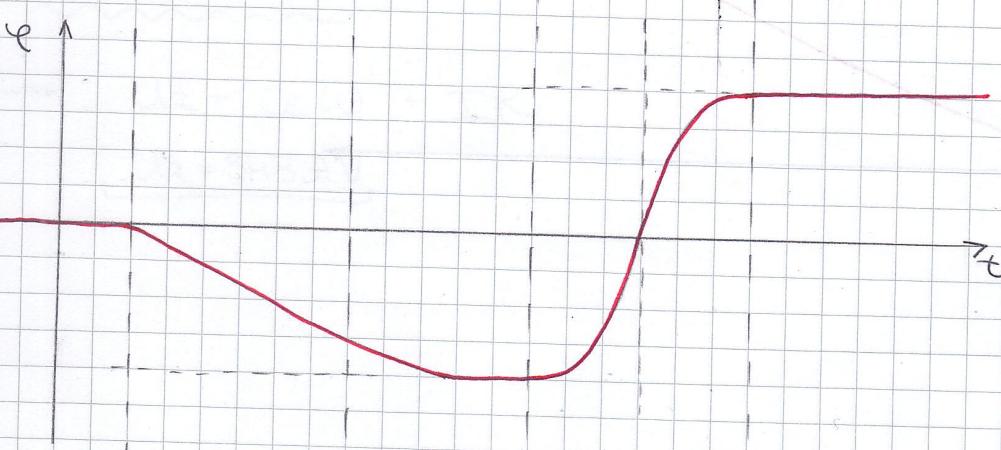
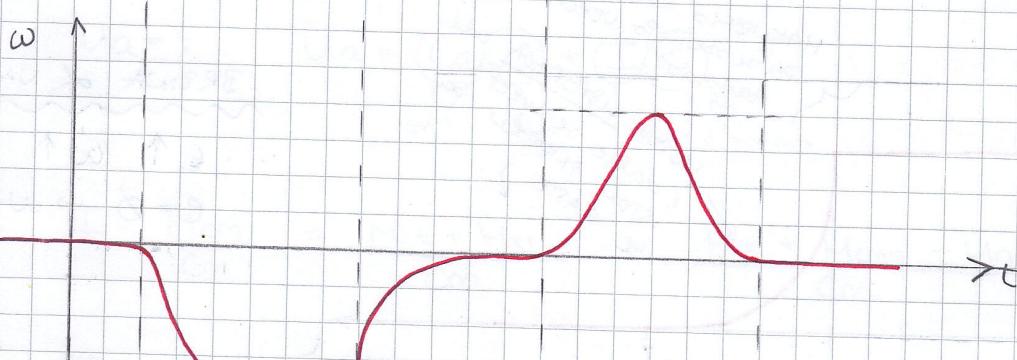
$$\omega = \frac{de}{dt}$$

$$\rightarrow \varphi = \int \omega$$

2) SKICIRATI $i_a(t)$, $\omega(t)$ i $\varphi(t)$ uz $M_t = \emptyset$, $M_{t+u} \neq 0$, $\phi = \text{kost}$



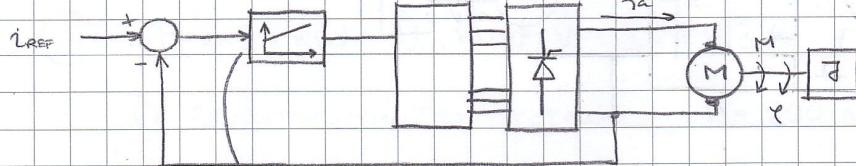
struka mora biti
stvuje u praznou modu
i e veda stvuj
stvica njenica
sumper



$$\int x = \frac{x^2}{2} \rightarrow U$$

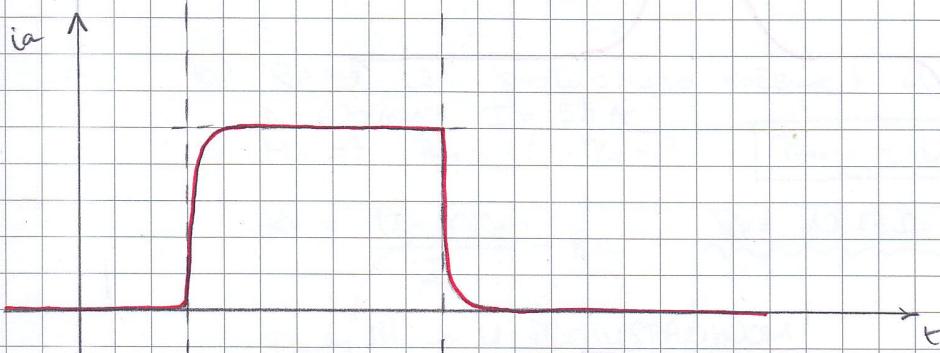
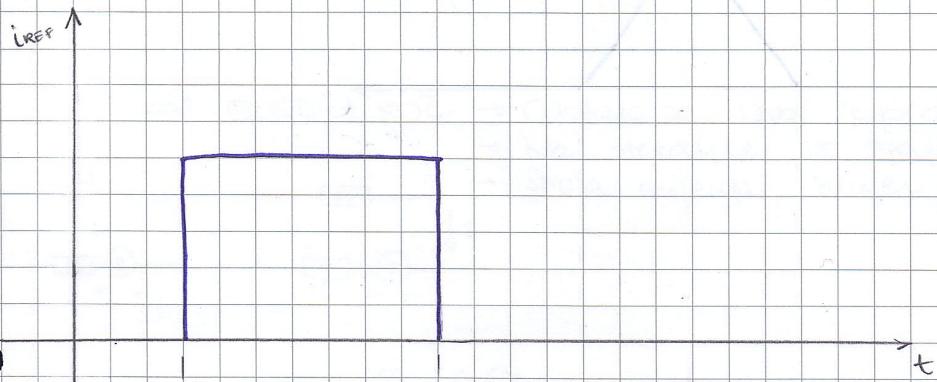
3

Stroj je mijenja prema istoj
SKICIRATI: $i_a(t)$, $\omega(t)$, $\varphi(t)$ $M_t = \emptyset$ $M_{t+v} \neq 0$ $\Phi = \text{konst}$ $T_{\text{akc}} T_{\text{m}}$



REGULATOR STRUKE!

↳ Stroj prat reference → Nyu prije crtamo

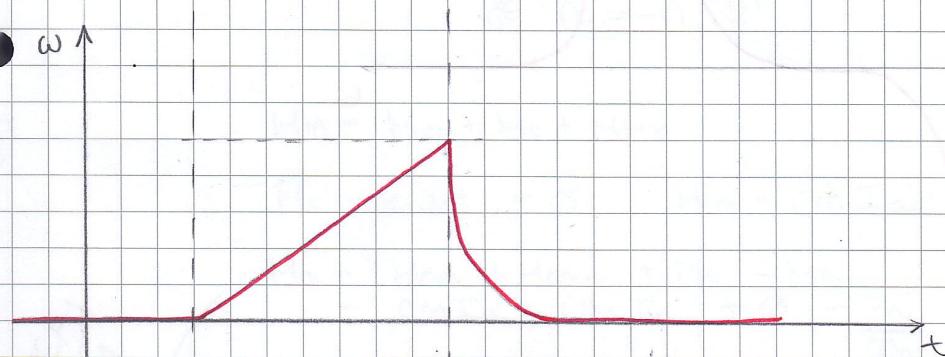


$$KI = \int \frac{d\omega}{dt} dt / S$$

$$\omega = \left(\frac{K}{J} \right)^{\text{konst}} \int I dt$$

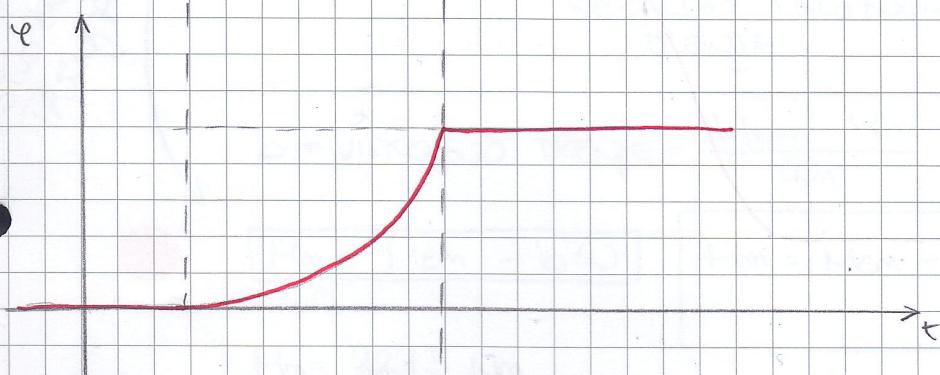
↳ $\omega \approx \text{integral } I$

→ integral step-a = rani

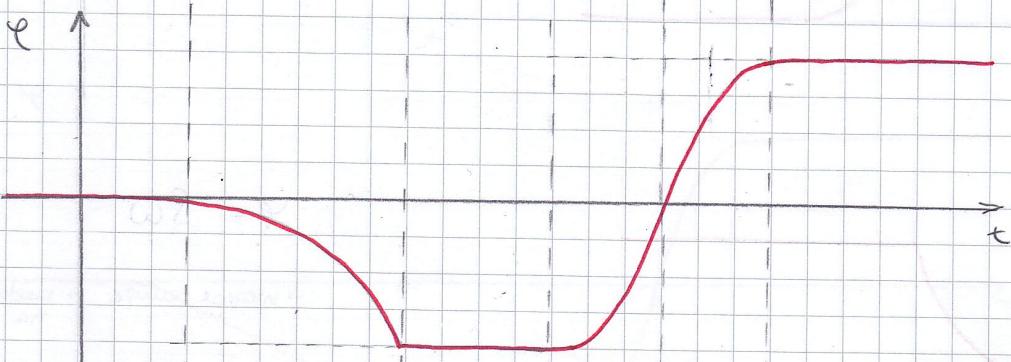
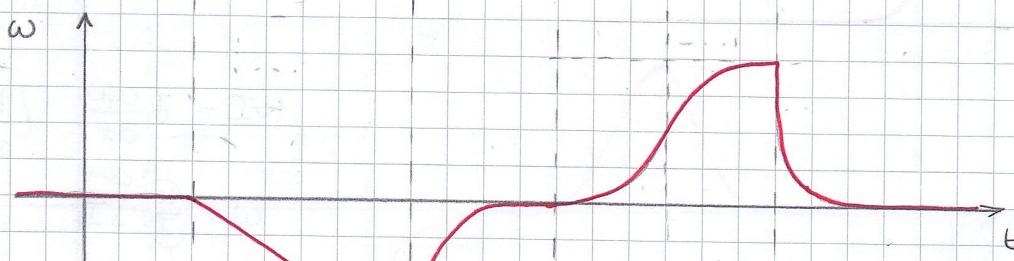
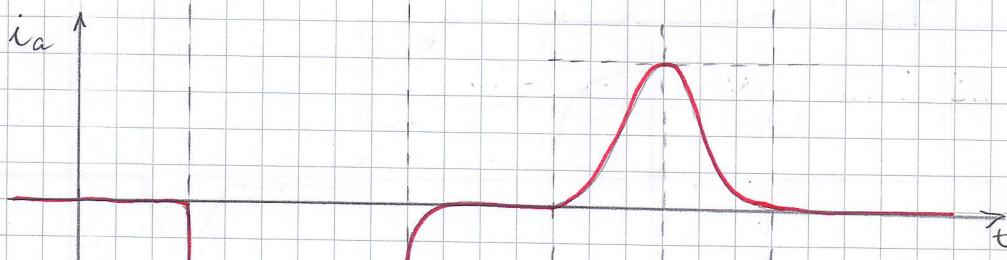
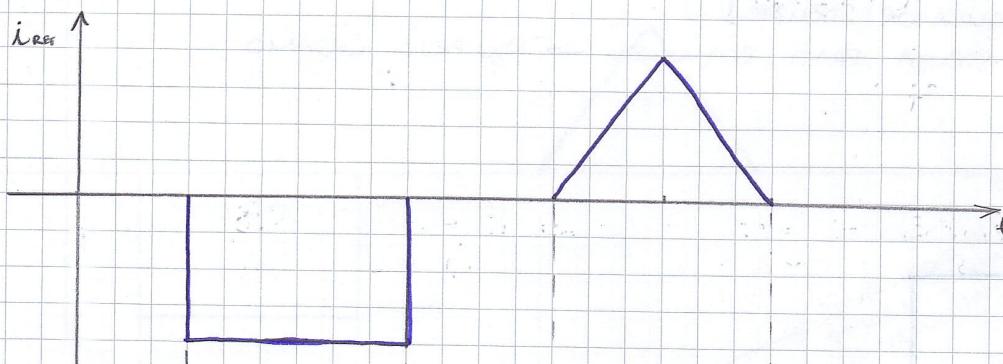
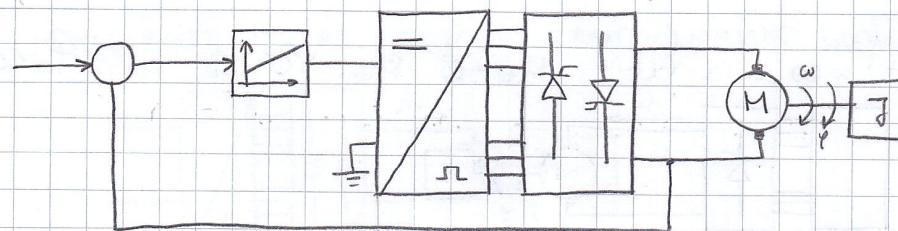


$$\varphi = \int \omega$$

→ integral range → kvadrat
- fia

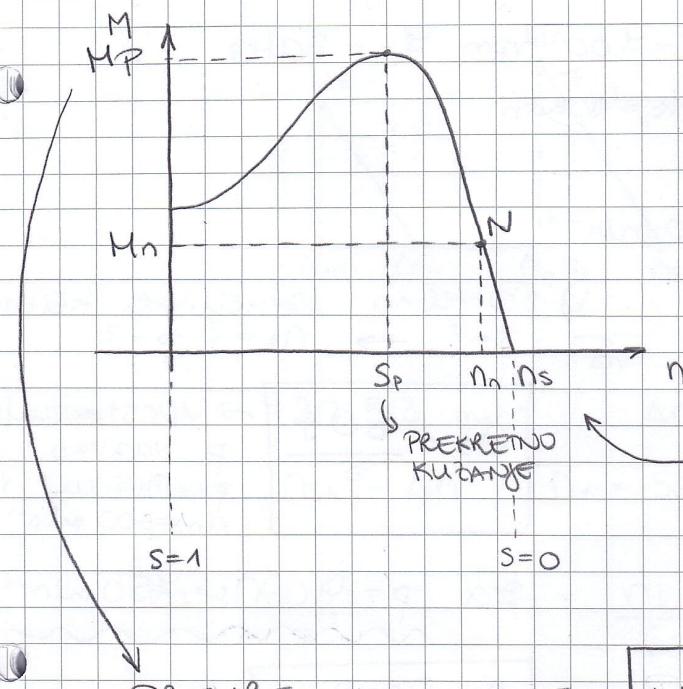


(4)



UEMP – auditorne vježbe (6.11.2015.)

1. Asinkroni stroj skalarno upravljan u otvorenoj petlji ima sljedeće podatke: $U_n = 400 \text{ V}$, $P_n = 5 \text{ kW}$, $n_n = 700 \text{ rpm}$, $f_n = 50 \text{ Hz}$, $M_{\text{pr}} / M_n = 3$, namot u spoju zvijezda. Motor je opterećen teretom potencijalnog karaktera iznosa $M_t = 40 \text{ Nm}$.
 - a) Odrediti zadanu (referentnu) frekvenciju uz koju bi brzina vrtnje motora bila $n = 500 \text{ min}^{-1}$.
 - b) Odrediti prekretni moment pri referentnoj frekvenciji $f_{\text{ref}} = 70 \text{ Hz}$.
 - c) Odrediti referentnu frekvenciju da prekretni moment bude jednak dvostrukom momentu tereta.
 - d) Nacrtati momentne karakteristike za navedene slučajeve te na njima označiti karakteristične točke (prekretni moment i klizanje, sinkronu brzinu te radnu točku).
2. Asinkroni motor nazivnih podataka: $U_n = 400 \text{ V}$, $P_n = 5 \text{ kW}$, $n_n = 1430 \text{ min}^{-1}$, $f_n = 50 \text{ Hz}$, $M_{\text{pr}}/M_n = 3$, namot u spoju zvijezda, skalarno je upravljan U/f metodom u otvorenoj petlji. Motor pokreće centrifugalni ventilator čija je momentna karakteristika dana izrazom $M_t = k^*n^2 \text{ Nm}$. Gubici trenja i ventilacije motora se zanemaruju. Pri nazivnoj frekvenciji motor je opterećen nazivnim momentom.
 - a) Odrediti zadanu (referentnu) frekvenciju uz koju bi brzina vrtnje motora bila $n = 1100 \text{ min}^{-1}$. Koliki je moment tereta pri novoj referentnoj frekvenciji? Kolika bi bila brzina vrtnje motora pri novoj referentnoj frekvenciji kad bi motor bio upravljan U/f metodom u zatvorenoj petlji?
 - b) Na istom grafu nacrtati momentne karakteristike motora i tereta, te naznačiti karakteristične točke (prekretni moment i klizanje, sinkronu brzinu i radnu točku).
 - c) Smije li motor spojen na navedeni ventilator trajno raditi uz zadanu referentnu frekvenciju $f = 60 \text{ Hz}$? Obrazloži!



- PREKRETNI MOMENT

$$M_{PR} = f \left(\frac{U}{f} \right)^2$$

$$\begin{aligned} f < f_n & M_{PR} = \text{kost} \\ f > f_n & M_{PR} \underline{\text{PADA}} \end{aligned}$$

→ Oval iznad vrijednosti isključujući za prekretni moment

- INACE VRJEDI

$$M = f (U^2)$$

- PREKRETNO KUZANJE S_{PR} :

$$\frac{S_{PR1}}{S_{PR2}} = \frac{f_2}{f_1}$$

- KLOSSOVA JEDNADŽBA :

$$M = \frac{2M_{PR}}{\frac{S}{S_{PR}} + \frac{S_{PR}}{S}}$$

→ Vrijedi samo za istu konstrukciju te samo za njenu preljetnu točku možemo primijeniti Klossa

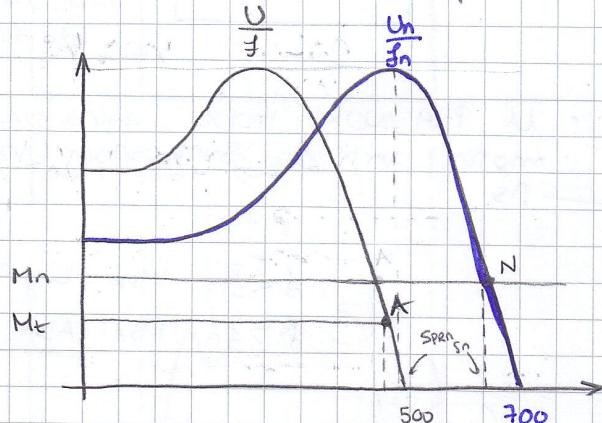
(1)

SKALARNO UPRAVljANje MONORENog PETI

$$U_n = 400 \text{ V} \quad P_n = 5 \text{ kW} \quad n_n = 700 \text{ rpm} \quad f_n = 50 \text{ Hz}$$

$$\frac{M_{pr}}{M_n} = 3 \quad S_{Prj} \text{ ZVIJEZDA} \quad M_t = 40 \text{ Nm}$$

a) $f = ?$ Tačko da je $n = 500 \text{ min}^{-1}$



Klass

$$M = \frac{2M_{Pr}}{\frac{S_{Pr}}{S} + \left(\frac{S}{S_{Pr}}\right) X}$$

$$M = \frac{2M_{Pr} X}{1+X^2} \quad X^2 - \frac{2M_{Pr}}{M_n} X + 1 = 0$$

(N)

$$X_{1,2} = \frac{\frac{2M_{Pr}}{M_n} \pm \sqrt{\left(\frac{2M_{Pr}}{M_n}\right)^2 - 4}}{2}$$

$$X_1 = 5.823 \quad X_2 = 0.172$$

$$S_{Pr1} = 0.0114 \quad S_{Pr2} = 0.3888$$

OVDE TOČNO NASTUNO
PREKETNO KUTJANJE JE
JE $S_{Pr} > S_n$

(A)

$$\frac{S_{PrA}}{S_{Prn}} = \frac{f_n}{f_2} \Rightarrow f_2 = f_n \frac{S_{Prn}}{S_{PrA}} ?$$

$$M_{tA} = \frac{M_{Pr2}}{\frac{S_{PrA}}{S_n} + \left(\frac{S_n}{S_{PrA}}\right) X}$$

$$X^2 - \frac{2M_{tA}}{M_n} X + 1 = 0$$

$$M_{tA} = M_{Prn} \quad !!$$

$$M_A = M_t$$

$$X_{1,2} = \frac{\frac{6M_n}{M_t} \pm \sqrt{\left(\frac{6M_n}{M_t}\right)^2 - 4}}{2}$$

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n}$$

$$X_1 = 10.13269 \quad X_2 = 0.0987$$

$$S_{PrA} = \frac{S_A}{X} = \frac{n_{SA} - n}{n_{SA} X} = \frac{\frac{60f_2}{P} - n}{\frac{60f_2 X}{P}} = \frac{\frac{60f_2 - np}{P}}{\frac{60f_2}{P} X} = \frac{60f_2 - np}{60f_2 X}$$

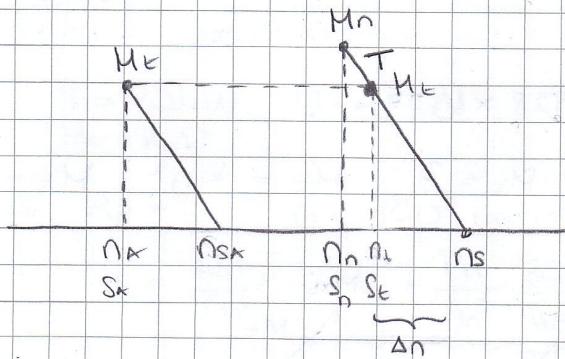
$$P_A = P_n$$

$$f_2 = f_n \frac{60S_{Prn} f_2 X}{60f_2 - np}$$

$$f_2 = \frac{60 f_n S_{Prn} X + np}{60}$$

$$f_2 = 35.25 \text{ Hz}$$

\Rightarrow LAKSI NACION



(T)

$$\frac{Mn}{Mt} = \frac{Sn}{St}$$

$$St = Sn \frac{Mt}{Mn} \quad St = 0,0392$$

$$St = \frac{n_s - n_t}{n_s} \quad n_t = n_s (1 - St)$$

$$\rightarrow n_t = 720,53 \text{ min}^{-1} \quad \Delta n = n_s - n_t \quad \Delta n = 29,468 \text{ min}^{-1}$$

$$n_s = n_{SA} - \Delta n \quad n_s = 500 \quad n_{SA} = 529,468 \text{ min}^{-1}$$

$$n_s = \frac{60 f_2}{P}$$

$$f_2 = \frac{n_s P}{60}$$

$$f_2 = 35,298 \text{ Hz}$$

b) $M_{PR} = ?$ c) $f_{fret} = ?$ $M_{PR} = 2Mx$

$$M_{PR} = \frac{1}{2} \left(\frac{U}{f} \right)^2$$

b) $M_{PR} = \left(\frac{U}{f} \right)^2 \rightarrow M_{PRn} = \left(\frac{Un}{fn} \right)^2$

$$M_{PRfret} = \left(\frac{Un}{f_{fret}} \right)^2$$

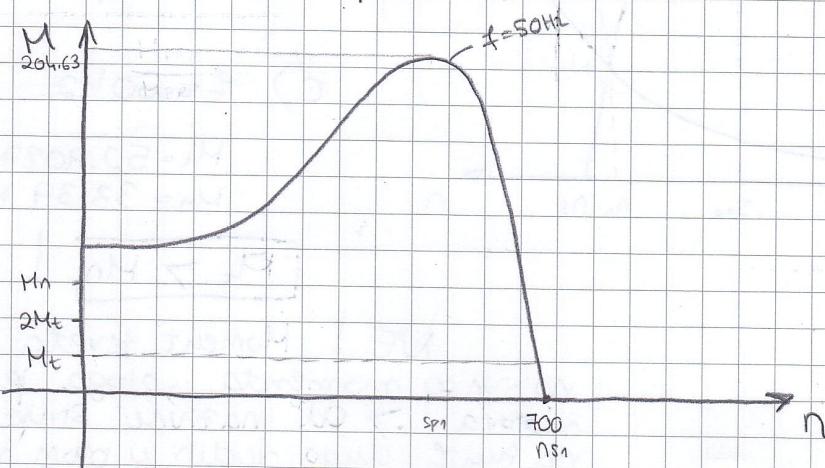
$$\frac{M_{PRn}}{M_{PRfret}} = \left(\frac{f_{fret}}{fn} \right)^2$$

b) $M_{PR} = \frac{M_{PRn}}{\left(\frac{f_{fret}}{fn} \right)^2} = \frac{3Mn}{\left(\frac{f_{fret}}{fn} \right)^2} = \frac{\frac{3Pn}{wn}}{\left(\frac{f_{fret}}{fn} \right)^2} = \frac{(3)(5)(10^3)(30)}{(700)(\pi) \left(\frac{70}{50} \right)^2}$

$$M_{PR} = 104,4 \text{ Nm}$$

c) $f_{fret} = fn \sqrt{\frac{M_{PRn}}{M_{PR}}}$

$$f_{fret} = 49,97 \text{ Hz}$$

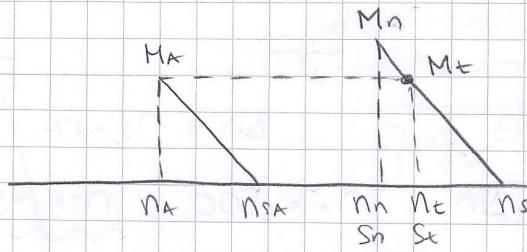


$$(2) \quad U_n = 400 \text{ V} \quad P_n = 5 \text{ kW} \quad n_n = 1430 \text{ min}^{-1} \quad f_n = 50 \text{ Hz}$$

$$\frac{M_{pr}}{M_n} = 3 \quad M_F = R n^2$$

$$M_n = R n_n^2 \quad K = 1.6328 \times 10^{-5}$$

$$a) \quad f_{\text{ret}} = ? \quad n = 1100 \text{ min}^{-1} \quad M_t = ? \quad M_t = k n^2 \quad M_t = 19,757 \text{ Nm}$$



$$\frac{Mn}{Mk} = \frac{Sn}{St}$$

$$St = \frac{S_n}{M_n} \frac{M_n}{M_n} = \frac{n_s - n_n}{n_s} \cdot \frac{k n^2}{\frac{P_n}{30} \frac{\pi}{n_n}} \quad St = \frac{n_s - n_n}{n_s} \cdot \frac{n n k n^2 \pi}{30 P_n}$$

$$n_t = n_s (1 - s_t)$$

$$\Delta n = n_s - n_t = n_s - n_s(1-st)$$

$$\Delta n = n_s s_t$$

$$n_{SA} = n_A + \Delta n$$

$$f = \frac{P_{NSA}^2}{60} = \frac{n_{SA}}{30} = \frac{n_A + n_{SSt}}{30} = \frac{n_A + (n_{SSt} - n_n)}{30} = \frac{n_A + (n_{SSt} - n_n) \frac{n_n k n^2 \pi}{30 P_n}}{30}$$

$$f = 38,0473 \text{ Hz}$$



U zadatku je vektorski ordinarnom kojim mi zadano →

$$n = \frac{60 f_2}{P-2} = 1141,42 \text{ m}$$

33.04.13

$$n = \frac{60 f_2}{P-2} = 1141.42 \text{ rev/min}$$

$$c) f = 60 \text{ Hz}$$

$$M_t = 52,9027 \text{ Nm}$$

NE! Moment teveta veći od
nativnog momenta, stoga je i struja
motora > Od nativne struje pa stoji
ne punije dugo raditi u ovom rezimu rada

UEMP – auditorne vježbe (18.11.2014.)

1. **(6 bodova)** Asinkroni stroj se vrti konstantnom brzinom vrtnje $n = 2910 \text{ min}^{-1}$. Nazivna struja stroja iznosi $I_n = 20 \text{ A}$, a stroj je opterećen nazivnim momentom. Struje statora određene su izrazima:

$$\begin{aligned}i_{sa} &= I_m \sin(\omega t), \\i_{sb} &= I_m \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}), \\i_{sc} &= I_m \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3}).\end{aligned}$$

U trenutku $t = 0.014 \text{ s}$ estimirani položaj vektora toka rotora iznosi $\rho = 2\pi/3$.

- Odredite vrijednosti faznih struja statora, α i β , te d i q komponenti vektora struje statora u trenutku $t = 0.014 \text{ s}$.
 - Nacrtati troosni abc , dvoosne (α,β) i (d,q) koordinantne sustave te označiti komponente rezultantne struje u pojedinim sustavima.
 - Kolike bi bile struje i_{sd} i i_{sq} kada bi stroj bio neopterećen? Skicirati vremenski odziv struja i_{sd} i i_{sq} u slučaju rasterećenja motora u trenutku $t = 5 \text{ s}$.
2. Asinkroni stroj je vektorski upravljan pri čemu se za upravljanje sklopama pretvarača koristi vektorska modulacija sklopki. U trenutku t izmjerene su trenutne vrijednosti faznih napona statora: $u_a = -97,55 \text{ V}$, $u_b = 221,98 \text{ V}$ i $u_c = -124,13 \text{ V}$. Odrediti α i β komponente referentnog vektora napona statora u tom trenutku. Koliko vremena unutar intervala $T_s = 2 \mu\text{s}$ vodi pojedina sklopka? Skicirati izmjenjivač i na njemu označiti sklopke. Napon istosmjernog međukruga iznosi $U_{dc} = 600 \text{ V}$. Nacrtati valne oblike upravljačkih signala za navedeni slučaj. U kojem sektoru se nalazi referentni vektor napona U_{ref} ?

AUDITORNE 18.11.2015

1)

$$n = 2910 \text{ min}^{-1}$$

$$I_m = 20 \text{ A}$$

$$M_t = M_n$$

STRUKE STATORA:

$$i_{sa} = I_m \sin \omega t$$

$$i_{sb} = I_m \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$i_{sc} = I_m \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$\begin{cases} \omega = \omega_s \\ I_m = \sqrt{2} I \end{cases}$$

$$u \quad t = 0.014 \text{ s}$$

$$\varphi = \frac{2\pi}{3}$$

\rightarrow ESTIMIRANI POLOŽAJ VEKTORA TOKA ROTORA

TOKA ROTORA

a) $i_d, i_B, i_a, i_g = ?$ u $t = 0.014$

i) $\frac{\alpha}{m}, \beta$

$$i_d = i_a$$

$$i_B = \frac{1}{\sqrt{3}} (i_b - i_c)$$

ii) d, g

$$\begin{bmatrix} i_d \\ i_g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi \\ -\sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_B \end{bmatrix}$$

$$i_d = \cos \varphi i_a + \sin \varphi i_B$$

$$i_g = -\sin \varphi i_a + \cos \varphi i_B$$

$$\Rightarrow \begin{cases} i_a = -26.89 \text{ A} & i_b = 21.01 \text{ A} & i_c = 5.88 \text{ A} \\ i_d = -26.89 \text{ A} & i_B = 8.4407 & \\ i_d = 21.01 \text{ A} & i_g = 18.91 \text{ A} & \end{cases}$$

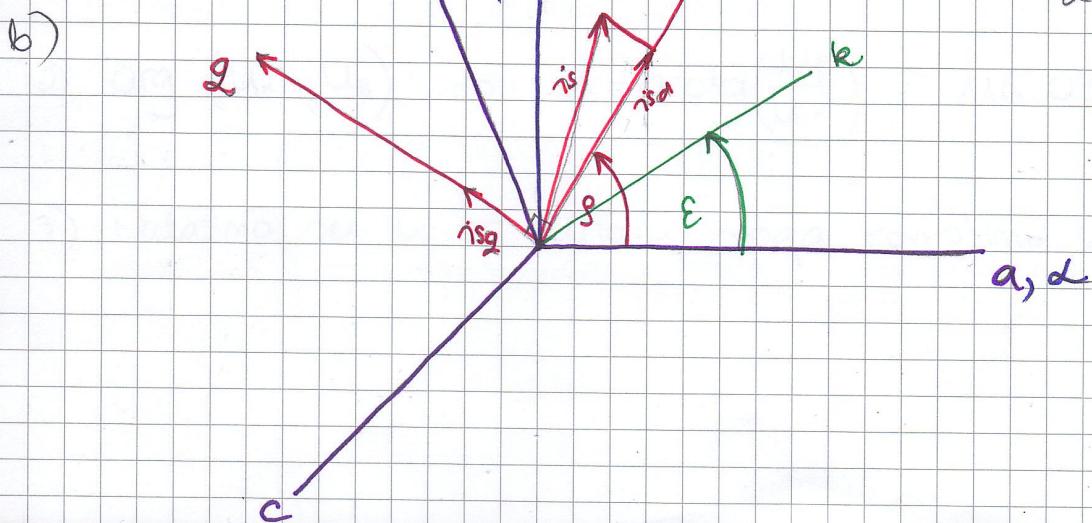
PROVJERA $i_a + i_b + i_c = 0$ \rightarrow Obruvanje mova mijenjati

$$\Rightarrow \vec{i}_s = \frac{2}{3} (i_{sa} + i_{sb} e^{-\frac{2\pi}{3}\varphi} + i_{sc} e^{\frac{2\pi}{3}\varphi})$$

SNARENJE
 $i_{sd} > 0$ MAGN. POJ

$i_{sg} < 0$ GENERATOR

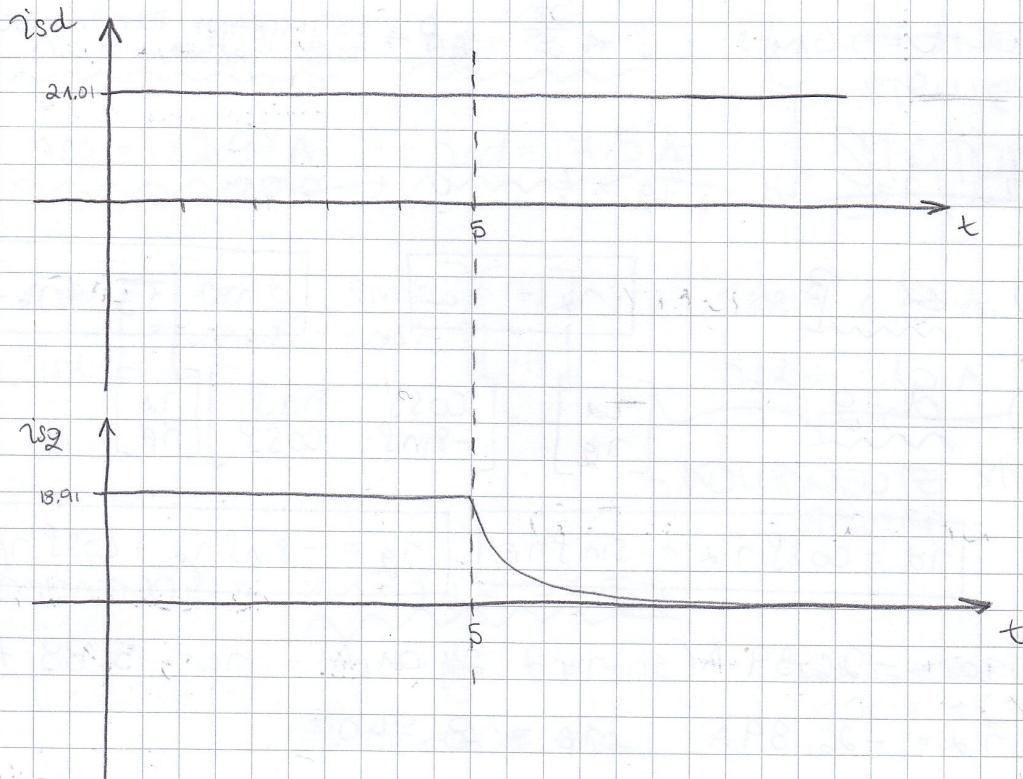
$i_{sg} > 0$ MOTOR



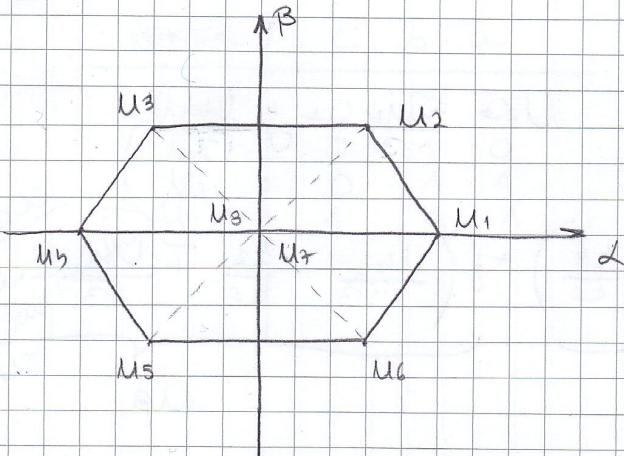
c) NEOPTEREDEN stroj

$$i_{sd} = \emptyset \quad ; \text{ IDEALAN SUČAJ}$$
$$\mu = \emptyset$$
$$i_{sd} = \text{konst.} \quad ; \text{jER JE } \emptyset = \text{konst}$$

VREMENSKI ODZIV U SUSTAVU RASTERECTONJA
 $\mu = t = 5s$



2) VEKTORSKA MODULACIJA



$U_{7,8}$ - napon na motoru
 $= \emptyset \rightarrow$ skloplje ili sve ugašene ili sve upaljene

→ U s vremenom trenutken motoru dajemo neli referentni vektor napona te ga držimo u periodu T_s gdje je T_s fiksna vrijednost

- VEKTORSKO UPRAVljANJE - Upraavljanje AMPUTUDOM i FAZnim POMAKOM

- UVJET $T_1 + T_2 < T_s$

- SKR. VR. NAPONA NA MOTORU = Referentni napon
- Potrebno je odrediti u kojem SEKToru se nalazi U_{REF}
- Za $T = T_s$ $U = U_{REF}$, ostala vremena $U = \emptyset$

$$\Rightarrow U_a = -97.55 \text{ V} \quad U_b = 221.98 \text{ V} \quad U_c = -126.13 \text{ V}$$

$$U_{dc} = 600 \text{ V}$$

$$U_d, U_B = ? \quad T_a, T_b, T_c = ? \quad U_{ref} = ? \rightarrow \text{U kojem sektoru se nalazi?}$$

PERIOD U
KONTROLA
OBRAVJANJA
DECODIRANJA
MODULACIJE

$T_s = 2 \mu\text{s}$

- → Uvijek gledamo sponje 3 skloplje na izmjenjivanju!

$$1) U_d, U_B = ? \quad U_d = U_a = -97.55 \text{ V}$$

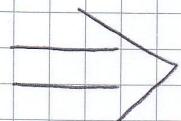
$$U_B = \frac{1}{\sqrt{3}} (U_b - U_c) = 199.83 \text{ V}$$

GLEDAMO
NA KROV
PREDSJEDATE
TRAŽIMO
ARGUMENT

$$2) \arg(U_d + jU_B) \Rightarrow \angle = \arctg\left(\frac{U_B}{U_d}\right) = 116.03^\circ$$

SPADA POD
I PERIOD
IZMEDU U_d
I U_B

$$3) \text{Nalazimo se u I sektoru stoga koristimo } U_2, U_3, U_7, U_8$$



$$u) U_{REF} = M_2 \frac{t_2}{T_s} + M_3 \frac{t_3}{T_s}$$

$$5) M_2 = \frac{U_{DC}}{3} + j \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}} \quad M_3 = -\frac{U_{DC}}{3} + j \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}}$$

$$c) U_{REF} = \left(\underbrace{\frac{U_{DC}}{3} \frac{t_2}{T_s} - \frac{U_{DC}}{3} \frac{t_3}{T_s}}_{M_2} \right) + j \left(\underbrace{\frac{U_{DC}}{\sqrt{3}} \frac{t_2}{T_s} + \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}} \frac{t_3}{T_s}}_{M_3} \right)$$

$$M_2 = \frac{U_{DC}}{3T_s} (t_2 - t_3)$$

$$M_3 = \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}T_s} (t_2 + t_3)$$

$$\frac{3T_s U_2}{U_{DC}} + t_3 = t_2$$

$$\frac{\sqrt{3} T_s U_3}{U_{DC}} = 2t_3 + \frac{3T_s M_2}{U_{DC}}$$

$$\Rightarrow t_3 = 1.063 \mu s$$

$$t_2 = 0.087 \mu s$$

$$t_3 = \frac{T_s}{2U_{DC}} (\sqrt{3} U_3 - 3U_2)$$

! PROVJERAT $T_2 + T_3 \stackrel{?}{<} T_s$ DA

?) VRJEME LI KOJEMU DRŽIMO NUL VEKTORE!

$$T_4 = T_4 + T_3 = T_s - T_2 - T_3$$

$$T_4 = T_3 = 0.423 \mu s$$

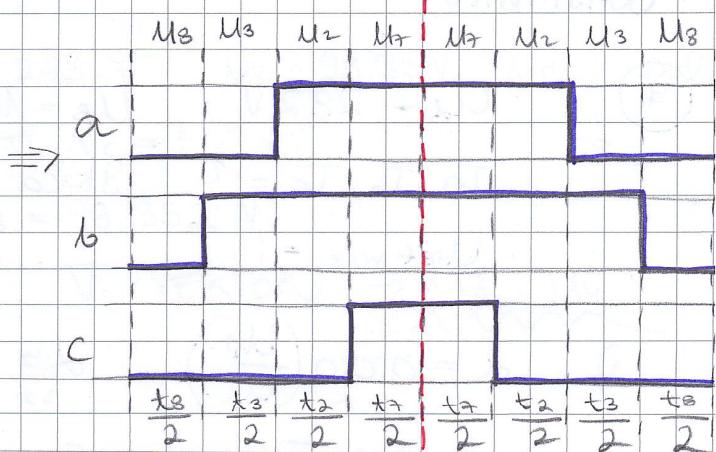


3) UPRAVljACU SIGNALA ZA SKLOPKE

SIMETRALA

VEKTOR	c	b	a
M_3	0	0	0
M_3	0	1	0
M_2	0	1	1
M_2	1	1	1

OBAVEŠTENJE
Podnijemo
da želimo
 M_3 a
 M_2 da
ja
zavrsimo



- GUBICI PRETVARAČA - Koliko puta uljupimo / islujupimo
 - ↗ C14 je da budu što manji
 - IDEALNO bi bilo da samo jednom UKY. / ISKY. svaku sloj
- Iz dobivenog grafra očitavamo koliko je koja sloj počela

$$t_c = t_2 \quad t_c = 0.423 \mu s$$

$$t_b = t_1 + t_2 + t_3 \quad t_b = 1.573 \mu s$$

$$t_a = t_1 + t_2 \quad t_a = 0.51 \mu s$$