

Ime i Prezime:

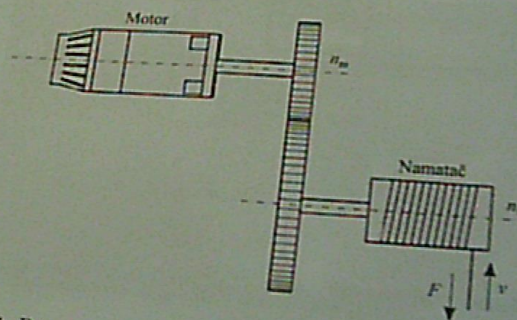
Matični broj:

Napomena: Zadatke obavezno predati s rješenjima nakon završetka testa.

1. zadatak (15 bodova)

Istosmjerni nezavisno uzbuđeni motor ima sljedeće podatke: $P_n = 2,2 \text{ kW}$, $I_n = 22,5 \text{ A}$, $U_n = 120 \text{ V}$, $n_n = 390 \text{ min}^{-1}$ i otpor armature $R_a = 0,7 \Omega$. Moment trenja i ventilacije motora je konstantan.

- (3 boda) Odrediti moment tereta kojim je motor opterećen ako se uz nazivni napon vrti brzinom $n = 420 \text{ min}^{-1}$? Nacrtati momentne karakteristike tereta i motora te označiti radnu točku.
- (3 boda) Ako se motor optereti momentom tereta $M_t = 35 \text{ Nm}$, koliko treba iznositi napon napajanja da se motor vrti brzinom $n = 390 \text{ min}^{-1}$? Nacrtati momentne karakteristike tereta i motora te označiti radnu točku.
- (5 bodova) Ako na motor priključimo teret momentne karakteristike $M_t = k/n \text{ Nm}$, pri nazivnom naponu teče struja $I = 15 \text{ A}$. Kojom brzinom bi se vrtio motor ako bi se uzbudna struja (tok) motora smanjila za 10% u odnosu na nazivnu vrijednost?
- (4 boda) Odrediti brzinu vrtnje motora, ako se motor napaja s $U = 0,5 U_n$ i preko reduktora pogoni namatač prikazan na slici 1. Omjer reduktora je $i = 20$, korisnost $\eta_{red} = 0,75$, polumjer bubnja je $R_b = 0,5 \text{ m}$, a sila kojom žica djeluje na bubanj iznosi $F = 1200 \text{ Nm}$. Kolika je brzina namatanja žice?



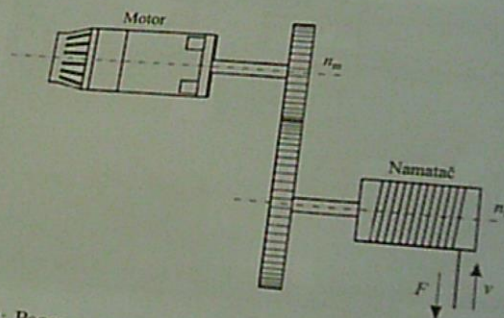
Slika 1: Pogon namatača žice realiziran s istosmjernim motorom

2. zadatak (12 bodova)

Asinkroni motor nazivnih podataka: $U_n = 380 \text{ V}$, $P_n = 15 \text{ kW}$, $n_n = 1400 \text{ min}^{-1}$, $i = 2,5$, namot u spoju zvijezda, skalarno izmjenjivanje struje, ventilacije motora je konstantan.

Istosmjerni nezavisno uzbuđeni motor ima sljedeće podatke: $P_n = 2,2 \text{ kW}$, $I_n = 22,5 \text{ A}$, $U_n = 120 \text{ V}$, $n_n = 390 \text{ min}^{-1}$ i otpor armature $R_a = 0,7 \Omega$. Moment trenja i ventilacije motora je konstantan.

- (3 boda) Odrediti moment tereta kojim je motor opterećen ako se uz nazivni napon vrti brzinom $n = 420 \text{ min}^{-1}$? Nacrtati momentne karakteristike tereta i motora te označiti radnu točku.
- (3 boda) Ako se motor optereti momentom tereta $M_t = 35 \text{ Nm}$, koliko treba iznositi napon napajanja da se motor vrti brzinom $n = 390 \text{ min}^{-1}$? Nacrtati momentne karakteristike tereta i motora te označiti radnu točku.
- (5 bodova) Ako na motor priključimo teret momentne karakteristike $M_t = k/n \text{ Nm}$, pri nazivnom naponu teče struja $I = 15 \text{ A}$. Kojom brzinom bi se vrtio motor ako bi se uzbudna struja (tok) motora smanjila za 10% u odnosu na nazivnu vrijednost?
- (4 boda) Odrediti brzinu vrtnje motora, ako se motor napaja s $U = 0,5 U_n$ i preko reduktora pogoni namatač prikazan na slici 1. Omjer reduktora je $i = 20$, korisnost $\eta_{red} = 0,75$, polumjer bubnja je $R_b = 0,5 \text{ m}$, a sila kojom žica djeluje na bubanj iznosi $F = 1200 \text{ Nm}$. Kolika je brzina namatanja žice?



Slika 1: Pogon namatača žice realiziran s istosmjernim motorom

2. zadatak (12 bodova)

Asinkroni motor nazivnih podataka: $U_n = 380 \text{ V}$, $P_n = 15 \text{ kW}$, $n_n = 1460 \text{ min}^{-1}$, $f_n = 50 \text{ Hz}$, $M_{gr}/M_n = 2,5$, namot u spoju zvijezda, skalarno je upravljan U/f metodom u otvorenoj petlji. Gubici trenja i ventilacije motora se zanemaruju.

- (3 boda) Odrediti brzinu vrtnje motora pri opterećen potencijalnim teretom.

- (3 boda) Ako se na motor priključi metalica za papir čija je momentna karakteristika dana izrazom $M_t = k \cdot n \text{ Nm}$, pri nazivnom naponu i nazivnoj frekvenciji motor se vrti brzinom $n = 1470 \text{ min}^{-1}$. Odrediti brzinu vrtnje motora pri referentnoj frekvenciji $f = 40 \text{ Hz}$. Nacrtati momentnu karakteristiku tereta te momentne karakteristike motora za nazivnu i referentnu frekvenciju te naznačiti karakteristične točke.

- (6 bodova) Na asinkroni motor je priključen istosmjerni motor nazivnih podataka: $P_n = 13,5 \text{ kW}$, $I_n = 74 \text{ A}$, $U_n = 220 \text{ V}$, $n_n = 1450 \text{ min}^{-1}$, otpor armature $R_a = 0,2 \Omega$, koji se napaja iz četvero-kvadrantnog čopera. Odrediti brzinu vrtnje pogona ako je asinkronom stroju zadana referentna frekvencija $f = 30 \text{ Hz}$, a čoper napaja istosmjerni stroj naponom $U = -130 \text{ V}$. Moment trenja i ventilacije istosmjernog stroja je konstantan. Na istom grafu nacrtati momentne karakteristike oba stroja te naznačiti radnu točku.

3. zadatak (8 bodova)

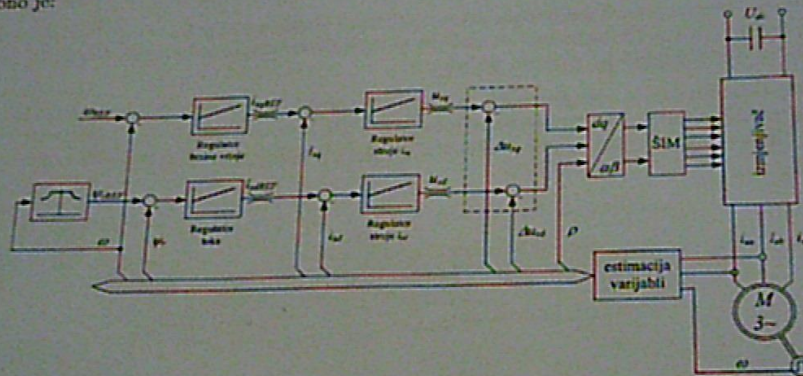
Za upravljanje brzinom vrtnje kaveznog asinkronog motora koristi se struktura upravljanja prikazana na slici 2. Motor je opterećen s 20% nazivnog momenta i vrti se brzinom 20% većom od nazivne brzine. Potrebno je:

tereta te momentne karakteristike motora. Označite radnu točku.

- c) (6 bodova) Na asinkroni motor je priključen istosmjerni motor nazivnih podataka: $P_n = 13,5 \text{ kW}$, $I_n = 74 \text{ A}$, $U_n = 220 \text{ V}$, $n_n = 1450 \text{ min}^{-1}$, otpor armature $R_a = 0,2 \Omega$, koji se napaja iz četverokvadrantnog čopera. Odrediti brzinu vrtnje pogona ako je asinkronom stroju zadana referentna frekvencija $f = 30 \text{ Hz}$, a čoper napaja istosmjerni stroj naponom $U = -130 \text{ V}$. Moment trenja i ventilacije istosmjernog stroja je konstantan. Na istom grafu nacrtati momentne karakteristike oba stroja te naznačiti radnu točku.

3. zadatak (8 bodova)

Za upravljanje brzinom vrtnje kaveznog asinkronog motora koristi se struktura upravljanja prikazana na slici 2. Motor je opterećen s 20% nazivnog momenta i vrti se brzinom 20% većom od nazivne brzine. Potrebno je:



Slika 2: Sustav za regulaciju brzine s vektorski upravljanim asinkronim motorom

- a) (6 bodova) Kvalitativno skicirati odzive struja $i_{sd}(t)$ i $i_{sq}(t)$, te brzine vrtnje $\omega(t)$ za slučaj da se u trenutku $t = 3 \text{ s}$ referentna vrijednost brzine postavi na 80% nazivne brzine, a moment tereta ostane nepromijenjen.
- b) (2 boda) U istom d, q koordinatnom sustavu skicirati položaj vektora magnetskog toka rotora i položaj vektora struje statora u početnom stacionarnom stanju ($n = 120\% n_n$, $M_t = 20\% M_n$) te u stacionarnom stanju koje je nastupilo nakon promjene referentne vrijednosti brzine ($n = 80\% n_n$, $M_t = 20\% M_n$).

ML2018

① $P_m = 2.2 \text{ kW}$

$I_m = 22.5 \text{ A}$

$U_m = 120 \text{ V}$

$n_m = 390 \text{ min}^{-1}$

$R_u = 0.7 \Omega$

$\rightarrow M_m = \frac{P_m}{\omega_m} = 53.87 \text{ Nm}$

$C_e = C_m = \frac{U_m - I_m R_u}{\omega_m} = 2.5526$

$M_{em, n} = C_m I_m$

$M_{er, ven} = M_{em, n} - M_m = 3.57 \text{ Nm}$

a) $n_A = 420 \text{ min}^{-1} \rightarrow I_A = \frac{U_m - C_e \omega_A}{R_u} = 11.04 \text{ A}$

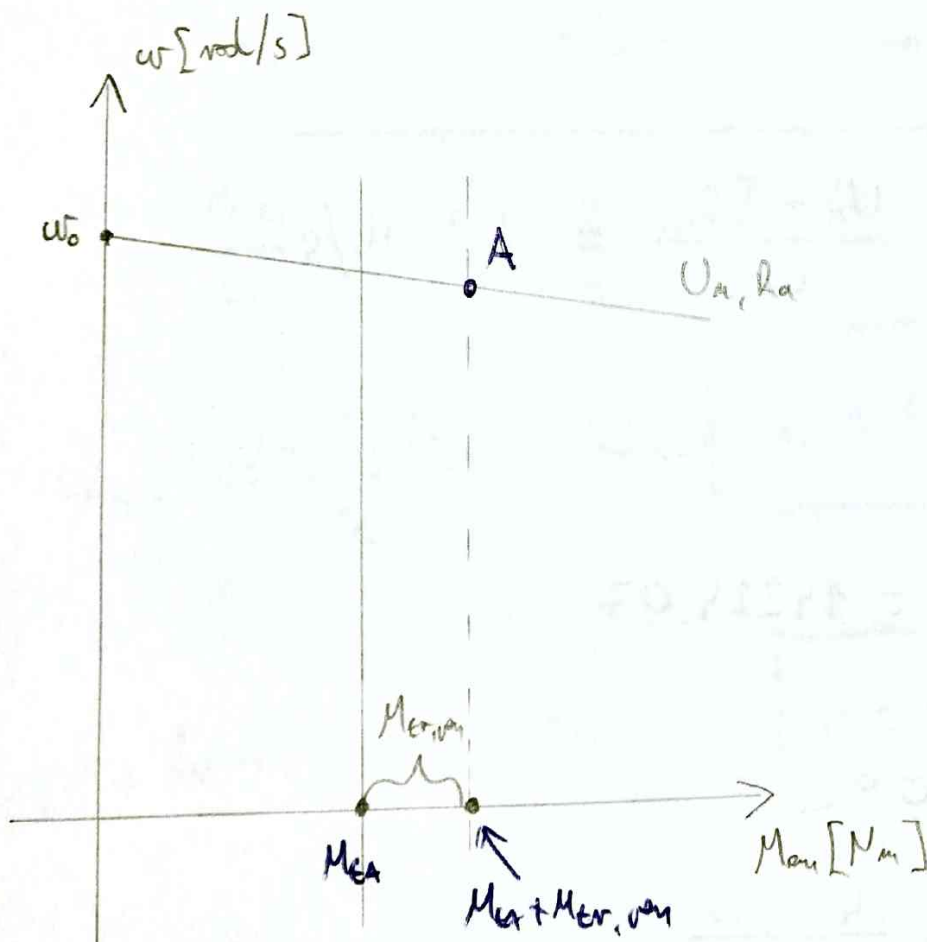
□ $M_{eA} = ?$

$M_{em} = C_m I_A$

$M_{eA} + M_{er, ven} = C_m I_A$

$M_{eA} = C_m I_A - M_{er, ven}$

$\rightarrow M_{eA} = 24.63 \text{ Nm}$



$$b) M_{eB} = 35 \text{ Nm}$$

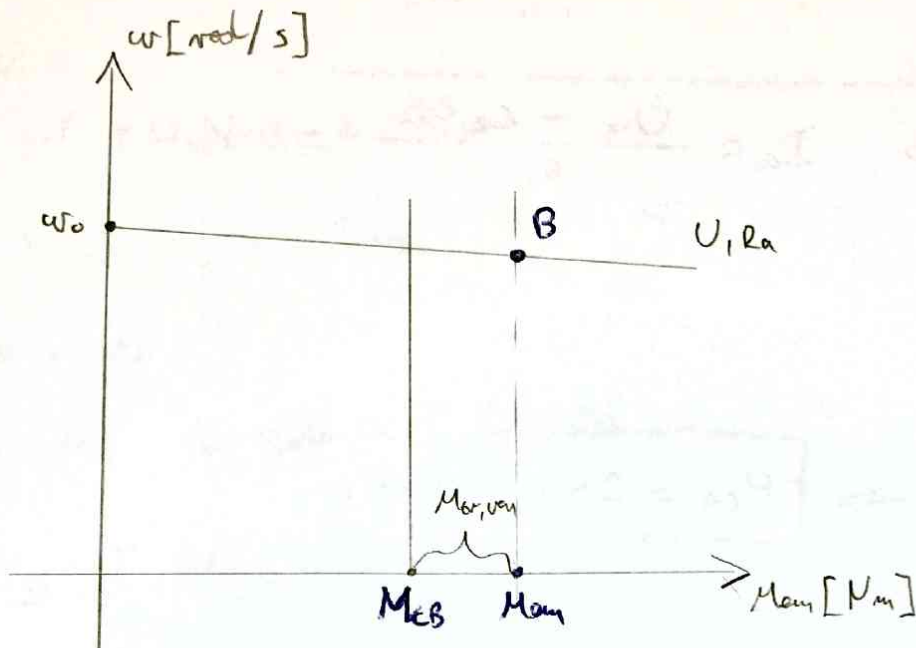
$$n_B = 330 \text{ min}^{-1}$$

$$U = ?$$

$$\rightarrow I_a = \frac{M_{am}}{C_m} = \frac{M_{eB} + M_{er,ven}}{C_m} = 15.11 \text{ A}$$

$$U = C_e \omega_B + I_a R_a \rightarrow$$

$$U = 114.83 \text{ V}$$



$$c) M_e = \frac{k}{n} \rightarrow \omega = \frac{U_n - I_a R_a}{C_e} = 42.9 \text{ rad/s}$$

$$I = 15 \text{ A}$$

$$M_{em} = M_e + M_{er,ven}$$

$$h = \frac{30}{\pi} \omega (I C_m - M_{er,ven}) = 14224.07$$

$$\rightarrow \phi^* = 0.9 \phi_n \rightarrow C_e^* = C_m^* = 0.9 C_e$$

$$I_a^* = \frac{U_n - C_e^* \omega^*}{R_a}$$

$$I_a^* = \frac{M_e + M_{er,ven}}{C_m^*}$$

$$\frac{C_e^*}{R_a} \omega^2 + \left(\frac{M_{er,ven}}{C_m^*} - \frac{U_n}{R_a} \right) \omega + \frac{k \tau}{30 C_m^*} = 0$$

$$\omega_1 = 47.61 \text{ rad/s}$$

$$\omega_2 = 4.15 \text{ rad/s}$$

$$d) U = 0.5 U_n$$

$$i = 20$$

$$\eta_{\text{red}} = 0.75$$

$$R_b = 0.5 \text{ m}$$

$$F = 1200 \text{ N}$$

$$\omega_m, v = ?$$

$$P_e = F \cdot v = F \cdot R_b \omega_r$$

$$P_e = \eta_{\text{red}} P_m = \eta_{\text{red}} \cdot M_e^* \cdot \omega_m$$

$$\omega_m = i \omega_r$$

$$\eta_{\text{red}} \cdot M_e^* \cdot i \cdot \cancel{\omega_r} = F R_b \cancel{\omega_r}$$

$$M_e^* = \frac{F R_b}{\eta_{\text{red}} i} = 40 \text{ Nm}$$

$$I_a = \frac{M_{\text{em}}}{C_m} = \frac{M_e^* + M_{\text{em, own}}}{C_m} = 17.07 \text{ A}$$

$$\omega_m = \frac{U - I_a R_a}{C_e}$$

→

$$\omega_m = 18.82 \text{ rad/s}$$

$$v = R_b \omega_r = \frac{R_b \omega_m}{i} \rightarrow$$

$$v = 0.47 \text{ m/s}$$

$$\textcircled{2.} \quad U_n = 380 \text{ V}$$

$$P_n = 15 \text{ kW}$$

$$n_n = 1460 \text{ min}^{-1}$$

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

$$M_{pe} = 25 M_n$$

$$\rightarrow M_n = \frac{P_n}{\omega_n} = 98.11 \text{ Nm}$$

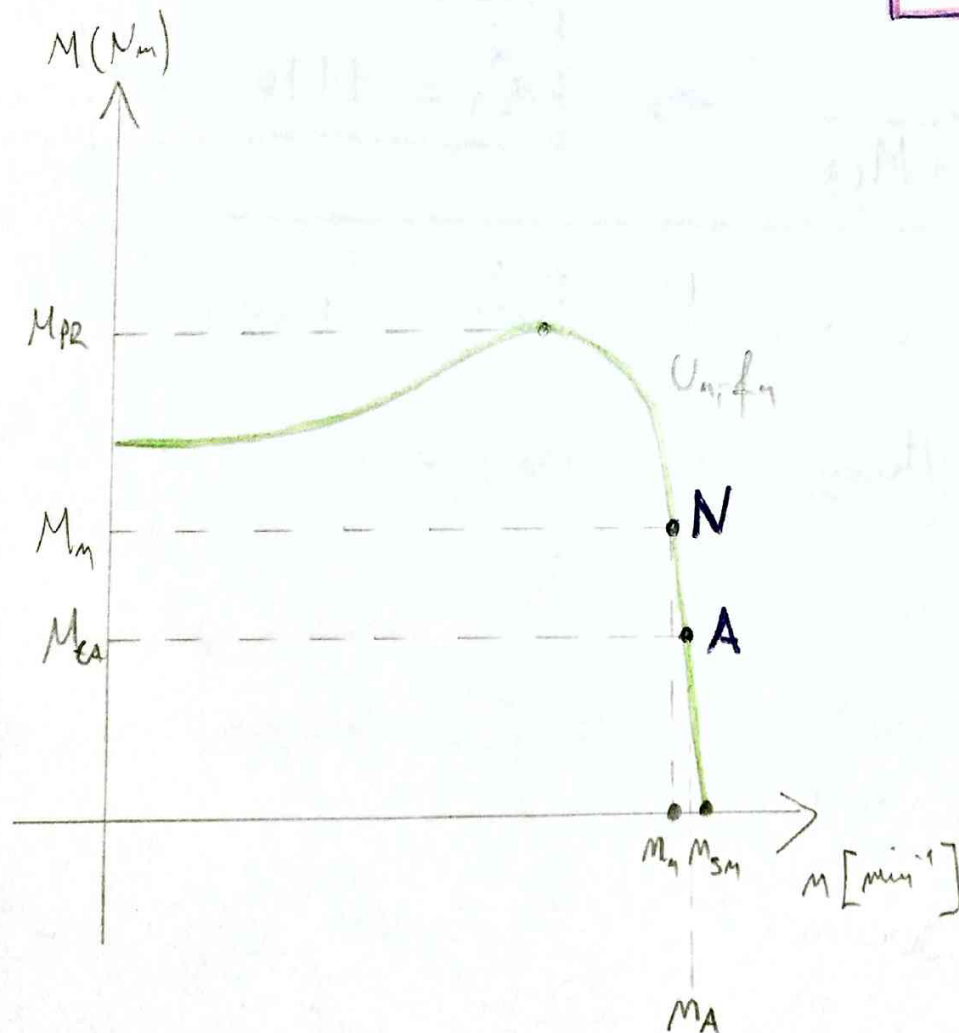
$$M_{sn} = 1500 \text{ min}^{-1}$$

$$a) \quad M_{\text{EA}} = 60 \text{ Nm}$$

$$U_n, f_n \rightarrow M_{\text{SA}} = M_{\text{SN}}$$

$$\frac{M_n}{M_{\text{EA}}} = \frac{M_{\text{SN}} - M_A}{M_{\text{SA}} - M_A}$$

$$M_A = M_{\text{SN}} - \frac{M_{\text{EA}}}{M_n} (M_{\text{SN}} - M_n) \rightarrow M_A = 1475.54 \text{ min}^{-1}$$



$$b) \quad n_B = 1470 \text{ min}^{-1} \rightarrow \frac{M_{EB}}{M_m} = \frac{M_{SM} - M_B}{M_{SM} - M_m}$$

U_m, f_m

$$M_{EB} = M_m \frac{M_{SM} - M_B}{M_{SM} - M_m} = 73.58 \text{ Nm}$$

$$M_{EB} = h \cdot M_B \rightarrow h = 0.05$$

$$\rightarrow f_B^* = 40 \text{ Hz}$$

$$\frac{M_{EB}^*}{M_{EB}} = \frac{M_{SB}^* - M_B^*}{M_{SM} - M_B}$$

$$M_{EB}^* = h M_B^*$$

$$M_{SB}^* = \frac{60 f_B^*}{p} = 1200 \text{ min}^{-1}$$

$$h M_B^* (M_{SM} - M_B) = M_{EB} (M_{SB}^* - M_B^*)$$

$$M_B^* = \frac{M_{EB} M_{SB}^*}{h (M_{SM} - M_B) + M_{EB}} \rightarrow$$

$$M_B^* = 1176 \text{ min}^{-1}$$

$$c) \quad P_m = 13.5 \text{ kW} \rightarrow c_e = c_m = \frac{U_m - R_a I_a}{\omega_m} = 1.3514$$

$$I_m = 74 \text{ A}$$

$$U_m = 220 \text{ V}$$

$$M_m = 1450 \text{ min}^{-1}$$

$$R_a = 0.2 \Omega$$

$$U_a = -130 \text{ V} \rightarrow M_{AS,c} = -M_{IS,c}$$

$$f_c = 30 \text{ Hz} \rightarrow M_{SC} = 900 \text{ min}^{-1}$$

$$\rightarrow \frac{M_{E,AS}}{M_{M,AS}} = \frac{M_{SC} - M_{AS,c}}{M_{SM} - M_m}$$

$$M_{E,IS} + M_{E,AS} = 0 \rightarrow M_{E,IS} = M_{SM} + M_{E,AS} = c_m I_a + M_{E,ver}$$

$$I_a = \frac{U_a - c_e \omega_{IS,c}}{R_a}$$

$$M_{AS,c} = 895.51 \text{ min}^{-1}$$

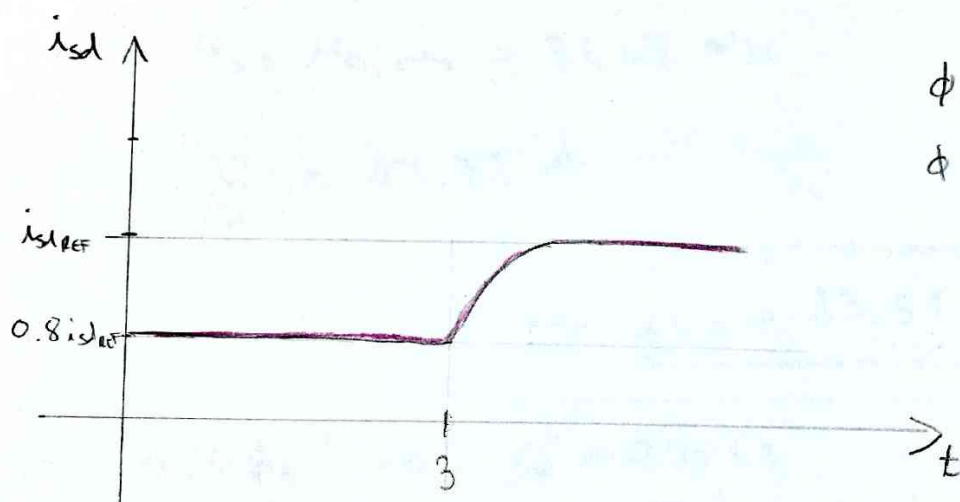
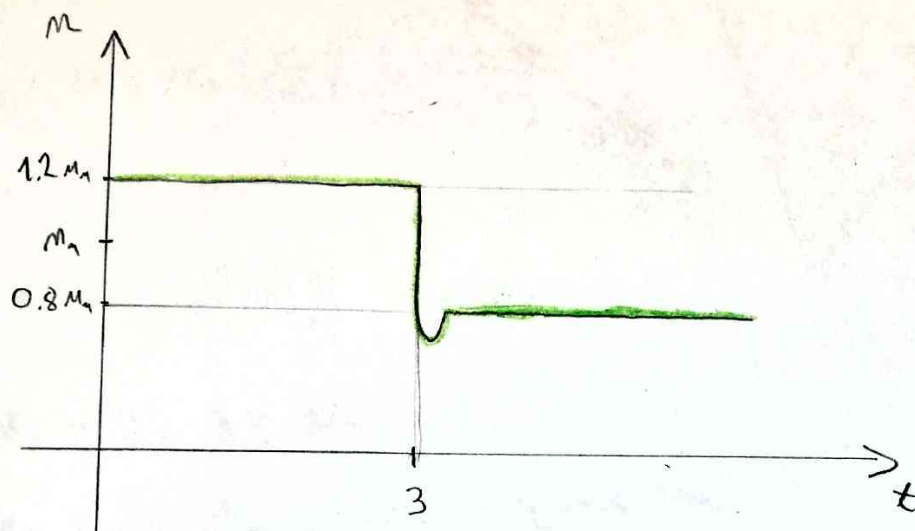
MI-2018

③. $M_e = 0.2 M_n$

$M = 1.2 M_n$

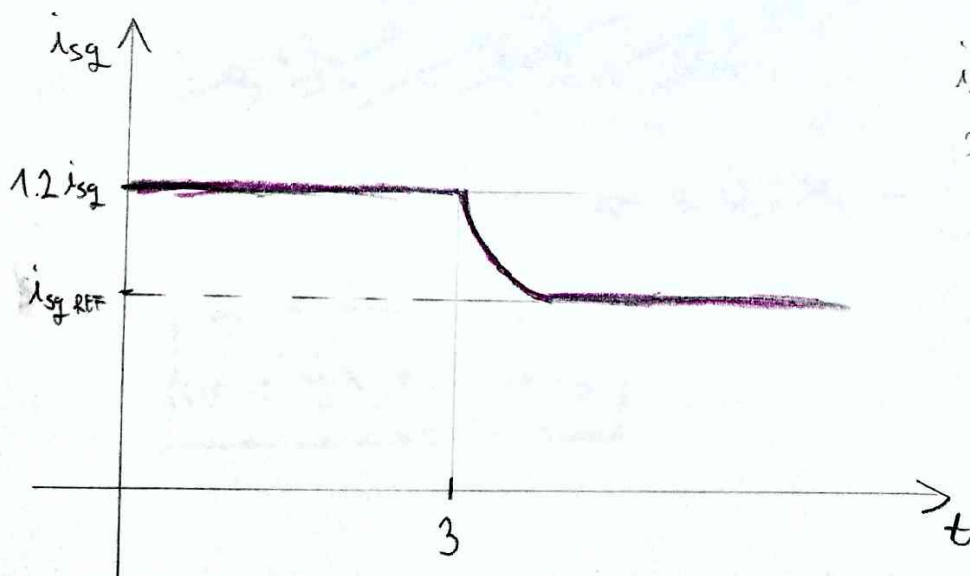
a) u $t = 3s$ $M^* = 0.8 M_n$

$M_e^* = M_e$



$\phi \rightarrow$ RASTE DO $M^* = M_n$

$\phi = \text{const}$ ZA $M^* < M_n$



i_{sg} KOMPENZIRA i_{sl} U
PODRUČJU SLABEJENJA
TOKA TJ. ZA $M^* > M^*$

b)

