



Šifra kandidata:

Državni izpitni center



P 2 4 1 I 1 4 1 1 1

SPOMLADANSKI IZPITNI ROK

MEHATRONIKA

Izpitna pola

Četrtek, 6. junij 2024 / 120 minut

Dovoljeno gradivo in pripomočki:

*Kandidat prinese nalivno pero ali kemični svinčnik, svinčnik, radirko, ravnilo ter
numerično žepno računalno brez grafičnega zaslona in možnosti simbolnega računanja.*

Priloga s formulami je na perforiranih listih, ki jih kandidat pazljivo iztrga.

Kandidat dobi konceptni list in ocenjevalni obrazec.

POKLICNA MATURA

NAVODILA KANDIDATU

Pazljivo preberite ta navodila.

Ne odpirajte izpitne pole in ne začenjajte reševati nalog, dokler vam nadzorni učitelj tega ne dovoli.

Prilepite oziroma vpišite svojo šifro v okvirček desno zgoraj na tej strani, na ocenjevalni obrazec in na konceptni list.

Izpitna pola je sestavljena iz dveh delov. Prvi del vsebuje 15 krajših nalog, drugi del pa 5 strukturiranih nalog. Število točk, ki jih lahko dosežete, je 70, od tega 30 v prvem delu in 40 v drugem delu. Za posamezno nalogo je število točk navedeno v izpitni poli. Pri reševanju si lahko pomagate s formulami v prilogi.

Rešitve pišite z nalivnim peresom ali s kemičnim svinčnikom in jih vpisujte v izpitno polo v za to predvideni prostor; slike, sheme in diagrame pa lahko rišete s svinčnikom. Pišite čitljivo. Če se zmotite, napisano prečrtajte in rešitev zapišite na novo. Nečitljivi zapisi in nejasni popravki bodo ocenjeni z 0 točkami. Osnutki rešitev, ki jih lahko naredite na konceptni list, se pri ocenjevanju ne upoštevajo.

Pri reševanju nalog mora biti jasno in korektno predstavljena pot do rezultata z vsemi vmesnimi računi in sklepi. Če ste nalogo reševali na več načinov, jasno označite, katero rešitev naj ocenjevalec oceni.

Pri rezultatu mora biti vedno navedena tudi merska enota.

Zaupajte vase in v svoje zmožnosti. Želimo vam veliko uspeha.

Ta pola ima 28 strani, od tega 5 praznih.



Formule

Elektrina in električni tok

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$J = \frac{I}{A}$$

$$e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19}$$

Magnetno polje

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$$

$$H = \frac{\Theta}{l}$$

$$\Theta = I \cdot N$$

$$F_m = B \cdot I \cdot l$$

$$B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H$$

$$\Phi = B \cdot A$$

Elektromagnetna indukcija

$$U_i = B \cdot v \cdot l = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$L = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot \frac{N^2 \cdot A}{l}$$

Električno polje

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$$

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

$$W_e = \frac{Q \cdot U}{2} = \frac{C \cdot U^2}{2} = \frac{Q^2}{2 \cdot C}$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$F = Q \cdot E$$

$$C = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

$$D = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \cdot E$$

Enosmerna vezja

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

$$R = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R$$

$$W_e = P \cdot t = U \cdot I \cdot t$$

$$\eta = \frac{P_{izh}}{P_{vh}} = \frac{W_{izh}}{W_{vh}}$$

Enostavni izmenični tokokrog

$$\varphi = \alpha_u - \alpha_i$$

$$\omega = 2\pi \cdot f$$

$$u = U_m \cdot \sin(\omega \cdot t \pm \alpha_u)$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

$$P = U_R \cdot I_R = \frac{U_R^2}{R} = I_R^2 \cdot R$$

$$Q_L = U_L \cdot I_L$$

$$Q_C = U_C \cdot I_C$$

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$X_L = \omega \cdot L$$

Sestavljeni izmenični tokokrog

$$P = S \cdot \cos \varphi$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi$$

$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}$$

$$R = Z \cdot \cos \varphi$$

$$X = Z \cdot \sin \varphi$$

Realna tuljava

$$X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot L$$

$$\tan \varphi = \frac{X_L}{R} = \frac{1}{\tan \delta} = Q$$

Zaporedna vezava

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{U_L - U_C}{U_R}$$

Vzporedna vezava

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2}$$

$$\tan \varphi = -\frac{B_C - B_L}{G} = -\frac{I_C - I_L}{I_R}$$

Realni kondenzator

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

$$\tan \varphi = \frac{R}{X_C} = \frac{1}{\tan \delta} = Q$$

Resonanca

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C}}$$

$$B = \frac{f_0}{Q}$$

Transformator

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$



Prehodni pojavi

$$\tau = R \cdot C = \frac{L}{R}$$

$$t_{pp} = 5\tau$$

$$u_c = U \cdot \left(1 - e^{-t/\tau}\right)$$

$$u_c = U \cdot e^{-t/\tau}$$

$$i_L = \frac{U}{R} \cdot \left(1 - e^{-t/\tau}\right)$$

$$i_L = I \cdot e^{-t/\tau} = \frac{U}{R} \cdot e^{-t/\tau}$$

Digitalna tehnika

$$X + 1 = 1$$

$$X + X = X$$

$$\overline{X} \cdot X = X$$

$$\overline{\overline{X}} = X$$

$$X \cdot 0 = 0$$

$$X + XY = X$$

$$X \cdot (X + Y) = X$$

$$(X + \overline{Y}) \cdot Y = XY$$

$$X \cdot \overline{Y} + Y = X + Y$$

$$(X + Y) + \overline{X} = 1$$

$$(\overline{X} + \overline{Y}) \cdot X = 0$$

$$\overline{X + Y} = \overline{X} \cdot \overline{Y}$$

$$\overline{X \cdot Y} = \overline{X} + \overline{Y}$$

$$X_{LSB} = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2^n}$$

$$x_{\text{digit}} = \frac{U_{\text{analog}}}{U_{LSB}}$$

Elektronska vezja

Usmernik

$$U_{sr} = \frac{U_m}{\pi} \rightarrow U_{sr} = U_m - \frac{I_{sr}}{2f \cdot C}$$

$$U_{sr} = \frac{2U_m}{\pi} \rightarrow U_{sr} = U_m - \frac{I_{sr}}{4f \cdot C}$$

Tranzistor

$$I_C = -\alpha \cdot I_E = \beta \cdot I_B$$

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

$$I_E + I_B + I_C = 0$$

Operacijski ojačevalnik

invertirajoči

$$A = -\frac{R_p}{R_v}$$

R_p – upor v povratni zanki

R_v – upor na invertirajočem vhodu

neinvertirajoči

$$A = 1 + \frac{R_p}{R_v}$$

Presek vodnikov in moč bremen

$$A = \frac{200 \cdot l \cdot I}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U_f} = \frac{200 \cdot l \cdot P}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U_f^2}$$

$$A = \frac{200 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U_f} = \frac{200 \cdot l \cdot P}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U_f^2}$$

$$A = \frac{100 \cdot l \cdot I \cdot \sqrt{3}}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U} = \frac{100 \cdot l \cdot P}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U^2} (\text{mm}^2)$$

$$A = \frac{100 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U} = \frac{100 \cdot l \cdot P}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U^2}$$

$$I_{ks}^2 \cdot t \leq (k_{cu} \cdot A)^2 \quad J = \frac{I}{A}$$

$$A = \frac{200}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U^2} \cdot \sum (P_i \cdot l_i)$$

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\lambda \cdot A} (\text{V})$$

Elektromotorni pogon

$$P = U \cdot I$$

$$P_{\text{el.mot}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$I_{ZY} = \frac{1}{3} \cdot I_{Z\Delta}$$

$$M_{ZY} = \frac{1}{3} \cdot M_{Z\Delta}$$

$$U_2 = \frac{N_2}{N_1} \cdot U_1$$

$$U_{\max} = U_{\text{ef}} \cdot \sqrt{2}$$

$$Q = P \cdot \tan \varphi$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi}$$

$$M = \frac{P_{\text{meh}} \cdot 30}{\pi \cdot n}$$

$$n_s = \frac{f \cdot 60}{p}$$

$$p = \frac{f \cdot 60}{n_s}$$

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100 \%$$



Regulacije

$$K_p = \frac{y_o}{x_o}$$

PT_1 – člen (odziv sistema)

$$X_{izh} = K_p \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \cdot X_{vh}$$

X_{vh} – vhodna veličina
 X_{izh} – izhodna veličina
 K_p – ojačanje sistema
 τ – časovna konstanta sistema

I – člen

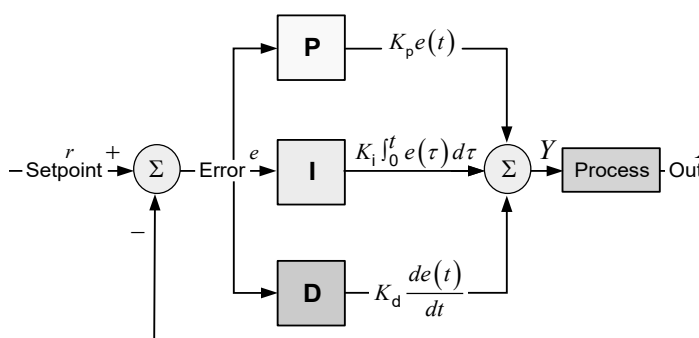
$$X_{izh}(t) = K_I \cdot \int x_{vh}(t) dt$$

Če je $x_{vh}(t)$ konstantna vrednost, dobimo: $X_{izh} = K_I \cdot x_{vh} \cdot t$

D – člen

$$X_{izh}(t) = K_D \cdot \frac{\Delta X_{vh}(t)}{\Delta t}$$

PID regulator



Setpoint (r) – referenčna vrednost

Error (e) – napaka (odstopanje)

Output (X) – regulirana veličina

K_p – ojačanje P regulatorja

K_i – integracijska konstanta $T_i = 1/K_i$

K_d – diferencirna konstanta

Y – izhod regulatorja (regulirana veličina)

$$y(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

$$y = K_p \cdot \left(e + \frac{1}{T_N} \int e dt + T_V \cdot \frac{de}{dt} \right)$$

T_N – integralni čas
 T_V – diferencirni čas

Digitalni PID regulator (e je v času Δt konstanten)

$$Y = K_p \cdot e + K_i \cdot \sum (e \cdot \Delta t) + K_d \cdot (\Delta e / \Delta t)$$

Δt – časovni interval izračuna

ZN – metoda nastavitve parametrov PID regulatorja

Vrsta nadzora	K_p	K_i	K_d
P	$0,50 K_u$	–	–
PI	$0,45 K_u$	$0,54 K_u / T_u$	–
PID	$0,60 K_u$	$0,2 K_u / T_u$	$3 K_u T_u / 40$

K_u – kritično ojačanje

T_u – perioda nihanja



Ujemi strojnih delov

$$Z_{\text{maks}} = A_g - a_d$$

$$Z_{\text{min}} = A_d - a_g$$

Toleranca

$$d_g = d + a_g$$

$$d_d = d + a_d$$

$$T = a_g - a_d$$

$$D_g = D + A_g$$

$$D_d = D + A_d$$

$$T = A_g - A_d$$

Preračun ležajev

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C^3}{F^3} \right)$$

Delo, moč, izkoristek

$$\eta = \frac{P_k}{P_{el}}$$

$$P = m \cdot g \cdot v$$

$$P = \frac{m \cdot g \cdot h}{t}$$

$$v = \pi \cdot D \cdot n$$

$$P = T \cdot \varpi$$

$$T = F \cdot \frac{d}{2}$$

$$\varpi = \frac{\pi \cdot n}{30}$$

$$P = F \cdot v$$

$$P = \frac{A}{t}$$

$$A = F \cdot s$$

$$A = m \cdot g \cdot h$$

Hitrost pri obdelavi

$$v_c = \pi \cdot d \cdot n$$

$$v_f = f \cdot n$$

$$f = f_z \cdot z$$



P 2 4 1 1 1 4 1 1 0 7

Pnevmatika in hidravlika

$$A = \frac{F}{p_e \cdot \eta}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

$$Q_v = A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{okol}}{p_{okol}}$$

$$P = \frac{p_e \cdot Q_v}{\eta}$$

$$P_{mot} = \frac{Q \cdot p}{600}$$

$$P_{\text{črp}} = P_{vh} \cdot \eta_{mot} \cdot \eta_{\text{črp}}$$

$$Q = V_v \cdot n \cdot \eta_v$$

$$Q = \frac{P_{\text{črp}}}{p_e}$$

$$Q_v = A \cdot v = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot v$$

$$\eta = \frac{P_{izh}}{P_{vh}} \rightarrow P_{\text{črp}} = P_{vh} \cdot \eta_{mot} \cdot \eta_{\text{črp}}$$

Robotika in kinematika

$$d^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos(\beta)$$

$$\cos(\beta) = \frac{a^2 + b^2 - x^2 - y^2}{2ab}$$

$$K2 = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)$$

$$K1 = \arccos\left(\frac{a^2 + x^2 + y^2 - b^2}{2a\sqrt{x^2 + y^2}}\right)$$

Napetost v elementu

$$\sigma = \frac{F_N}{A_N}$$

$$p = \frac{F}{A}$$

$$\tau = \frac{F_S}{A_S}$$

**Prečni zatič
(pesto in gred)**

$$\tau = \frac{F}{2 \cdot A} \leq \tau_{dop}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad F = \frac{2 \cdot T}{D}$$

$$p_n = \frac{6 \cdot T}{D^2 \cdot d} \leq p_{dop}$$

$$p_z = \frac{4 \cdot T}{d \cdot (D_z^2 - D^2)} \leq p_{dop}$$

$$\tau_s = \frac{4 \cdot T}{D \cdot \pi \cdot d^2} \leq \tau_{sdop}$$

Vzdolžni zatič

$$p = \frac{F}{A_p} \leq p_{dop}$$

$$A_p = \frac{n \cdot l \cdot d}{2}$$

n ... število zatičev, D ... premer gredi

$$\tau_s = \frac{F}{A_s} \leq \tau_{sdop}$$

$$A_s = n \cdot d \cdot l$$

$$F = \frac{2 \cdot T}{D}$$

Vijačne zveze

Sile na navoju

$$F_t = F \cdot \tan(\gamma \pm \rho)$$

$$\tan \gamma = \frac{P}{\pi \cdot d_2}$$

$$\tan \rho = \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$T = F_t \cdot \frac{d_2}{2}$$

Prednapeti vijak

$$A = \frac{\sqrt{2} \cdot F}{\sigma_{dop}}$$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_{p0,2}}{v}$$

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot (\alpha_0 \cdot \tau)^2}$$

$$\sigma = \frac{F}{A}, \quad A = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$$

$$\tau = \frac{T}{W_t}, \quad W_t = \frac{\pi \cdot d_1^3}{16}$$

$$p = \frac{F}{z \cdot A_p} \leq p_{dop}$$

$$A_p = \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - D_1^2)$$

$$H = z \cdot P$$

Vijak brez prednapetja

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq \sigma_{dop}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_{p0,2}}{v}$$

$$p = \frac{F}{z \cdot A_p} \leq p_{dop}$$

$$A_p = \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - D_1^2)$$

$$H = z \cdot P$$

Prečno obremenjen vijak

$$\tau = \frac{F}{A} \leq \tau_{dop}$$

$$A = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4}$$

$$\tau_{dop} = \frac{R_{p0,2}}{v}$$

$$p = \frac{F}{A_d} \leq p_{dop}$$

$$A_d = s \cdot D_1$$

Privijanje vijaka

$$W = F_1 \cdot 2\pi \cdot r$$

$$W = F_2 \cdot P$$



Zveze s sorniki

$$\sigma = \frac{M_{\text{maks}}}{W_z} \leq \sigma_{\text{dop}}$$

$$M_{\text{maks}} = \frac{F}{4} \cdot \left(a + \frac{b}{2}\right)$$

$$W_z = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

$$\tau = \frac{F}{2 \cdot A} \leq \tau_{\text{dop}}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$p_d = \frac{F}{A_d} \leq p_{\text{dop}}$$

$$A_d = d \cdot b$$

$$p_v = \frac{F}{A_v} \leq p_{\text{dop}}$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot a$$

Zveza z zagozdo

$$p = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l^* \cdot t_2 \cdot i} \leq p_{\text{dop}}$$

Zveza z mozniki

$$p = \frac{k \cdot 2 \cdot T}{d \cdot l^* \cdot (h - t_1) \cdot i} \leq p_{\text{dop}}$$

$$k = 1, \text{ če je } i = 1$$

$$k = 1,35, \text{ če je } i > 1$$

Osi in gredi

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{\text{maks}}}{\pi \cdot \sigma_{\text{dop}}}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\pi \cdot \tau_{\text{dop}}}}$$

$$T = \frac{P}{\omega} = 9,55 \cdot \frac{P}{n}$$

Kovice

$$\tau = \frac{F}{A_1 \cdot m \cdot n} \leq \tau_{\text{sdop}}$$

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$$

$$p = \frac{F}{d_1 \cdot s \cdot n} \leq p_{\text{dop}}$$

Temperaturno raztezanje

$$\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$l_1 = l \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$\Delta V = V \cdot \beta \cdot \Delta T$$

$$V_1 = V \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$$

$$\beta = 3 \cdot \alpha$$

Zobniki

$$m = \frac{p}{\pi}$$

$$d_0 = z \cdot m$$

$$d_f = d_0 - 2,4 \text{ m}$$

$$d_k = d_0 + 2 \text{ m}$$

Gonila (jermenska, zobniška, verižna, sestavljena)

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{M_2}{M_1}$$

$$M_1 = \frac{30 \cdot P_1}{\pi \cdot n_1}$$

$$M_2 = \frac{30 \cdot P_2}{\pi \cdot n_2}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

$$P_2 = \eta \cdot P_1$$

$$i_{\text{cel}} = i_{12} \cdot i_{34} \cdot \dots$$

$$i_{\text{cel}} = \frac{n_{\text{vhod}}}{n_{\text{izhod}}}$$

Elastične deformacije, Hookov zakon

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = \frac{F}{A}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$\Delta l = l - l_0$$



Prazna stran

OBRNITE LIST.

**1. DEL**

1. Enosmerni elektromotor poganja tekoči trak. Trak se vrti v levo, če držimo tipko za levo vrtenje, in v desno, če držimo tipko za desno vrtenje.
Narišite električno shemo krmilja v relejni tehniki za ta elektromotor.

(2 točki)

2. Elektromotor tekočega traku se vrti z $n_1 = 3000$ obrati na minuto in prek reduktorja s prestavnim razmerjem $i = 100$ poganja pogonski valj tekočega traku. Izračunajte hitrost traku, če ima valj traku premer 30 mm.

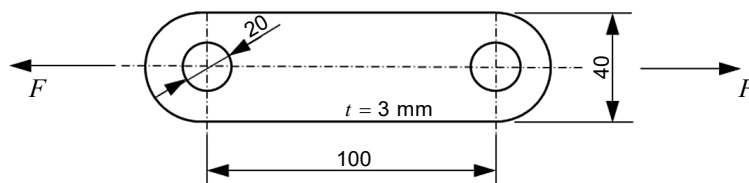
(2 točki)

3. Z vodno črpalko moramo napolniti okrogel bazen premera $d = 4,5$ m in višine $h = 1,2$ m. Bazen polnimo s pretokom $Q = 22$ l/min.
Izračunajte čas polnjenja bazena do 90-odstotne napolnjenosti.

(2 točki)



4. Za ploščico na sliki označite in izračunajte napetost v kritičnem prerezu. Skupna obremenitev je $F = 10 \text{ kN}$.



(2 točki)

5. Robotske manipulatorje glede na nameščene pogone delimo na zaporedne ali serijske in na vzporedne ali paralelne manipulatorje. Za izbrana primera določite tip robota glede na nameščene pogone.

Robotski manipulator	Tip manipulatorja glede na nameščene pogone
	
	

(Vir slik: https://munus2.scng.si/files/2009/09/MUNUS_ROBOTIKA_GLAMNIK_VEBER_SCCELJE-2.pdf. Pridobljeno: 22. 11. 2021.)

(2 točki)

6. Pri vsaki trditvi obkrožite DA, če je trditev pravilna, ali NE, če je trditev nepravilna.

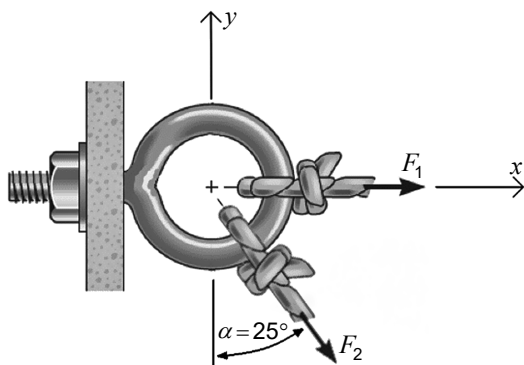
Osi so lahko mirujoči ali rotirajoči strojni deli.	DA	NE
Gredi so vedno obremenjene s torzijskim momentom.	DA	NE
Gredne vezi je mogoče samostojno vklapljeti in izklapljeti med delovanjem stroja.	DA	NE
Elastične gredne vezi izravnavajo napake zasukov gredi.	DA	NE

(2 točki)



7. Očesni vijak je obremenjen s silama $F_1 = 500 \text{ N}$ in $F_2 = 1000 \text{ N}$, kakor prikazuje slika. Izračunajte velikost rezultante sil.

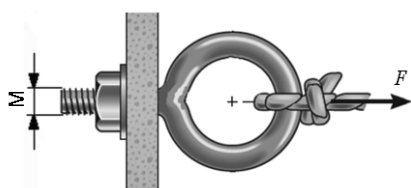
(2 točki)



(Vir slike: Prirejeno po: <https://www.slideshare.net/CarolinaRetairoNoama/ch08-10-combined-loads-transformations>. Pridobljeno: 8. 11. 2021.)

8. Očesni vijak velikosti M12 je izdelan iz materiala v kvalitetnem razredu 8.8. Pritrjen je brez sile prednapetja in obremenjen, kakor prikazuje slika. Izračunajte silo F , ki jo moramo preseči, da v navoju vijaka pride do porušitve (zloma). Pri izračunu uporabite tabelo.

Tabela: Metrski normalni navoji



Označba*	P mm	$d = D$ mm	$d_2 = D_2$ mm	$d_1 = D_1$ mm	A mm^2
M 8	1,25	8	7,188	6,647	32,8
(M 9)	1,25	9	8,188	7,647	43,8
M 10	1,5	10	9,026	8,376	52,3
(M 11)	1,5	11	10,026	9,376	65,9
M 12	1,75	12	10,863	10,106	76,2
M 14	2	14	12,701	11,835	105
M 16	2	16	14,701	13,835	144

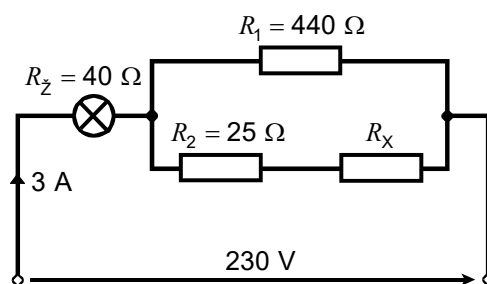
(Vir tabele: Kraut, B., Krautov strojniški priročnik, 16. slovenska popravljena izdaja, Ljubljana, 2017.)

(Vir slike: Prirejeno po: <https://www.slideshare.net/CarolinaRetairoNoama/ch08-10-combined-loads-transformations>. Pridobljeno: 8. 11. 2021.)

(2 točki)

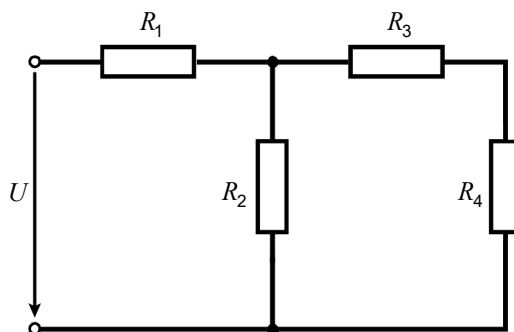


9. Kolikšno upornost ima R_x , če skozi žarnico R_z teče tok 3 A?



(2 točki)

10. Vemo, da padec napetosti na upor R_3 znaša 10 V. Znale so tudi vse upornosti: $R_1 = 250 \Omega$, $R_2 = 500 \Omega$, $R_3 = 250 \Omega$, $R_4 = 600 \Omega$. Izračunajte tok, ki teče v vezje.

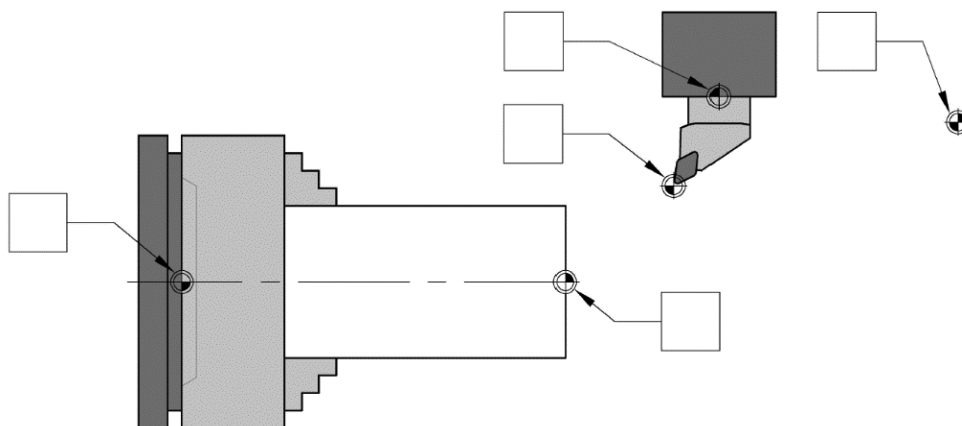


(2 točki)



11. V prazne kvadratke na sliki zapišite ustrezno oznako naslednjih ničelnih točk in/ali izhodišč koordinatnih sistemov na CNC-stružnici:

- ničelna točka orodja – P,
- točka pritrditve orodja na stroju – N,
- referenčna točka stroja – R,
- izhodišče koordinatnega sistema na obdelovancu – W,
- izhodišče koordinatnega sistema stroja – M.



(2 točki)

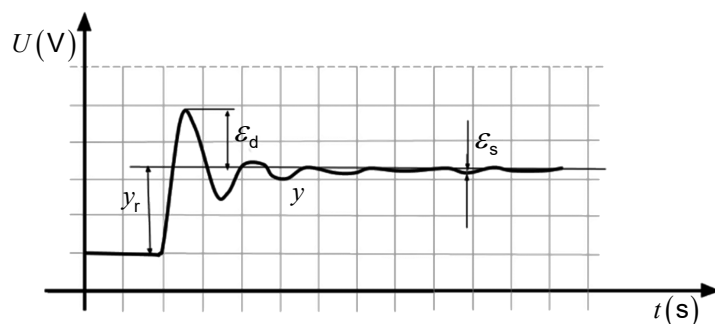
12. Za spodnjo logično funkcijo narišite logično vezje v stikalni tehniki in z logičnimi vrati.

$$Y = ((S_1 + S_2) \cdot S_3 + S_4) \cdot (S_5 + S_6)$$

(2 točki)



13. Dan je odziv reguliranega sistema na stopnično vzbujanje. Na črte napišite pomen oznak.



$y_r =$ _____

$\epsilon_d =$ _____

$\epsilon_s =$ _____

(2 točki)

14. Na analognem vhodu krmilnika imamo priključen analogni senzor temperature, ki lahko meri temperaturo v območju od 0 do 80 °C in na izhodu daje vrednost napetosti 0–10 V. Analogno-digitalni pretvornik je 8-bitni in lahko zajema signal od 0 do 10 V. Pri merjenju nam senzor na izhodu da vrednost 5,0 V.

Zapišite (binarno) digitalno vrednost signala v senzorju.

Napišite, kolikšna je izmerjena temperatura.

(2 točki)

15. Določite vrsto vzdrževanja za navedena primera.
(Ob primeru vpišite črko ustreznega odgovora iz spodnjega nabora.)

- A – kurativno vzdrževanje
- B – preventivno vzdrževanje
- C – investicijsko vzdrževanje
- D – vzdrževanje glede na stanje

zamenjava krogličnega ležaja po izmerjeni prekoračitvi mejne vrednosti vibracij na ohišju ležaja	
zamenjava krogličnega ležaja po poškodbi kotalnih elementov v ležaju	

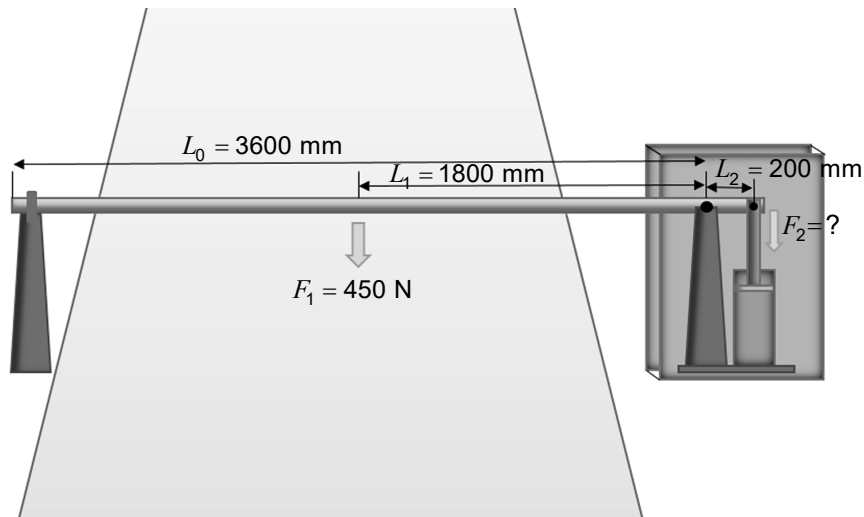
(2 točki)



2. DEL

1. Hidravlika

Spodnja slika prikazuje dvižno rampo za vstop na parkirišče. Hidravlični sistem prek vzvoda dviga in spušča rampo s težo 450 N.



1.1. Izračunajte silo, ki je potrebna, da hidravlični valj dvigne rampo.

(2 točki)

1.2. V sistemu je nameščen delovni valj $D/d = 32/16$.

Izračunajte tlak, ki je potreben za dviganje rampe, če je izkoristek hidravličnega sistema $\eta_{\text{hid}} = 88\%$.

(2 točki)



- 1.3. Izračunajte potrebno moč elektromotorja z izkoristkom $\eta_{\text{mot}} = 92 \%$, ki bo poganjal hidravlično črpalko s pretokom $Q = 10 \text{ l/min}$.

(2 točki)

- 1.4. Izračunajte prostornino črpalke, če jo poganja motor, ki se vrti z $n = 1460 \text{ min}^{-1}$.

(1 točka)

- 1.5. V naboru ponujenih motorjev obkrožite motor, ki bi ustrezal sistemu, kot je opisan v uvodu naloge 1.

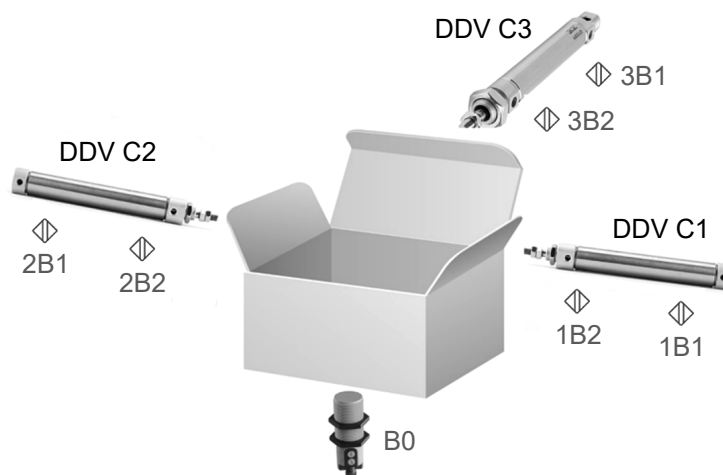
- A Linearni motor.
- B Koračni motor.
- C Servo motor.
- D Trifazni indukcijski motor.

(1 točka)



2. PLK krmilja

Spodnja slika prikazuje tehnološko risbo naprave za zapiranje kartonaste embalaže. Embalažo zapremo s pomočjo treh pnevmatskih dvosmernih delovnih valjev $D/d = 20/8$ dolžine $l = 250$ mm. Cikel zapiranja prožimo s stikalom S0 Start. Delovna valja C1 in C2 sta krmiljena skupaj z enim 5/2 – monostabilnim elektropnevmatskim potnim ventilom, delovni valj C3 pa s 5/2 elektropnevmatskim bistabilnim potnim ventilom. Prisotnost embalaže zaznava senzor B0. Vsi trije delovni valji imajo nameščene senzorje pozicije.



2.1. Narišite pnevmatsko shemo. Za delovne gibe naj bo omogočena nastavitev hitrosti pomika.

(2 točki)



2.2. Zapišite ustrezen delovni cikel za zapiranje embalaže.

DC: _____

Zapišite ustrezen začetni pogoj za proženje delovnega cikla.

ZP: _____

(2 točki)

2.3. Narišite – izdelajte program za programirljivi logični krmilnik v načinu GRAFCET ali SFC za delovanje naprave.

(2 točki)

2.4. Izračunajte porabo zraka za delovne valje naprave pri zapiranju 500 škatel. Delovni gib porabi $q_+ = 0,022$ l/cm, povratni gib pa $q_- = 0,019$ l/cm.

(2 točki)



3. Regulacije – elektrotehnika

Pri merjenju odziva grelca vode na stopnično funkcijo $y = 15 \text{ W}$ smo dobili naslednje rezultate:

t(s)	0	0,5	1,0	1,5	2	4	6	8	10	20	30	50	80	100	150
T (°C)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,1	21,6	23,0	24,3	28,8	31,5	33,8	34,8	34,9	35,0

3.1. Narišite krivuljo odziva $T(t)$ regulacijske proge glede na zgornjo tabelo.



(2 točki)

3.2. Na zgornjem grafu označite in zapišite vrednost za nadomestni mrtvi čas.

(2 točki)

3.3. Na zgornjem grafu označite in zapišite vrednost za nadomestno časovno konstanto.

(2 točki)

3.4. Izračunajte ojačanje K_s (°C/W) sistema regulacijske proge.

(2 točki)

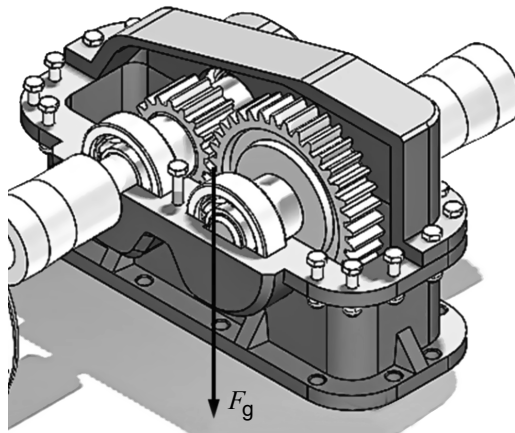


Prazna stran



4. Mehanika

Enostopenjski reduktor z ravnim ozobjem ima na ohišju dva vijaka za lažji prenos reduktorja. Masa reduktorja je 117 kg. Vijaka sta standardna, trdnostnega razreda 6.8.



(Vir slike: <https://grabcad.com/library/single-stage-reducer-1>. Pridobljeno: 18. 10. 2021.)

4.1. Izračunajte silo na en vijak.

(2 točki)

4.2. Izračunajte dopustno napetost, ki znaša 60 % σ_p .

(2 točki)

4.3. Izračunajte prestavno razmerje, če je $z_1 = 18$ zob in $z_2 = 44$ zob.

(1 točka)



4.4. Izračunajte medosno razdaljo, če je zobniški modul $m = 3$ mm.

(1 točka)

4.5. Izračunajte število vrtljajev na izhodu iz reduktorja n_2 , če je število vrtljajev elektromotorja $n_1 = 400 \text{ min}^{-1}$.

(1 točka)

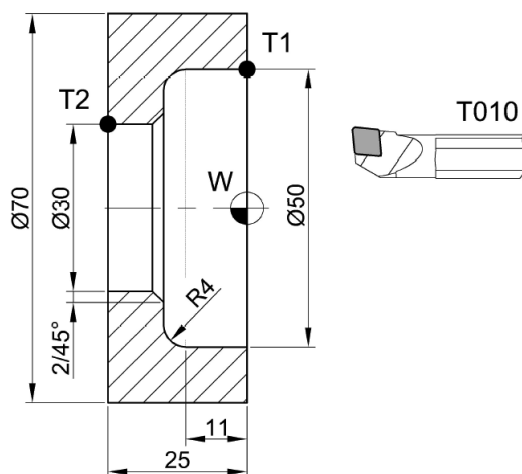
4.6. Izračunajte mehansko moč P_{iz} , če je moč elektromotorja $P_v = 50 \text{ kW}$, izkoristek pa $\eta = 0,78$.

(1 točka)



5. CNC

Z notranjim struženjem moramo obdelati izvrtino na skici. Obdelava je končna, s stružnim nožem se gibljemo po konturi od točke T1 do točke T2. Obdelujemo s konstantno rezilno hitrostjo $v_c = 220$ m/min in podajanjem $f = 0,06$ mm/vrt. Obdelovanec se med obdelavo vrti v levo.



- 5.1. Zapišite programske besede (ukaze), s katerimi izvedemo zamenjavo orodja za stružni nož T010, nastavimo rezilno hitrost in podajanje ter določimo vrtenje vretena v levo.

(1 točka)

- 5.2. Dopolnite programske vrstice za delovne gibe stružnega noža od točke T1 do točke T2. Vrstice naj bodo pisane v absolutnem načinu glede na koordinatni sistem W. Z nožem smo že v točki T1.

N230 G01 X50 Z-11

N235

N240

N245

N250

(4 točke)



- 5.3. Zapišite programsko vrstico za hitri premik noža iz točke T2 v koordinatno izhodišče W. Ko nož doseže W, v naslednji vrstici ustavite vrtenje glavnega vretena.

N260 _____

N265 _____

(2 točki)

- 5.4. Izračunajte vrtljaje, s katerimi se bo vrtelo glavno vreteno v trenutku, ko stružni nož doseže točko T2.

(1 točka)



Prazna stran



Prazna stran



Prazna stran