

## MEHATRONIKA

V programu srednjega strokovnega izobraževanja kandidati izkazuje znanja iz naslednjih obveznih strokovnih modulov:

1. UVOD V TEHNIČNO KOMUNIKACIJO.....	2
2. MEHANSKI SISTEMI (vsebinski sklop mehanski elementi in sklopi) .....	3
3. CNC KRMILJENJE .....	4
4. ELEKTROTEHNIKA V MEHATRONIKI (vsebinski sklop električni elementi v mehatroniki in vsebinski sklop električni sklopi v mehatroniki) .....	5
5. ELEKTRIČNI STROJI .....	9
6. PNEVMATIKA IN HIDRAVLIKA .....	11
7. INDUSTRIJSKI KRMILNIKI.....	13
8. MONTAŽA, ZAGON IN VZDRŽEVANJE MEHATRONSKIH SISTEMOV.....	14

## UVOD V TEHNIČNO KOMUNIKACIJO – 8

Poklicne kompetence	Znanja, spretnosti, veščine
<ul style="list-style-type: none"><li>izdelava in branje delavniških risb in druge tehnične dokumentacije</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>uporabljate standarde in predpise za izdelavo tehniške dokumentacije</li><li>rišete delavniške in sestavne risbe enostavnih elementov</li><li>berete delavniške in sestavne risbe ter drugo tehnično dokumentacijo</li></ul>

- Razložite, kaj v tehniškem risanju pomenijo in predstavljajo naslednji pojmi: risba surovca, delavniška risba, risba sklopa.
- Kakšne so glavne značilnosti risb glede na:
  - vrste in formate papirja,
  - črte: ime, videz, uporaba,
  - pisavo,
  - merila.
- Kotiranje imenujemo vpisovanje kot in mer, ki naj bi jih imel končni izdelek. Narišite pravokotnik in na njem označite kotirno črto, pomožni črti, kotirno puščico in mero.
- Na poljubnem primeru razložite in narišite, kako izvedemo kotiranje pravokotnega predmeta in pravokotnega predmeta z izrezom.
- Na poljubnem primeru razložite in narišite, kako izvedemo kotiranje valjastih teles in kotiranje lukenj.
- Kaj v tehniških risbah ponazarjamo s prerezi? Kako se izbere in postavi ravnino rezanja? Skicirajte nekaj tipov šrafur in naštejite nekaj načinov prerezov.
- Površine strojnih elementov so hrapave. Na risbah gladkost predpišemo s posebnimi znaki in s parametri hrapavosti površine. Definiraj pojem hrapavost. Nariši skico hrapave površine, na njej označi profilne parametre hrapavosti in jih razloži.
- Kakšne oblike je simbol za označevanje kakovosti površine? Nariši in razloži osnovne tri simbole za označevanje kakovosti površine.
- Razloži pojem toleranca mere. Pojasni naslednje elemente toleranc:
  - imenska mera
  - mejni meri
  - vrednost tolerance.

MEHANSKI SISTEMI (vsebinski sklop mehanski elementi in sklopi – 8)

Poklicne kompetence	Znanja, spretnosti, veščine
<ul style="list-style-type: none"><li>kontrola delovanja mehanskih elementov in sklopov</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>izračunate napetosti v nosilnih elementih pri različnih načinih obremenitve (nateg, tlak, strig, upogib, vzvoj, uklon)</li><li>poznate lastnosti rastavljivih in nerastavljivih zvez</li><li>poznate lastnosti gonil in prenosnikov</li><li>poznate lastnosti vzmeti, ležajev, sklopk</li><li>pojasnite delo, moč in izkoristek</li></ul>

1. Dopolnite manjkajoče besede.

Sornike uporabljamo za \_\_\_\_\_ spoje strojnih delov. Pri spojih s sornikom je lahko en del \_\_\_\_\_, drugi pa \_\_\_\_\_, ali pa sta \_\_\_\_\_ oba dela. \_\_\_\_\_ del sornika mora biti vedno \_\_\_\_\_.

2. Dopolnite manjkajoče besede.

Osi so obremenjene samo na \_\_\_\_\_, ne pa tudi na \_\_\_\_\_, medtem ko so gredi obremenjene na \_\_\_\_\_ in tudi na \_\_\_\_\_.

3. Za kaj uporabljamo nizke moznike?

4. Kako delimo ležaje glede na vrsto trenja in glede na smer prenašanja obremenitve?

5. Katera nenastavljiva merilna orodja poznate?

6. Katere materiale za izdelavo odrezovalnih orodij poznate?

7. Opišite razliko med trdoto in trdnostjo.

8. Kakšne načine zavarovanja vijakov in matic proti odvitju poznate?

## CNC KRMILJENJE – 15

Poklicne kompetence	Znanja, spretnosti, veščine
<ul style="list-style-type: none"><li>programiranje in nadzorovanje delovanja CNC-strojev</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>razložite pomen G-funkcij, geometrijskih podatkov, tehnoloških navodil, M-funkcij in podprogramov v programskih ukazih</li><li>opišete vlogo in pomen CAD\CAM tehnologij znotraj procesnih sistemov</li></ul>

1. Naštejte prednosti strojev CNC pred klasičnimi in opišite postopek delovanja stroja CNC.
2. Naštejte osnovna koordinatna izhodišča, ki jih uporabljamo pri programiranju CNC strojev (A, W, P ...).
3. Kakšen prenos med vretenom in matico poznamo pri CNC strojih, in kakšne vrste merjenj premika delovne mize poznamo?
4. Kako pripravimo program za stroj CNC (tehniška in tehnološka dokumentacija)?
5. Kako pripravimo stroj CNC EMCO Concept 105 za delo?
6. Kaj pomeni izraz prednastavljanje orodja in kako postopek poteka?
7. Opišite prednosti izdelave v enem vpetju in opišite razmerje med rezalno hitrostjo, vrtilno frekvenco in premerom.
8. S katero funkcijo izvedemo menjavo orodja?
9. Kaj pomeni funkcija M3?
10. Razložite pomen funkcije G2.
11. V kateri ravnini poteka struženje na CNC stružnici EMCO Concept TURN 105 in kako ležijo glavne osi?
12. Kaj predstavlja na CNC stroju določena točka R (referenca)?
13. Opišite revolver na stružnici in njegovo vlogo.
14. V katerih ravninah poteka rezkanje na CNC rezkalniku EMCO Concept MILL 105 in kako ležijo glavne osi?
15. Zakaj moramo pri prenosu CNC programa na CNC stroj, v CNC programu spremeniti klicanje orodij?

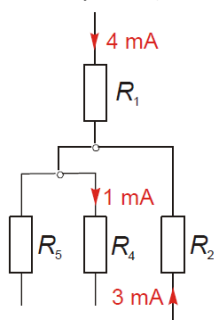
ELEKTROTEHNIKA V MEHATRONIKI (vsebinski sklop električni elementi v mehatroniki – 10 in vsebinski sklop električni sklopi v mehatroniki – 11)

Poklicne kompetence	Znanja, spretnosti, veščine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• poznavanje osnovnih zakonov elektrotehnike v mehatroniki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• znate izračunati električne veličine v električnem tokokrogu</li> <li>• načrtujete enostavno krmilno vezje z uporabo standardnih inštalacijskih elementov</li> <li>• poznate različne merilne metode v enosmernih in izmeničnih tokokrogih</li> <li>• poznate pomen varstva pri delu z električnim tokom</li> </ul>

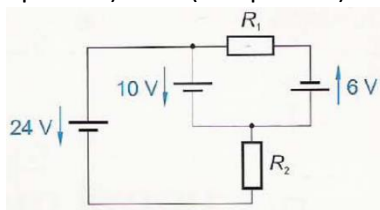
1. Kaj je mednarodni sistem enot oz. kaj ta definira? Dopolnite razpredelnico.

Veličina	Oznaka	Oznaka enote SI	Ime enote SI
dolžina			
	t		
		K	
		Hz	
			joule
električna napetost			

2. Kaj je električni tok (opis, jakost, oznaka, enota)? Kako sta definirani smer gibanje elektronov in tehnična smer toka? S katerimi učinki se navzven kaže električni tok?
3. Kaj je električna napetost (opis, oznaka, enota)? Na kakšne načine pridobivamo električno napetost?
4. Kaj je električna upornost (opis, oznaka, enota)? Od česa je odvisna električna upornost vodnika (opis, enačba)? Pojasnite ohmov zakon.
5. Opišite in razložite I. Kirchhoffov zakon (shema, definicija, enačbe). Izračunajte velikost toka  $I_5$  (skozi upor  $R_5$ ) in določite njegovo smer.

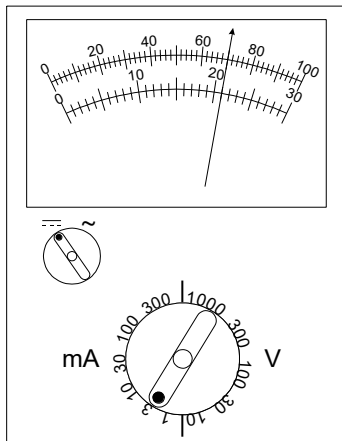


6. Opišite in razložite II. Kirchhoffov zakon (shema, definicija, enačbe). Izračunajte napetost  $U_1$  (na uporu  $R_1$ ) in  $U_2$  (na uporu  $R_2$ ).

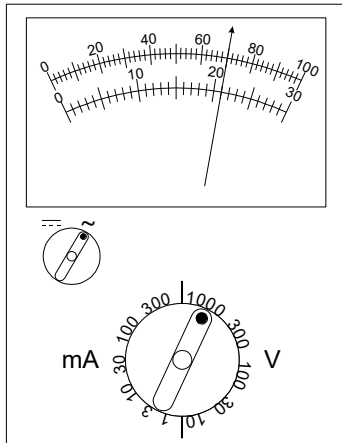


7. Opišite in narišite, kako bi v nekem vezju izmerili električni tok in električno napetost.

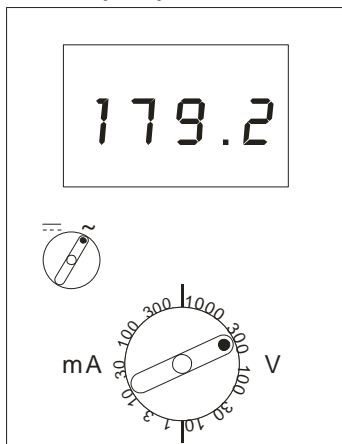
8. V nekem vezju ste merili električno veličino. Določite, katero električno veličino ste izmerili in izračunajte njeno velikost.



9. V nekem vezju ste merili električno veličino. Določite, katero električno veličino ste izmerili in izračunajte njeno velikost.

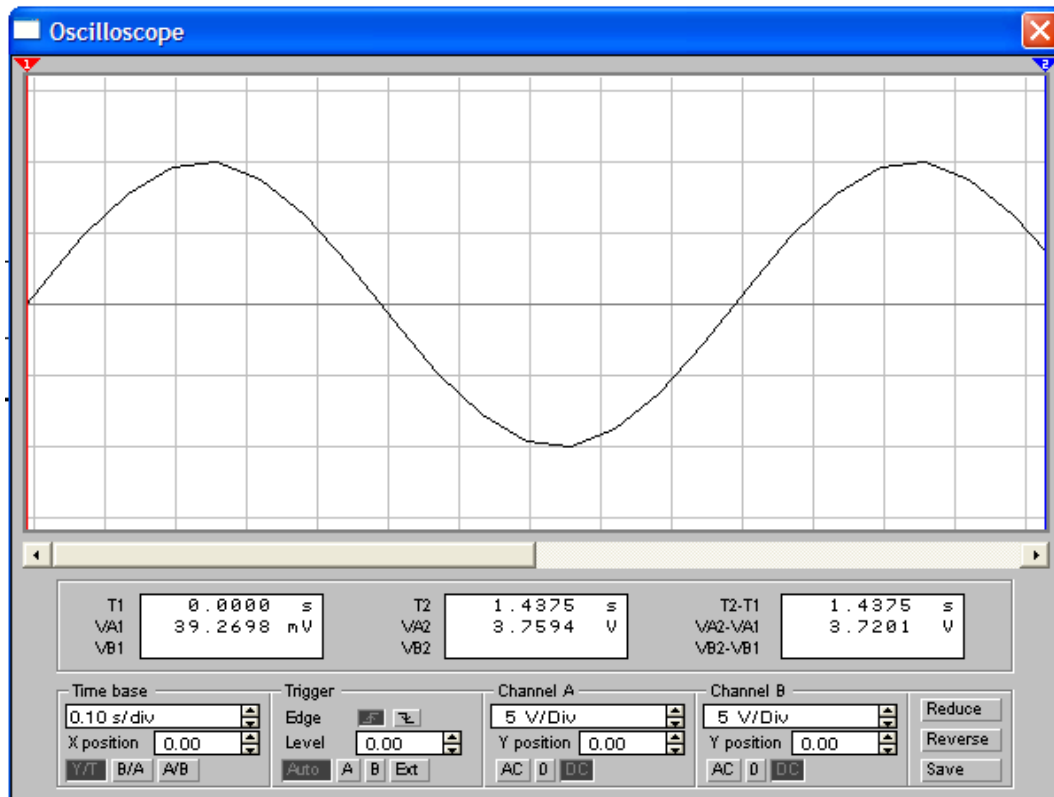


10. V nekem vezju ste merili električno veličino. Določite, katero električno veličino ste izmerili in izračunajte njeno velikost.

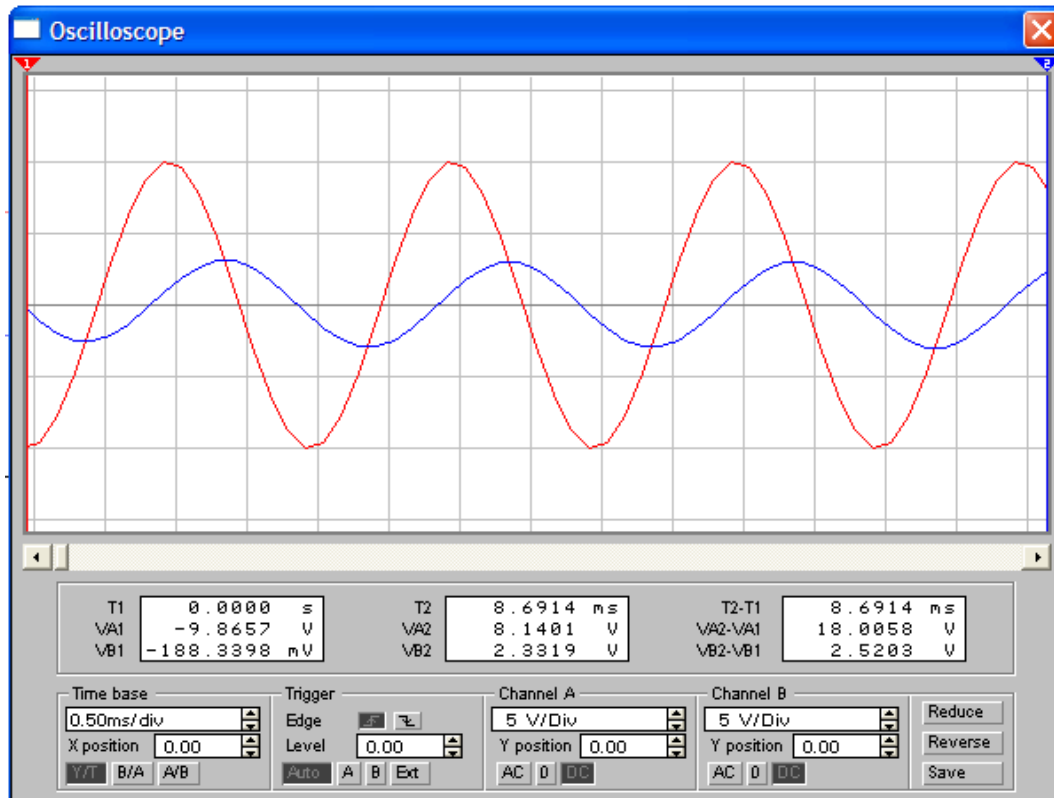


11. Opišite kako v enosmernih (DC) in izmeničnih (AC) krogih označujemo vodnike.  
 12. Naštejte in narišite splošne simbole stikal.

13. Narišite energijski diagram poljubnega električnega stroja ter definirajte izkoristek stroja.
14. Katere podatke (parametre) lahko razberemo iz izmeničnega sinusnega signala (narišite sliko)? Zapišite njihove definicije oziroma enačbe. Iz spodnjega časovnega diagrama napetosti določite vse te podatke (parametre).



15. Iz spodnjega časovnega diagrama določite fazni zamik med signaloma (v časovni enoti) in ocenite fazni zamik v ° ter določite maksimalni in efektivni vrednosti (sami poljubno imenujte oziroma označite signala).



16. Opišite in narišite značilnosti upora v sinusnem izmeničnem krogu (kazalčni in časovni diagram za tok in napetost). Narišite oziroma opišite (razložite):
- frekvenčno odvisnost ohmske upornosti,
  - časovni diagram moči, enačba za moč, razmerje med maksimalno in efektivno delovno močjo.
17. Opišite in narišite značilnosti tuljave v sinusnem izmeničnem krogu (kazalčni in časovni diagram za tok in napetost). Narišite oziroma opišite (razložite):
- frekvenčno odvisnost induktivne upornosti ter enačbo za induktivno upornost,
  - časovni diagram moči.
18. Opišite in narišite značilnosti kondenzatorja v sinusnem izmeničnem krogu (kazalčni in časovni diagram za tok in napetost). Narišite oziroma opišite (razložite):
- frekvenčno odvisnost kapacitivne upornosti ter enačbo za kapacitivno upornost,
  - časovni diagram moči.
19. Opišite in narišite značilnosti zaporedne RLC vezave (shema, kazalčni diagram, enačbe, fazni kot, značaj vezja, trikotnik upornosti).
20. Opišite in narišite značilnosti vzporedne RLC vezave (shema, kazalčni diagram, enačbe, fazni kot, značaj vezja, trikotnik prevodnosti).
21. Moč v izmeničnem krogu (trikotnik moči, enačbe, faktor delavnosti, moč v  $3f$  Y in  $3f$   $\Delta$  sistemu ter primerjava obeh, shema  $3f$  porabnika v Y in  $\Delta$  sistemu).



## ELEKTRIČNI STROJI – 15

Poklicne kompetence	Znanja, spretnosti, veščine
<ul style="list-style-type: none"> <li>izbira ustreznega pogonskega agregata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>poznate osnovne vrste elektromehanskih pretvornikov in načine krmiljenja le teh</li> </ul>

- Pojasnite, kaj se zgodi z velikostjo gostote magnetnega pretoka ( $B$ ) neke zračne tuljave, če pri istem toku, vanjo vstavimo feromagnetno jedro. Kakšna je razlika med »trdomagnetnimi« in »mehkomagnetnimi« snovmi.  
Zakaj navitja električnih strojev nameščamo na feromagnetna jedra?
- Pojasnite, kaj je električni transformator. Kaj je prestavno razmerje transformatorja? Kakšen je premer žice sekundarnega navitja transformatorja v primerjavi s premerom žice primarnega navitja, če transformator električno napetost znižuje?
- Pojasnite, kaj omogočajo merilni transformatorji. Kaj je napetostni merilni transformator? Narišite električno shemo, s pomočjo katere bi voltmeter preko napetostnega merilnega transformatorja vključili v električni tokokrog.  
Kolikšni sta sekundarni standardizirani napetosti napetostnega merilnega transformatorja.
- Narišite vezalno shemo električnega transformatorja, s katero opravimo preizkus kratkega stika in pojasnite, katera dva podatka transformatorja dobimo s preizkusom kratkega stika.  
Pojasnite, kaj je kratkostična napetost ( $u_k$ ) transformatorja.  
Pojasnite, koliko znašajo izgube v železu pri preizkusu kratkega stika transformatorja.
- Narišite vezavo navitij trifaznega transformatorja Yyn0 in pojasnite, ali navedeni transformator prenese nesimetrične obremenitve. Pojasnite, kaj pomeni, če je transformator obremenjen simetrično in kolikšen tok teče po nevtralnem vodniku v primeru simetrične obremenitve.
- Pojasnite, kaj je tokovni merilni transformator in narišite vezalno shemo vključitve tokovnega merilnega transformatorja v tokokrog nekega porabnika.  
Pojasnite, kaj moramo narediti preden odstranimo merilne instrumente s sekundarne strani tokovnega merilnega transformatorja.  
Kolikšne so standardizirane vrednosti sekundarnih tokov tokovnih merilnih transformatorjev?
- Narišite vezalno shemo električnega transformatorja, s katero opravimo preizkus praznega teka in pojasnite, kateri podatek transformatorja dobimo s preizkusom praznega teka.  
Pojasnite, kolikšne so izgube v navitjih transformatorja pri preizkusu praznega teka in od česa so odvisne izgube v železnem jedru transformatorja.
- Narišite momentno karakteristiko asinhronskega motorja, označite vse karakteristične obratovalne točke in pojasnite, kaj je omahni moment.  
Na sliki označite stabilno področje obratovanja in pojasnite, kaj pomeni stabilno obratovanje. Ali bo motor zagnal, če je zagonski moment manjši od bremenskega momenta ( $M_{zag} < M_b$ ).
- Naštejte pogoja, ki sta potrebna za nastanek vrtilnega magnetnega polja. Kako se imenuje število vrtljajev, s katerimi se vrtilno magnetno polje asinhronskega motorja? Pojasnite, kaj pomeni »sinhrono« in »asinhrono«.
- Pojasnite, v kakšno vezavo povežemo statorska navitja trifaznega asinhronskega motorja ob zagonu, če ga zaganjamo s stikalom »zvezda – trikot«. Kolikšni so toki v dovodnih vodnikih (linijskih vodnikih) v vezavi zvezda v primerjavi z vezavo trikot?  
Pojasnite, kakšno je razmerje velikosti moči v obeh vezavah.
- Narišite primer električne sheme direktnega zagona trifaznega asinhronskega motorja in pojasnite značilnosti direktnega zagona.

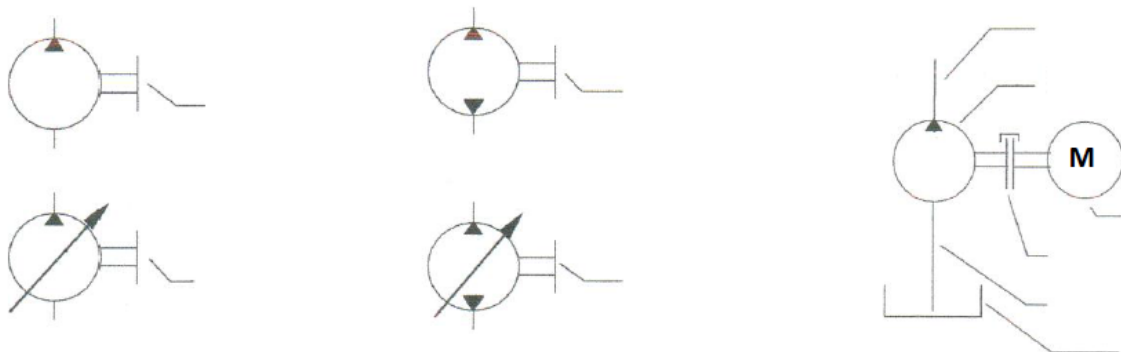
Pojasnite, kdaj je možno uporabiti direktni zagon asinhronskega motorja.

12. Narišite električne povezave na priključni ploščici trifaznega asinhronskega motorja, če motor obratuje v vezavi »zvezda« oziroma v vezavi »trikot« (narišite obe vezavi) in označite vse sponke in vodnike. Pojasnite, kakšno je razmerje tokov v dovodnih vodnikih (linijskih vodnikih) med obema vezavama.
13. Pojasnite zakonitost odvisnosti vrtilnega momenta asinhronskega motorja od statorske (omrežne) napetosti.  
Za kolikokrat in kako se spremeni vrtilni moment motorja, če se statorska napetost zmanjša na polovico svoje prvotne vrednosti?
14. Opišite konstrukcijo asinhronskega motorja s kratkostično kletko in asinhronskega motorja z navitim rotorjem in drsnimi obroči.  
Pojasnite, kaj omogoča motor z navitim rotorjem v primerjavi z motorjem z drsnimi obroči.
15. Naštejte, iz katerih dveh glavnih delov je sestavljen stroj za enosmerni tok in kateri sestavni deli sestavljajo stator.  
Pojasnite, čemu služi glavno vzbujalno navitje in kje je nameščeno.  
Naštejte naloge okrova.

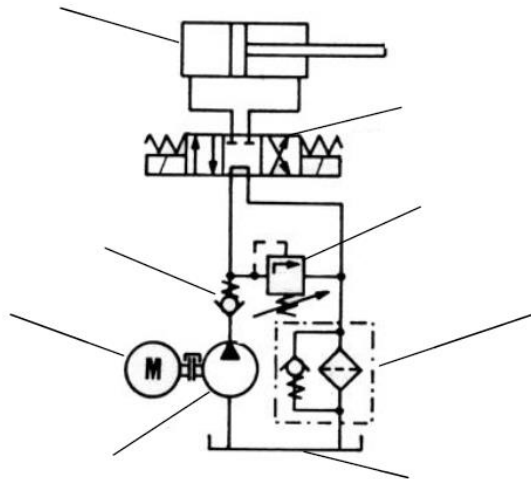
PNEVMATIKA IN HIDRAVLIKA – 15

Poklicne kompetence	Znanja, spretnosti, veščine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• poznavanje vzdrževanja in nadziranja pnevmatičnih in hidravličnih strojev ali naprav</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• izdelate in pojasnite krmilne sheme pnevmatičnih, elektropnevmatičnih in hidravličnih sistemov</li> <li>• izračunate parametre glede na zahteve in izberete ustrezne pnevmatične ali hidravlične delovne člene z uporabo priročnikov, tabel, diagramov, in navodil proizvajalcev</li> </ul>

1. Kateri elementi sestavljajo pripravno skupino, narišite simbol, kako se jo vzdržuje?
2. Sila na batnici enosmernega cilindra (skica, formule in merske enote).
3. Sila na batnici dvosmernega cilindra pri izvleku batnice (skica, formule in merske enote).
4. Sila na batnici dvosmernega cilindra pri uvleku batnice (skica, formule in merske enote).
5. Razložite pomen "monostabilni 3/2 potni ventil" in narišite simbol takega potnega ventila.
6. Razložite pomen "bistabilni 5/2 potni ventil" in narišite simbol takega potnega ventila.
7. Katere tri osnovne tipe kontaktov poznate? Narišite simbole. Kakšna je razlika med kontaktom in stikalom?
8. Katere tri načine aktiviranja kontaktov poznate? Za vsakega podajte vsaj en primer in simbol.
9. Katere vrste brezdotičnih mejnih signalnikov poznate? Naštejte vsaj tri in narišite splošni simbol.
10. Skicirajte vsaj dva načina zaznavanja predmetov z optičnimi signalniki.
11. Od česa je odvisen hidrostatični tlak? Napišite enačbo, poimenujte veličine in pripišite merske enote.
12. Poimenujte komponente na slikah.

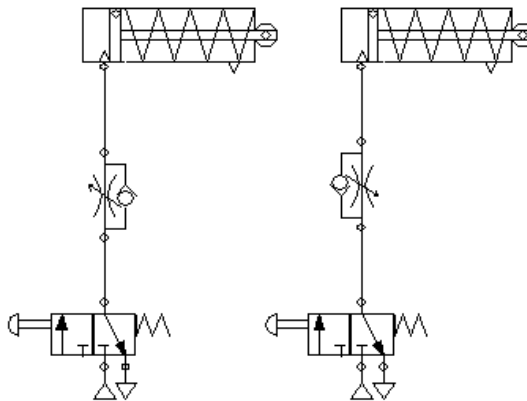


13. Poimenujte sestavne dele hidravličnega sistema na sliki.



14. Opišite razliko med gostoto in viskoznostjo in jo pojasnite s preprostim primerom. Navedite merske enote za obe veličini.

15. Kateri gib batnice dušimo v spodnjih dveh primerih? Napišite pod vsako shemo. Kako se imenujejo posamezne naprave na shemi?



INDUSTRIJSKI KRMILNIKI – 15

Poklicne kompetence	Znanja, spretnosti, veščine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• uporaba osnovnih elementov krmilnih sistemov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uporabite krmilnik v avtomatiziranem procesu</li> <li>• priključite različne naprave na PLK</li> <li>• uporabljate izbrani programski jezik kot orodje za reševanje logičnih, matematičnih in odločitvenih problemov</li> <li>• pojasnite pomen senzorjev v avtomatiziranih procesih</li> <li>• poznate načine povezave med HMI in komunikacijskim procesorjem (profibus, profinet)</li> </ul>

1. Narišite blokovno shemo krmilnega postopka in razložite pomen krmilj.
2. Čemu služijo senzorji in čemu aktuatorji? Napišite tudi kak primer vsakega.
3. Predstavite senzorje in prikažite primer vsakega.
  - Mehanski senzorji. Narišite simbol, razložite namen in način delovanja.
  - Uporovni senzorji. Narišite simbol, razložite namen in način delovanja.
  - Induktivni senzorji. Narišite simbol, razloži namen in način delovanja.
  - Kapacitivni senzorji. Narišite simbol, razložite namen in način delovanja.
4. Predstavite aktuatorje, prikažite primer vsakega.
  - Elektromotorni pogoni (enosmerni, trifazni, enofazni). Narišite simbol, razložite namen in način delovanja.
  - Zvočni javljalnik, svetlobna signalizacija. Narišite simbol, razložite namen in način delovanja.
  - Prikazovalniki, svetila. Narišite simbol, razložite namen in način delovanja.
5. Razložite pojme dvopoložajni senzor, analogni senzor, digitalni senzor.
6. Katere vrste električnih krmilj poznamo in kateri elementi jih sestavljajo?
7. Narišite in razložite primer relejskega krmilja.
8. Narišite in razložite primer krmilja s čipi digitalne tehnike.
9. Naštejte osnovne logične funkcije in njihove izpeljanke.
10. Kaj pomenijo kratice PLK, PLC, SPS?
11. Narišite skico PLK-ja in naštejte njegove dele.
12. Naštejte in opišite konstrukcijske izvedbe PLK krmilnikov.
13. Čemu služi vhodni modul krmilnika in kako je sestavljen? Kako je realizirana galvanska ločitev vhodnih signalov in zakaj je to dobro?
14. Čemu služi izhodni modul krmilnika in kako je sestavljen? Katere dve izvedbe izhodnih modulov PLK-ja poznate in kako je dosežena galvanska ločitev izhodnih signalov?
15. Kako se v LADER označijo navitja relejev in kako kontakt?

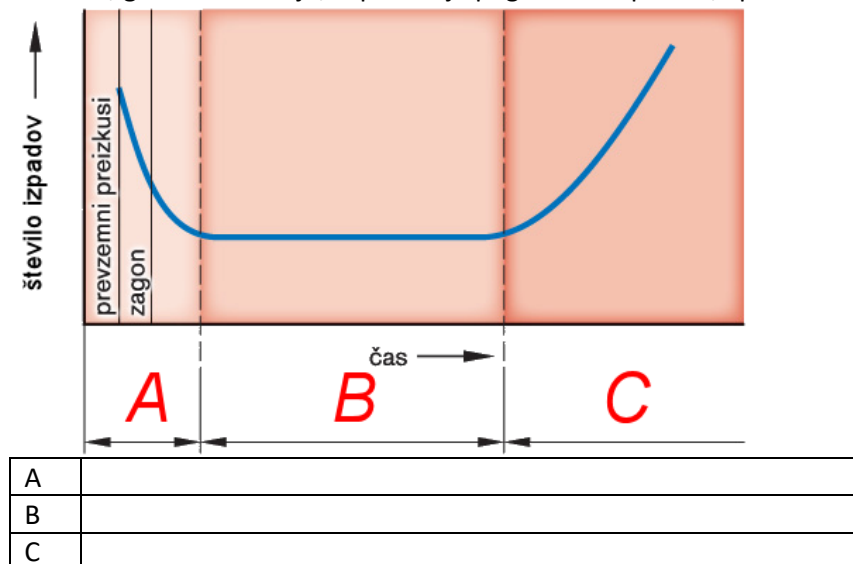
MONTAŽA, ZAGON IN VZDRŽEVANJE MEHATRONSKIH SISTEMOV – 7

Poklicne kompetence	Znanja, spretnosti, veščine
<ul style="list-style-type: none"> <li>vzdrževanje mehatronskih sistemov ali naprav v proizvodnem procesu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opišete osnovne koncepte preventivnega, kurativnega vzdrževanja, vzdrževanja po stanju in vzdrževanja za zagotavljanje kakovosti</li> <li>pojasnite pomen pregledov in ocenitev dejanskega stanja znotraj vzdrževanja glede na stanje za pravočasno prepoznavanje obrab in iztrošenosti mehatronskih sistemov</li> </ul>

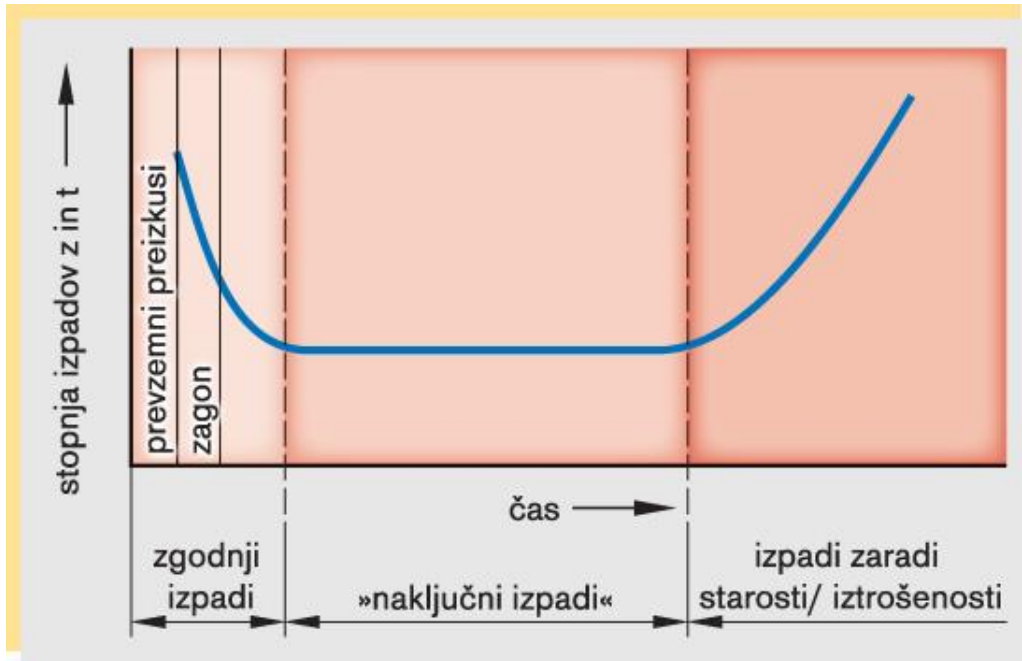
1. Kako razvrstimo znake za opozarjanje na nevarnost? Napišite pomen posameznih znakov.



2. V tabelo, glede na krivuljo, ki prikazuje pogostost odpovedi, vpišite faze izpadov.



3. Število izpadov prikazuje krivulja »kopalne kadi«. Izpadi so zgodnji, pričakovani in starostni izpadi. Kako lahko zmanjšamo število zgodnjih izpadov?



Krivulja kopalne kadi

4. Kaj pomeni znak CE?
5. Katere štiri različne načine vzdrževanja razlikujemo pri strategiji vzdrževanja?
6. Razložite pomen izraza zagon.
7. Pregledi so ukrepi za preprečevanje izpadov. Kaj je cilj pregledov in kateri nalogi opravljamo med pregledi?