

## Tárgy: Mechatronikai rendszerek GEMRB004-B (4 kredit)

### Előadások tematikája

1. hét: Tantárgyi program ismertetése. Bevezetés: a mechatronikai rendszerekbe. Mechatronikai rendszer üzembe helyezése és hibakeresésének stratégiája.
2. hét: Egyenes vonalú haladó mozgást megvalósító szerkezetek. NC előtoló hajtás és szárművezeték rendszer.
3. hét: A hajtás optimalizálása hajtóviszonyra.
4. hét: MMS szállítószalagjának dinamikai modellezése.
5. hét: Szimuláció, programozás SCILAB rendszer alatt.
6. hét: MMS manipulátorának modellezése.
7. hét: Szimuláció, programozás SCILAB rendszer alatt.
8. hét: Lineáris dinamikai rendszerek BIBO stabilitása.
9. hét: Az átviteli függvény és az állapotváltozós alak kapcsolata.
10. hét: A mechatronikai rendszer állapotváltozós alakja, irányíthatóság, megfigyelhetőség.
11. hét: Az állapot reprezentációval adott rendszer stabilitása. Állapot visszacsatolás blokkdiagramja.
12. hét: Az állapot reprezentációval adott rendszer megfigyelhetőség, irányíthatósága.
13. hét: Az inverz inga szimulációja
14. hét: Összefoglalás, ismétlés.

### Gyakorlatok tematikája

1. hét: A feladatok kidolgozása tartalmi és formai előírásainak ismertetése. Balesetvédelmi ismeretek.
- 2-5. hét: Elektro-pneumatikai feladatok laboratóriumi megoldásai.
- 6-12. hét: PLC programozási feladatok, megoldása.
13. hét: Az önállóan megoldott feladat bemutatása.
14. hét: Laboratóriumi gyakorlat pótlása.

1. Sorolja fel a hibakereséshez felhasználható rajzok típusait! (4pont)
- Program folyamatábra
  - Szekvenciális funkció ábra
  - Funkció ábra
  - Kapcsolási rajzok
2. Soroljon fel legalább öt hibaelkerülési ellenőrzést az elektromos rendszerekben! (5pont)

- a) Gondos tervezéssel, az elektromos hajtás vezérlője csökkenti a hibákat, és az üzemi működés során a leállásokat. Megfelelő tervezés csökkenti a szükséges üzemi időt.
- b) Ellenőrizze az elemeket, az elhelyezésüket, és a főbb áramköröket az elektromos kapcsolási rajz alapján.
- c) Bizonyos egységeknél, például a motort védő reléknél, ellenőrizni kell a beállított értékeket a kapcsolási rajz alapján, és korrigálni kell, ha eltérő.
- d) Ellenőrizze az elektromos kábelek helyes útvonalát a kapcsolási dokumentumok alapján (diagram vagy táblázat). Győződjön meg arról, hogy a kábelek ott fussanak, ahol a mechanikai károk elkerülhetők a szigetelésben (megfelelő kábel csatornák).
- e) Ellenőrizze az elektromos hajtás egységeinek-, részegységeinek címkéit, a tétel lista alapján.
- f) Az elektromos hajtások teljes rendszerét a környezeti feltételek szerint kell megtervezni (robbanás elleni védelem; por védelem stb.). A kapcsoló berendezéseket a megfelelő burkolatba kell telepíteni (kapcsoló szekrény).
- g) A léghűtéses villanymotoroknál ellenőrizze, hogy megfelelő minimális távolságra van-e az egyéb elemektől (pl. falaktól).
- h) Ellenőrizze a biztosítékokat. Kapcsolja be az összes kismegszakítót. Ellenőrizze a hő védelmi relék beállított értékeit.
- i) Ellenőrizze a vezetők végén és a kimenetek végén a megfelelő beállítást.
- j) Ellenőrizze az elektromos motor helyes telepítését.
- k) Ellenőrizze a védelmi intézkedéseket (zárlati áram, zárlati feszültség, szigetelés, érintésvédelem és földvezeték, stb.).

3. Adott egy rendszer differenciálegyenlete. Határozza meg a rendszer átviteli függvényét, a pólusait és döntse el, hogy a rendszer stabil-e! (5)

$$2\ddot{y} + \dot{y} - 6y = 3 \cdot F(t) \quad / \quad \mathcal{L} \{ \}$$

$$(2s^2 + s - 6)Y(s) = 3F(s)$$

$$H(s) = \frac{Y(s)}{F(s)} = \frac{3}{2s^2 + s - 6}$$

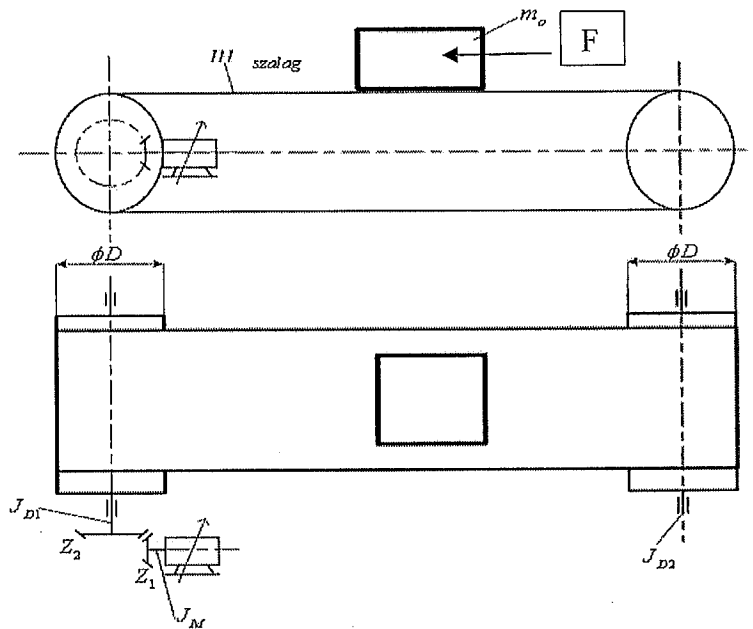
pólusok:

$$2s^2 + s - 6 = 0$$

$$s_{1,2} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 48}}{4} = \frac{-1 \pm 7}{4} = \begin{cases} \frac{6}{4} = \frac{3}{2} \\ -2 \end{cases}$$

$s_{1,2} > 0 \Rightarrow$  a rendszer instabil!

4. Határozza meg az ábrán vázolt kinematikai lánc motor tengelyére redukált mennyiségeket! (5)



Adott a motor tengelyének és a rászertelt fogaskerék együttes tehetetlenségi nyomatéka  $J_M = 0,001 \text{ kgm}^2$ , a hajtó dob és a rászertelt fogaskerék együttes tehetetlenségi nyomatéka  $J_{D1} = 0,002 \text{ kgm}^2$ , hajtott dob tehetetlenségi nyomatéka  $J_{D2} = 0,001 \text{ kgm}^2$ ; a szalag tömege  $m_{szalag} = 0,7 \text{ kg}$ , a szállított hasznos tömeg  $m_o = 0,4 \text{ kg}$ ; a kúpos fogaskerekek fokszámai  $Z_1 = 30$ ;  $Z_2 = 60$ ; és a dobok átmérője  $D = 40 \text{ mm}$ ; a terhelő  $F = 100 \text{ N}$ . Állítsa elő a motor tengelyére redukált  $J_{\Sigma}$  tehetetlenségi nyomatékot és az  $F$  erőből származó motor tengelyére redukált  $M_t$  nyomatékot!

$$v_{\Sigma} = \omega_1 \frac{D}{2}$$

Kinetikai energia:

$$T = \frac{1}{2} J_M \omega_M^2 + \frac{1}{2} J_{D1} \omega_1^2 + \frac{1}{2} J_{D2} \omega_2^2 + \frac{1}{2} (m_{szalag} + m_o) v_{\Sigma}^2$$

$$T = \frac{1}{2} \left[ J_M + \left( \frac{Z_1}{Z_2} \right)^2 \left[ J_{D1} + J_{D2} + (m_{szalag} + m_o) \left( \frac{D}{2} \right)^2 \right] \right] \omega_M^2$$

$$J_{\Sigma} = 0,001 + \left( \frac{1}{2} \right)^2 \left[ 0,002 + 0,001 + (0,7 + 0,4) \left( \frac{0,04}{2} \right)^2 \right] = 0,00186 \text{ kgm}^2$$

Teljesítmény

$$P = F \cdot v_{\Sigma} = M_t \omega_M$$

$$M_t = \frac{F \omega_1 \frac{D}{2}}{\omega_M} = F \frac{\frac{Z_1}{Z_2} \omega_M \frac{D}{2}}{\omega_M} = 100 \frac{1}{2} \left( \frac{0,04}{12} \right) = \underline{\underline{1 \text{ Nm}}}$$

Mechatronikai rendszerek BSc (B)	Név:	Neptun:
-------------------------------------	------	---------

1. Ismertesse az állapotrepresentáció  $(A, b, c^T)$  irányíthatóságának definícióját és matematikai feltételét, a megfelelő mátrix szerkezetét mutassa meg! (5p)

Az  $(A, b, c^T)$  állapotrepresentációval adott rendszert teljesen irányíthatóknak nevezünk, ha a rendszer véges idő alatt az  $x(0)$  állapotról egy felvázolt  $x(T), x(T) \neq x(0)$  állapotba vihető az  $u(t), t > t_0$  irányítással.

irányíthatósági mátrix:

$$\underline{C}_1 = [b, Ab, A^2b, \dots, A^{n-1}b]$$

Az irányíthatóság matematikai feltétele:

$$\text{rang}(\underline{C}_1) = n$$

2. Adott egy rendszer állapot reprezentációja  $(A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -400 & -2 \end{bmatrix}; b = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}; c = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix})$ .

a/ Határozza meg a rendszer sajátértékeit (v. pólusait) és döntse le, hogy stabil-e a rendszer! (5)

$$\det(sI - A) = \det \begin{bmatrix} s & -1 \\ +400 & (s+2) \end{bmatrix} = s^2 + 2s + 400$$

$$s_{1,2} = \frac{-2 \pm \sqrt{4 - 1600}}{2}$$

$$s_{1,2} = \frac{-2 \pm i\sqrt{1596}}{2} = -1 \pm i\sqrt{399}$$

$\text{Re}\{s_i\} < 0 \quad (i=1,2)$  stabil a rendszer

b/ Vizsgálja meg, hogy a rendszer irányítható-e!

(5p)

$$\underline{C} = [b \quad Ab]; \quad Ab = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -400 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \end{bmatrix}$$

$$\underline{C} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}; \quad \det \underline{C} = -1 \neq 0$$

$\text{rang}(\underline{C}) = 2 \leftarrow$  irányítható

c/ Vizsgálja meg, hogy a rendszer megfigyelhető-e!

(5p)

$$\underline{O} = \begin{bmatrix} c^T \\ c^T A \end{bmatrix} \quad c^T A = [1 \ 0] \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -400 & -2 \end{bmatrix} = [0 \ 1]$$

$$\underline{O} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad \det \underline{O} = 1 \neq 0$$

$$\text{rang } \underline{O} = 2; \quad \text{megfigyelhető}$$

d/Állapot visszacsatolás alkalmazásakor, hogyan változik meg az állapotváltozós differenciálegyenlet alakja? Állítsa elő a módosult  $\bar{A}$  mátrixot!  $k^T = [20 \ 5]$

(3p)

$$\dot{\underline{x}} = \underbrace{\left( \underline{A} - \underline{b} \underline{k}^T \right)}_{\bar{\underline{A}}} \underline{x} + \underline{b} u \quad ; \quad \underline{b} \underline{k}^T = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 2 & 5 \end{bmatrix}$$

$$\bar{\underline{A}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -400 & -2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 2 & 5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -398 & 3 \end{bmatrix}$$

# Elektropneumatika rész

GEMRB004-B	Név:	Neptun kód:
------------	------	-------------

1. Milyen érintkező típusokat ismer? (jelképekkel)

/3 pont

Záró érintkező, bontó (nyitó) érintkező, váltó érintkező

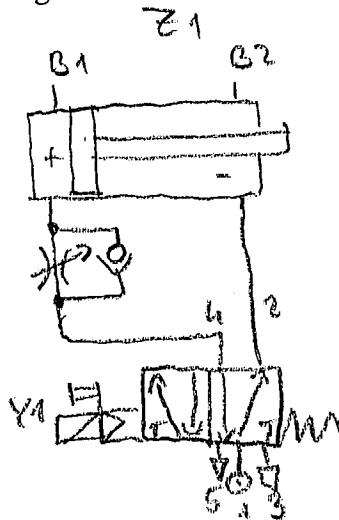


0,5 pont/érintkező megnevezése, 0,5 pont/jelkép

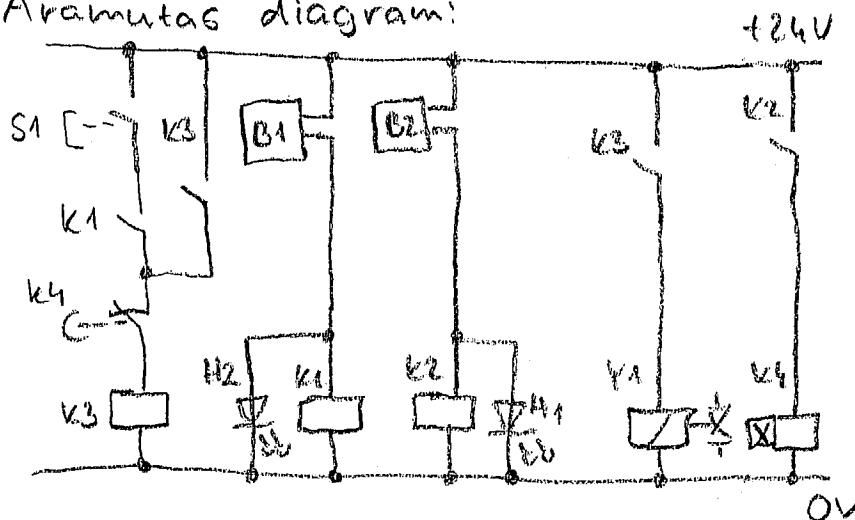
2. Rajzolja meg a pneumatikus kapcsolását és áramköri diagramját az alábbi feladatnak:

- Adott egy Z1 kettős működésű munkahenger, amelyet egy 5/2 monostabil elektromosan működtetett útváltóval vezérlünk közvetett módon.
- Az S1 nyomógomb megnyomásával a munkahenger leválaszt egy munkadarabot az ejtőtárolóból. Az indítás további feltétele, hogy a munkahengernek behúzott helyzetben kell lennie.
- A munkahenger véghelyezeteinek érzékelésére B1 és B2 Reed relék állnak rendelkezésre.
- A folyamat során a hengernek 3 másodpercig kell kitolt helyzetben maradnia, majd automatikusan vissza kell térnie alaphelyzetbe.
- A munkahenger kitolt állapotát H1-, a visszahúzott helyzetét H2 lámpa jelzi.
- A henger kifutási sebessége fokozatmentesen állítható.

Pneumatikus kapcsolás:



Áramutas diagram:



Pneumatikus kapcsolás:  
2 pont

Áramutas diagram:  
4 pont

# PLC rész

GEMRB004-B	Név:	Neptun kód:
------------	------	-------------

1. Sorolja fel a tanult grafikus PLC programozási nyelveket, melyik nyelv alkalmazható leginkább sorrendi feladatok elvégzésére, válaszát indokolja!

/5 pont

SFC – Sequential Function Chart → a legalkalmasabb programozási nyelv sorrendi feladatok elvégzésére, mivel lépés és feltétel/átmenetből áll, a feltétel biztosítja majd a sorrendiséget.

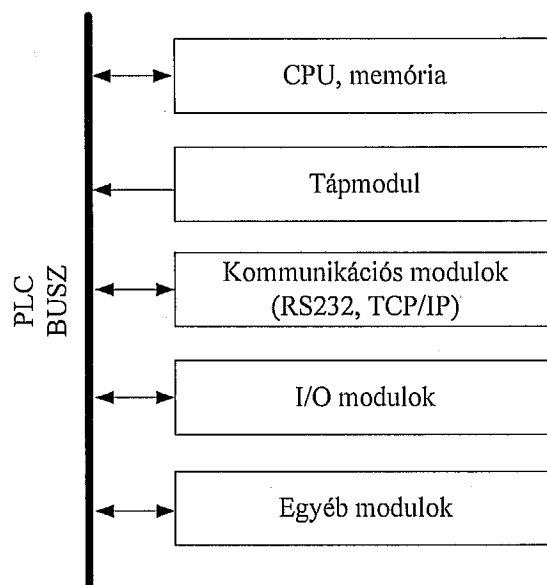
FBD – Function Block Diagram

CFC – Continuous Function Chart

**1 pont/programozási nyelv, 2 pont az indoklás**

2. Ábra segítségével ismertesse a moduláris PLC-k felépítését!

/3 pont



**2 jó blokk esetén 1 pont, 3 jó elem esetén 2 pont, 5 bloknál 3 pont**

3. Miket jelentenek az alábbi címzések?

/4 pont

- $\%IX0.3$  → Bemenet, a 0. bájt 3. bitjét címezzük meg.
- $\%MX1.6$  → Memóriaterület (Merker), a 1. bájt 6. bitjét címezzük meg.
- $\%MB1$  → Memóriaterület, bájt címzés (8 bit), memóriaterület 1. bájtja.
- $\%QW0$  → Kimenet, Word címzés (16 bit), 0-15. bitet címzi.

**1 pont/címzés értelmezése**