

## 1. Impulzus adó, analóg adó és kódadó működése, előnyök, hátrányok egymáshoz képest. Számítógéphez illesztés blokkvázlata.

Az inkrementális adókhoz mechanikailag hasonló felépítésű **kódadók** forgó üvegtárcsáira nem csak 2, hanem több (tipikusan 12-18) sorban visznek fel olyan rácsszerkezetet, amely az ugyanennyi fotodiódát tartalmazó érzékelő soron nem csak egy egymástól „függetlennek” tekintett impulzussorozatot, hanem az érzékelők jeleit együttesen kiértékelve **egy bináris kódot szolgáltat, amelynek segítségével a körülfordulás minden egyes pontját meg tudjuk különböztetni a másiktól.** Kódolásra vagy a bináris, de inkább a szomszédos átmenetek során a bitek változásának számát minimalizáló **Gray-kódot** használják.

**Az inkrementális érzékelők csak egy-egy "továbléptető impulzust" szolgáltatnak** egy, az érzékelőket követő integrátor (digitális integrátor = számláló) számára.

**Az érzékelőkön nyerhető jel** megfelelő kialakítás esetén igen **kis amplitúdójú, közel szinuszos áramjel.** Az inkrementális adók egyik csoportjánál ezt a jelet a beépített elektronika a bevezetőben megismert **négyszögjellé alakítja (impulzus adók),** másik esetben **közvetlen kivezetjük és erősítjük (analóg adó).** **Utóbbival nagyobb pontosság érhető el, de zavarérzékenyebb.**

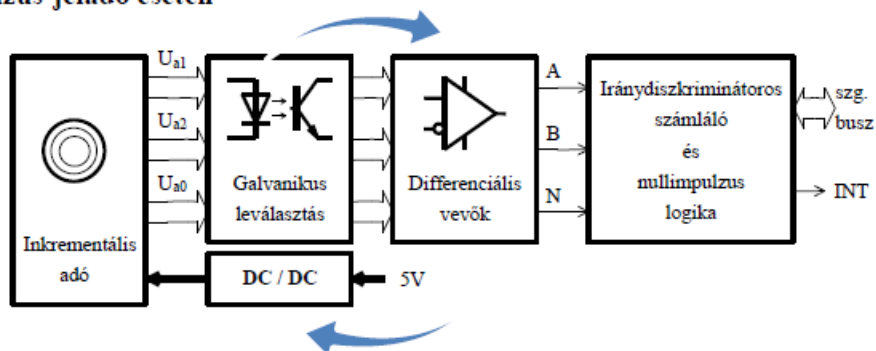
**Az inkrementális adók előnyei:**

- **igen nagy pontosság (kb. 100 ... 50.000 imp/fordulat)**
- **tökéletes reprodukálhatóság**
- nagy megbízhatóság (zárt dobozban optikai vagy mágneses elven alapuló megoldás, csak a tengely és a jelvezetékek vannak kivezetve)
- a kiszolgáló elektronika biztosíthatja a jelvezetékek terhelhetőségét és zavarérzékletlenségét

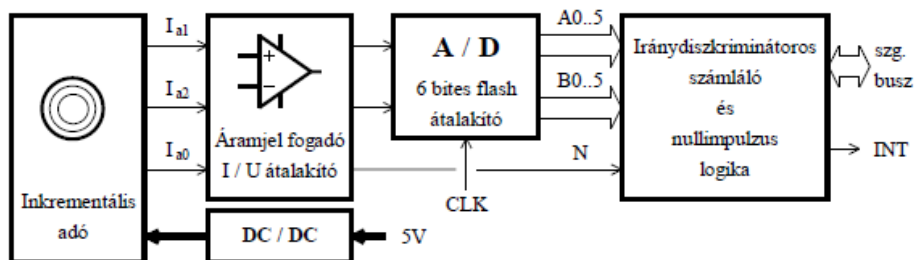
**a megoldás hátrányai:**

- **a jelekből nem nyerhető abszolút pozíció információ**
  - impulzusvesztés végzetes a pontosság szempontjából
  - járulékos (hardware) integrátor szükséges (sebesség!)
  - bekapcsolás után nincs pozíció információ
  - bármely információ nyeréséhez a tengely mozgatása szükséges
- járulékos probléma a kihelyezett elektronika tápenergiával történő ellátása
- jelvezetékek száma nagy (ld. később)

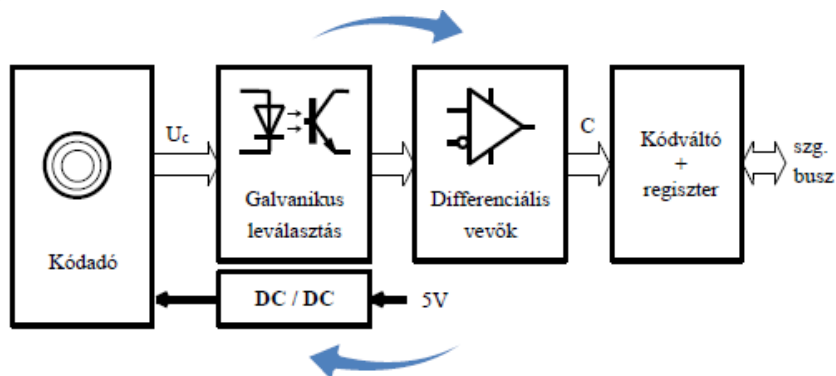
## a) impulzus-jeladó esetén



## b) analóg jeladó esetén



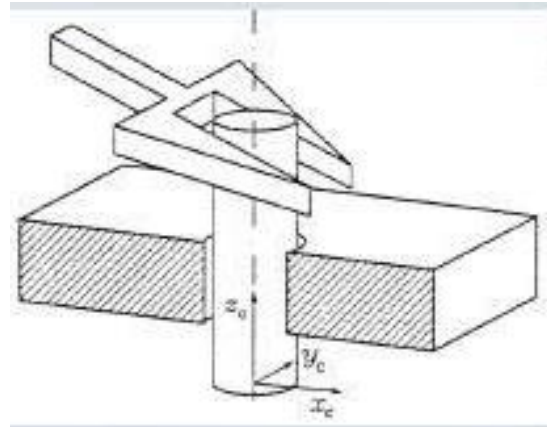
## c) kódadó



2.2.9 ábra - Kódadó illesztése mikroszámítógéphez

2. Szokásos engedékenységi keret, természetes és mesterséges korlátozások, szelekciós mátrix. Furatba helyezünk egy csapot az ábra szerint és  $v_a$  sebességgel mozgatjuk lefele. A megfogó nem csúszik rajta.
- a) Mely sebesség (szögsebesség) és erő (nyomaték) irányokban lépnek fel természetes korlátozások, és mely irányokban kell mesterséges korlátozásokat előírni (a megfelelő oszlopba tegyen X-et)!
- b) Határozza meg az egyes sebesség-, szögsebesség-, erő- és nyomatékkomponensek értékét!

	Természetes korlátozás	Mesterséges korlátozás	Érték
$v_x$	X		0
$v_y$	X		0
$v_z$		X	$-v_a$
$\omega_x$	X		0
$\omega_y$	X		0
$\omega_z$		X	0
$f_x$		X	0
$f_y$		X	0
$f_z$	X		0
$\tau_x$		X	0
$\tau_y$		X	0
$\tau_z$	X		0



Ha a csap bent van a lyukban, x-y irányokban nem tudjuk mozgatni, se x-y tengelyek mentén forgatni. Lefele kell mozgatni adott sebességgel. Forgatni z szerint lehetne, de felesleges, ezért nulla.

- c) Mely irányokban alkalmazunk pozíció- és melyekben erőirányítást? Adja meg az irányítás szelekciós mátrixát! (1=pozícióirányítás)

Pozícióirányítási irányok (mesterséges korlát van):  $v_z, \omega_z$

Erőirányítási irányok (természetes korlát van):  $f_x, f_y, \tau_x, \tau_y$

A főátlóban lévő elem 0 vagy 1 attól függően, hogy pozíció- vagy erőirányítás van abban az irányban.

A főátló elemeinek sorrendje:  $v_x, v_y, v_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z$

```

0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1

```

3. Egy egyenes sínen közlekedő rakodórobot 60m-es pályán mozog, maximálisan 5 m/s sebességgel. A hajtómotor maximális fordulatszáma 1500/perc, tengelyével közvetlen kapcsolatban van egy 5000/fordulat felbontású inkrementális adó. Az adó optocsatolókon keresztül kapcsolódik a számítógépben található iránydiszkriminátoros, négyszeres kiértékelés szerint dolgozó számlálóegységhez. A robot pillanatnyi sebességét a következő módon képezzük: az operációs rendszer pontosan 1 msec-ként kiolvassa a robot aktuális pozícióját és ezek különbségét képi, az így kapott számérték (kettes komplement egész) a sebességgel arányos.

a) Mi az a maximális (impulzus-) frekvencia, amire az optocsatolókat méretezni kell az illesztő áramkör kialakításakor?

$$\max. 1500 \frac{\text{ford}}{\text{perc}} = 25 \frac{\text{ford}}{\text{s}} \rightarrow 25 \frac{\text{ford}}{\text{s}} \cdot 5000 \frac{\text{impulzus}}{\text{fordulat}} = 125 \text{ kHz}$$

Legalább 10x ekkora frekvenciájú optókat kell használni, tehát **1,25 MHz**.

b) Milyen pontossággal (pl. 1cm) tudjuk meghatározni azt, hogy hol helyezkedik el a robot a pályán belül (az áttételek hibáit hanyagoljuk el)?

Maximális sebességnél maximális fordulatszám: 5 m/s esetén 25 ford/s

Ha 5m-nek 25 fordulat felel meg, akkor egy fordulat 0,2m.

Felbontás:  $\frac{0,2m}{5000 \cdot 4} = \mathbf{0,01mm}$  (négyyszeres kiértékelés)

c) Legalább hány biten kell a pozícióinformációt (pozitív egész) ábrázolnunk ahhoz, hogy a robot a teljes pályát befuthassa?

$$\frac{60m}{0,01mm} = 6\,000\,000 \rightarrow \mathbf{23 \text{ bit}}$$

d) Legalább hány biten kell a sebességinformációt (kettes komplement egész) ábrázolnunk ahhoz, hogy a robot bármilyen sebessége ( $-v_{\max} \dots +v_{\max}$ ) esetén helyes eredmény kapjunk?

$$\max. 25 \frac{\text{ford}}{\text{s}} \cdot 5000 \cdot 4 = 500\,000 \frac{\text{inkrement}}{\text{sec}} = 500 \frac{\text{inkr}}{\text{ms}} \rightarrow 9\text{bit} + \text{előjel} = \mathbf{10 \text{ bit}}$$

e) Mekkora az a minimális haladási sebesség, amikor a fenti módszer szerint képzett robotsebesség még legalább 2% pontosságú?

$$\text{Pontosság: } \frac{1}{\Delta N} = 2\% \rightarrow \Delta N = 50$$

$$\text{Ha } 5 \frac{m}{s} \text{ esetén } \Delta N = 500 \left( 500 \frac{\text{inkr}}{\text{ms}} \right), \text{ akkor } 0,5 \frac{m}{s} \text{ esetén lesz } 50. \quad v_{\min} = \mathbf{0,5 \frac{m}{s}}$$

(Valamennyi válasz csak képlettel, számítással, magyarázattal történt levezetés esetén fogadható el!)

## 4. Omnidirekcionális robot.

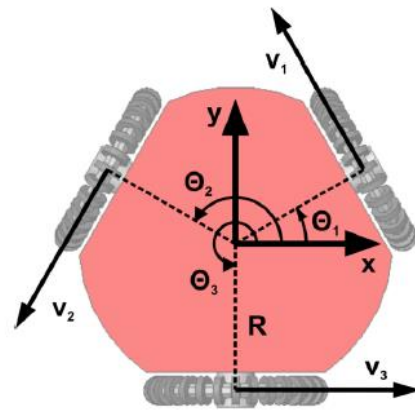
Mekkora lesz a  $v_1, v_2, v_3$  sebesség, ha:

a)  $v = v_x = 2 \frac{m}{s} \quad \omega = 0$

$$v_1 = -v_x \cdot \sin \theta_1 + v_y \cdot \cos \theta_1 + \omega \cdot R$$

$$v_2 = -v_x \cdot \sin \theta_2 + v_y \cdot \cos \theta_2 + \omega \cdot R$$

$$v_3 = -v_x \cdot \sin \theta_3 + v_y \cdot \cos \theta_3 + \omega \cdot R$$



$$v_1 = -2 \cdot \sin(30^\circ) = -1 \frac{m}{s}$$

$$v_2 = -2 \cdot \sin(30^\circ + 120^\circ) = -1 \frac{m}{s}$$

$$v_3 = -2 \cdot \sin(270^\circ) = 2 \frac{m}{s} \quad (= v_x)$$

b)  $|v| = 3 \frac{m}{s} \quad \angle v = 45^\circ$

$$v_x = |v| \cdot \cos(45^\circ) = \frac{3}{\sqrt{2}} \frac{m}{s} \quad v_y = |v| \cdot \sin(45^\circ) = \frac{3}{\sqrt{2}} \frac{m}{s}$$

$$v_1 = -\frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \sin(30^\circ) + \frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \cos(30^\circ) = 0,78 \frac{m}{s}$$

$$v_2 = -\frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \sin(150^\circ) + \frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \cos(150^\circ) = -2,90 \frac{m}{s}$$

$$v_3 = -\frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \sin(270^\circ) + \frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \cos(270^\circ) = 2,12 \frac{m}{s}$$

5. Egy robot csuklójában egyenáramú szervomotort alkalmazunk. A motor időállandói: 50 msec és 5 msec.

Tervezzen hozzá kéthurkos szögsebesség szabályozást.

a) Állandó szögsebesség esetén ugrás alakú alapjelre az áramban ne legyen statikus hiba és az áramszabályozás csökkentse le a villamos időállandót 1 msec-ra. Adja meg az áramszabályozó átviteli függvényét. Mi lesz az áramszabályozási kör eredője? Egységugrás áram alapjelre lesz az áramban túllendülés? Indokolja! Hogyan oldja meg az áramkorlátozást?

Ne legyen statikus hiba -> PI kell

$$W_{PI}(s) = K_C \cdot \frac{1 + sT_I}{sT_I} \quad T_I = T_V = 5 \text{ ms} \quad (\text{villamos időállandó kiejtése})$$

$$K_C = \frac{T_{V,régi}}{T_{V,új}} = \frac{5 \text{ ms}}{1 \text{ ms}} = 5 \quad \rightarrow \quad W_{PI}(s) = 5 \cdot \frac{1 + 5s}{5s} = \frac{1 + 5s}{s}$$

$$L(s) = W_{szakasz} \cdot W_{PI} = \frac{1}{1 + 5s} \cdot \frac{1 + 5s}{s} = \frac{1}{s}$$

$$W_{eredő}(s) = \frac{L(s)}{1 + L(s)} = \frac{1}{1 + s} = \frac{1}{1 + sT_{V,új}}$$

Az áramkorlátozás az áram alapjel korlátozásával történik.

Az áramban nem lesz túllendülés, mert  $W_{eredő}$  egytárolós aluláteresztő, valós pólus,  $\varphi_t > 90^\circ$

b) A külső szögsebesség szabályozás céljára alkalmazzon PI szabályozót, a fázistartalék legyen kb. 55°.

Adja meg a szabályozó átviteli függvényét. Egységugrás és egységsebesség ugrás alakú alapjelre és egységugrás terhelő nyomaték változásra lesz statikus hiba? Indokolja!

Előző feladatból:  $W_{motor} = \frac{1}{1 + sT_{V,új}} \cdot \frac{1}{sT_M} = \frac{1}{(1 + s)50s}$

$$W_{PI}(s) = K_C \cdot \frac{1 + sT_I}{sT_I}$$

"10-szer balra" szabály:  $T_I = 10 \cdot T_V = 10 \text{ ms}$        $K_C = \frac{T_M}{T_V} \cdot \sqrt{0,1} = 50 \cdot \sqrt{0,1} = 15,8$

$$W_{PI}(s) = 15,8 \cdot \frac{1 + 10s}{10s}$$

A szabályozás kettes típusú (2 integrátor), ezért egyik esetben sem lesz statikus hiba.

(Egyes típusú szabályozás esetén – pl. PD szabályozóval – csak egységugrás alapjelre nem lenne stat. hiba)

**6. Robotprogramozási nyelvek osztályozása (programfejlesztés módja, pálya megadásának módja), ARPS melyik?**

A robotprogramozási nyelveket többféle módon osztályozzák.

Különbséget tudunk tenni a **programfejlesztés módja szerint**:

**a) On-line robotprogramozás**

**A programfejlesztés és a programok futtatása ugyanazon a berendezésen folyik. Jellemző a betanítás.**

Előnyök:

- a keretek (pontok) egyszerűen megadhatók,
- a tesztelés egyszerűbb.

Hátrány: a programfejlesztéskor a robot kiesik a termelésből.

Néha a programokat egy hasonló, sokszor kisebb roboton (MIKROBI-n) fejlesztik.

**b) Off-line robotprogramozás**

**A programfejlesztés egy munkaállomáson folyik, a kész programot töltik át a robotba.**

Előny: nincs termelés kiesés.

Hátrányok:

- komoly (költséges) hardver és szoftver támogatás kell,
- a pontok és keretek szövegszerű bevitelle sokszor nehéz.

Ez a módszer grafikus munkaállomást; a robotot, a környezetet és a tárgyakat leíró modelleket, továbbá három dimenziós szimulációs szoftvert használ.

**Az ARPS az on-line robotprogramozásra alkalmas.**

Osztályozás a **pálya megadásának módja szerint**:

**a) Explicit mozgásvezérlés**

Az ilyen programozási nyelvek alkalmazásakor a pályaadatokat (koordinátákat) betanítással vagy szövegszerűen adjuk meg.

**b) Implicit mozgásvezérlés**

A programozáskor csak az alkatrész leírását (modelljét) és a pályát definiáló geometriai relációkat adjuk meg, a feladatokat "körülírjuk"; azaz nem közvetlenül a robotot mozgó parancsokat adjuk ki.

Ezek a programozási nyelvek szakértői rendszeren alapulnak.

**Az ARPS explicit mozgásvezérlést valósít meg.**