

7. SNÍMANIE POLOHY

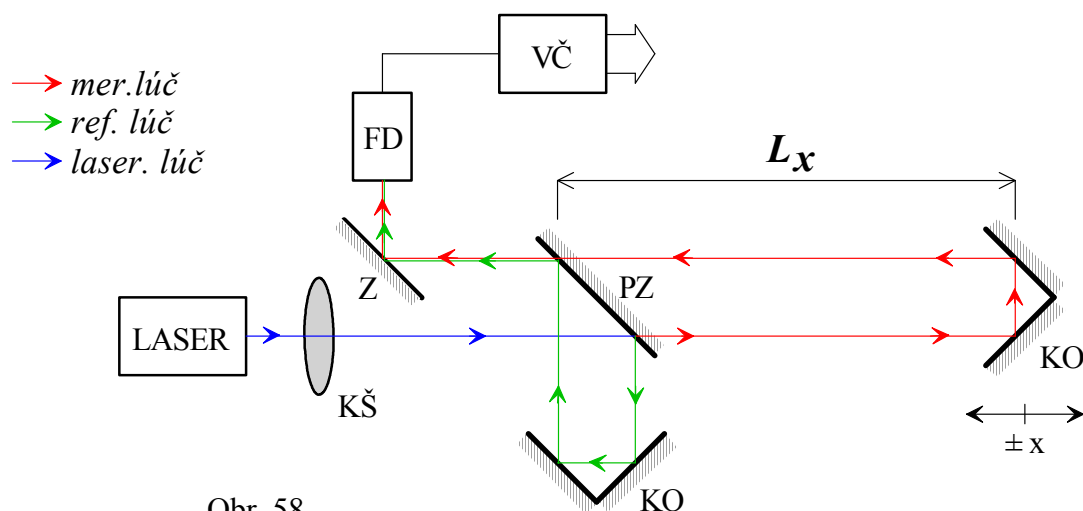
Snímanie polohy - **väčšie vzdialenosti**.

- ♦ optické - laserové (interferenčné)
 - impulzné (inkrementálne, absolútne)
- ♦ magnetické - magnetostrikčné
 - magnetické (impulzné)
 - LVDT snímače
- ♦ ultrazvukové (meranie vzdialeností)
- ♦ kapacitné (zmena S)

7.1. Optické princípy

7.1.1. Laserové (interferenčné)

- interferencia merného a ref. lúča
- rozliš. schopnosť až $\lambda/8$ (He - Ne \rightarrow 80 nm)



Obr. 58

- KŠ - kolimačná šošovka
- KO - kútový odrážač (namiesto zrkadla)
- L_x - meraná vzdialenosť
- Z, PZ - zrkadlo, polopriepustné zrkadlo
- FD - fotodetektor
- VČ - vratný čítač

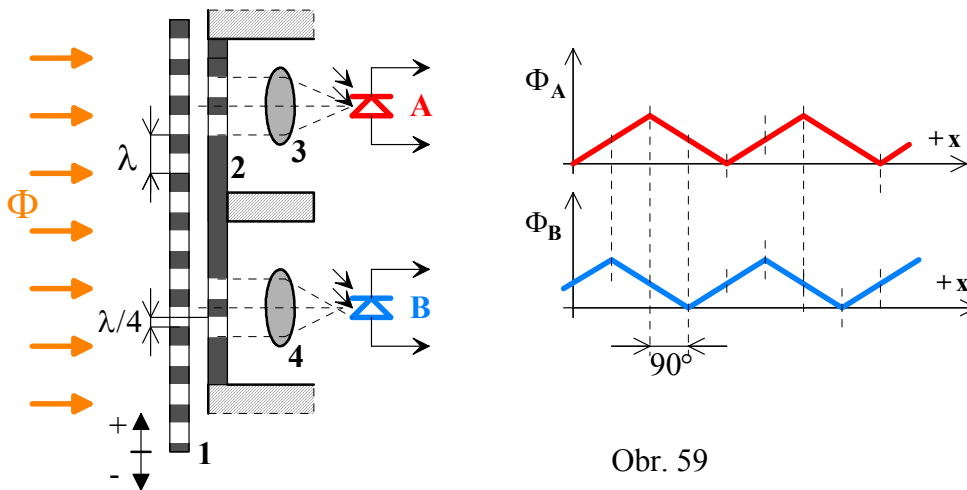
7.1.2. Impulzné snímanie polohy - inkrementálne

Vychádza z nulovej polohy, počet impulzov krát λ

- malý krok λ - vyššia presnosť
- určenie smeru pohybu
- pripočítanie - odpočítanie impulzov \rightarrow vratný čítač

Optické mriežky

- menšia $\lambda \rightarrow$ vyššia presnosť
- inkrementálna (prírastková) metóda
- smer pohybu - dve sústavy mriežok, **posun o $\lambda/4$**
- počet štrbín do 2500 na priemere cca 10 cm (pre rotačný systém)



Obr. 59

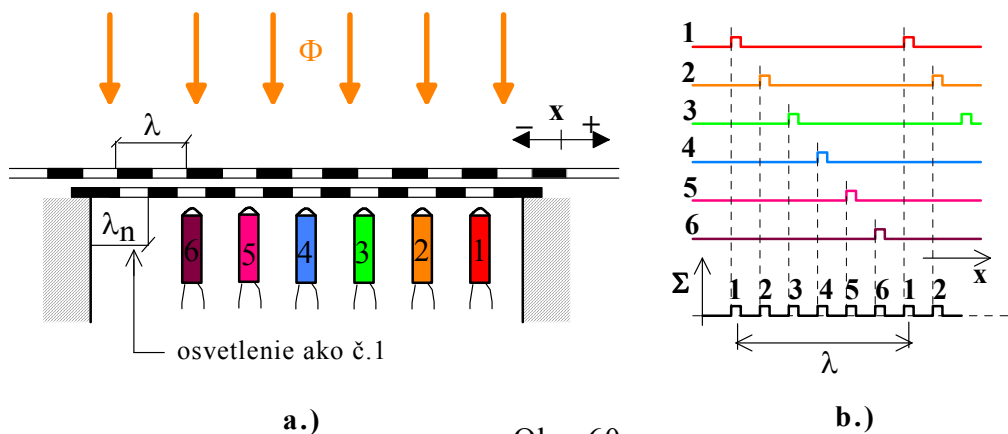
1 - pohyblivá mriežka
2 - pevné mriežky

3, 4 - šošovky
A, B - fotodetektory

Φ_A a Φ_B - svetelné toky na fotodetektoroch A, B

Nóniové mriežky

- ♦ ďalšie zjemnenie kroku
- ♦ **nerovnaké delenie** - iné λ na pevnej, iné λ na pohyblivej časti, obr. 60



Obr. 60

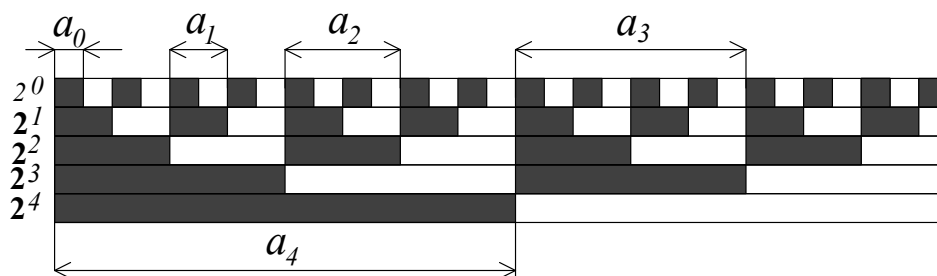
- vyhodnocuje sa **úplné zatemnenie** fotoelementu.
- v rámci posunu o λ získame n impulzov

$$\lambda_n = \lambda \frac{n-1}{n} \quad \text{kde } n \text{ je počet impulzov na dĺžke } \lambda$$

7.1.3. Impulzné snímanie polohy - absolútne

- v každej polohe priamo presná, absolútna poloha
- binárny, alebo Grayov kód

Príklad delenia pravítka je na obr. 61

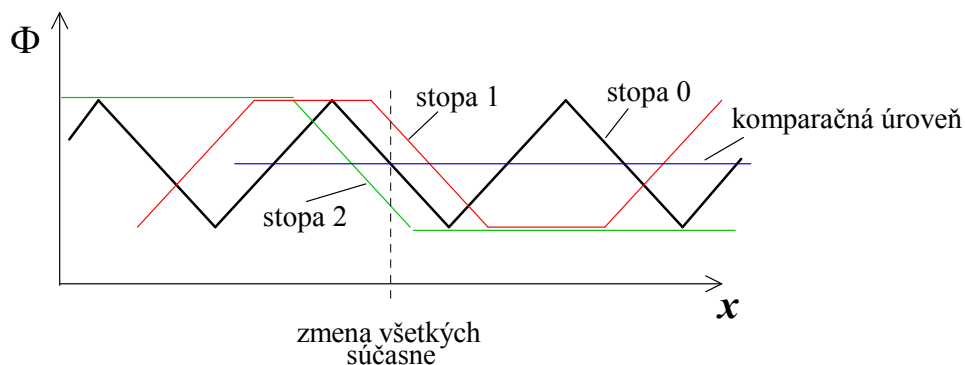


Obr. 61

Počet stôp je vyjadrený : $n = \frac{\log L - \log \Delta s}{\log 2}$ L - dĺžka merítka
 Δs - dĺžka kroku (a_0)

Snímanie signálov

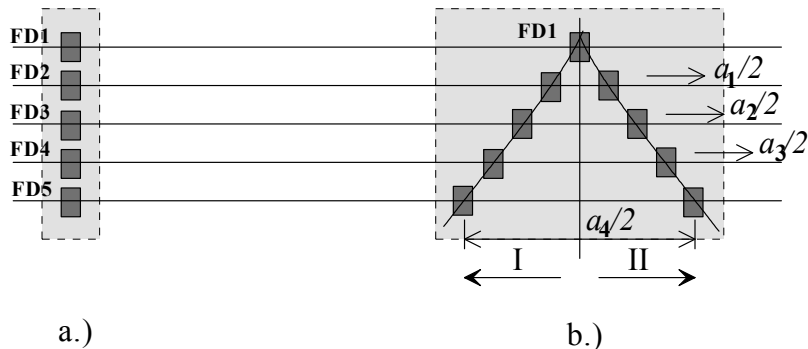
Priebeh svetelného toku - možný posun (nepresnosť) je na obr. 62



Obr. 62

Zmena viacerých rádoov naraz - problém, vznikajú **krátkodobo vadné kombinácie**

- ♦ snímanie normálne (priame) keď sú fotodetektory v rade (obr.63a)
- ♦ zložitejší, ale lepší je tzv. "V" systém (obr.63b.)



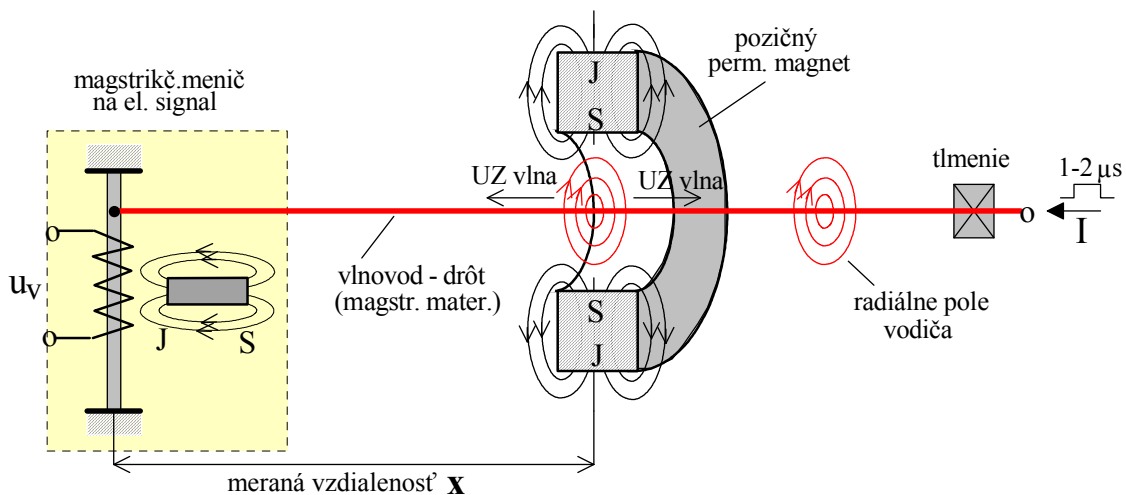
Obr. 63

- ak je v danej stope signál "0", vo vyššej stope sa berie signál z II
- ak je v danej stope signál "1", vo vyššej stope sa berie signál z I
- Snímanie začína od nultej stopy (snímač FD1).

7.2. Magnetické princípy

7.2.1. Magnetostrikčný snímač polohy

- ♦ snímanie väčších dĺžok (do 4m)
- ♦ využíva dobu šírenia UZ vlny v magnetostrikčnom materiáli



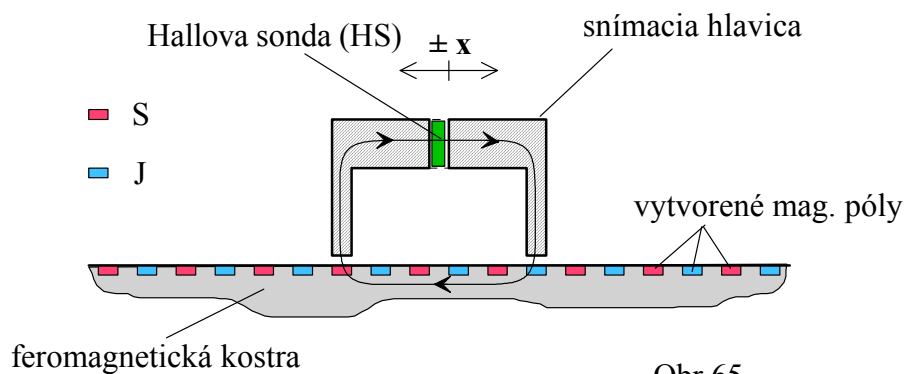
Obr. 64

- vlnovod - drôt z magnetostrikčného materiálu
- krátky prúdový impulz → radiálne magnetické pole
- s meraným objektom sa pohybuje **pozičný permanentný magnet** (toroid)
- v mieste magnetu → silové pôsobenie polí (Wiedemannov jav)

- **mechanický torzný impulz** - ultrazvuková vlna
- po prebehnutí **X** získame elektrický signál (impulz)
- vzdialenosť z doby prebehu vlny (3000 m/s)
- začiatok - vznik mech. skrutu
- koniec - príchod vlny (výst. impulz z meniča)

7.2.2. Magnetické impulzné snímanie polohy

- inkrementálne meranie
- dlhé kovové časti - obrábacie stroje
- vytvorené mag. zóny (nahratie)
- snímanie Hallovou sondou - dve pre smer pohybu



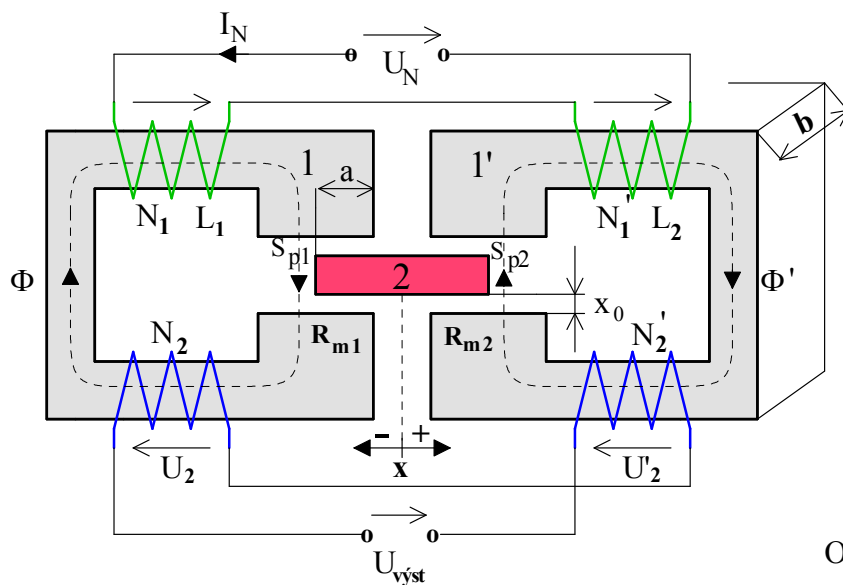
Obr.65

- nahrávanie - namiesto HS je cievka s prúdovými impulzami
- **lepšie sa póly nahrajú do lišty zo špec. materiálu**

7.2.3. Transformátorové snímače

- ◆ LVDT (LVDT - Linear Variable Differential Transformer)
- ◆ aktívny senzor, výstup je $\sim U$ úmerné x
- ◆ 2, 3, alebo 4 vinutia
- ◆ väčší rozsah (10-ky mm) - zmena plochy vzd. medzery

Na obr.66. je diferenciálny systém pre väčšie rozsahy pohybu (10- ky mm)



Obr.66.

Prevod odvodíme z indukovaného napätia (efekt. hodnoty) na sekundáre :

$$U_v = U_2' - U_2 = \omega N_2 (\Phi' - \Phi) = \omega N_2 N_1 I_N \left(\frac{1}{R_{m2}} - \frac{1}{R_{m1}} \right)$$

Treba si odvodiť ďalej vzťahy pre prúd I_N a odpory R_{m1} a R_{m2} . Podľa kótovania na obr.66 je prierez vzd. medzery :

$$S_{p1} = b(a - x), \quad S_{p2} = b(a + x)$$

Potom mag. odpory : (predpokladali sme, že $N_1 = N_1'$ a $N_2 = N_2'$)

$$R_{m1} = \frac{1}{\mu_0} \frac{2x_0}{S_{p1}} \quad \text{a} \quad R_{m2} = \frac{1}{\mu_0} \frac{2x_0}{S_{p2}} \Rightarrow L_1 = \frac{N_1^2}{R_{m1}}; \quad L_2 = \frac{N_1^2}{R_{m2}};$$

Výraz v zátvorke:

$$\left(\frac{1}{R_{m2}} - \frac{1}{R_{m1}} \right) = \frac{\mu_0 S_{p2}}{2x_0} - \frac{\mu_0 S_{p1}}{2x_0} = \frac{\mu_0}{2x_0} (ba + bx - ba + bx) = \frac{\mu_0 2bx}{2x_0} = \frac{\mu_0 bx}{x_0}$$

Vst. cievky sú v sérii, L_1 a L_2 sa teda sčítajú

$$L_1 + L_2 = N_1^2 \left(\frac{1}{R_{m1}} + \frac{1}{R_{m2}} \right) = N_1^2 \left(\frac{\mu_0 S_{p1}}{2x_0} + \frac{\mu_0 S_{p2}}{2x_0} \right) =$$

$$= N_1^2 \frac{\mu_0}{2x_0} (ba - bx + ba + bx) \quad \text{a po úprave} \quad L_1 + L_2 = \frac{N_1^2 \mu_0 b a}{x_0}$$

Zo vzťahu vidieť, že výsledná indukčnosť zostáva konštantná (nezávisí od x). Potom prúd I_N :

$$I_N = \frac{U_N}{\omega(L_1 + L_2)} = \frac{U_N}{\omega} \frac{x_0}{N_1^2 \mu_0 b a}$$

Dosadením za prúd I_N a zátvorku s odpormi R_{m1} , R_{m2} do rovnice pre U_v máme :

$$U_v = \omega N_2 N_1 \frac{U_N}{\omega} \frac{x_0}{N_1^2 \mu_0 b a} \left(\frac{\mu_0 b x}{x_0} \right)$$

po úpravách

$$U_v = \frac{U_N}{a} \frac{N_2}{N_1} x$$

Na zosilnenie vplýva :

- napájacie napätie U_N (efektívna hodnota)
- rozmer "a" (súčasne určuje rozsah)
- transformačný pomer - počty závitov
- prevod je lineárne závislý od x

Poznámka: *Vzťah celkom neplatí pre krajné polohy (rozptyl).*

Skutočné konštrukcie

Systémy s tzv. **malou vzduchovou medzerou**

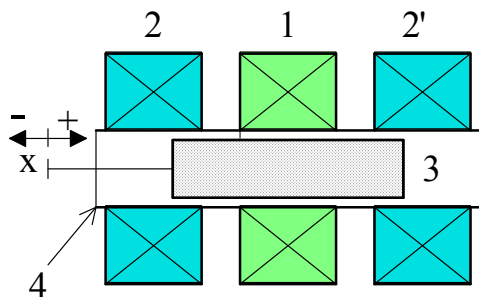
Magnetický tok vzduchom je sústredený do presne definovanej oblasti.

- ♦ sú rozmernejšie a ťažšie
- ♦ presnejšie
- ♦ nevyžarujú do okolia
- ♦ nie sú náchylné na magnetické rušenie
- ♦ uzavreté typy, rotačné, zložené z plechov, výnimočne z feritu

Systémy s **otvoreným magnetickým obvodom** (obr.67.)

Feromagnetický materiál tvorí iba časť obvodu, väčšia časť siločiar sa uzatvára vzduchom.

- ♦ väčší merací rozsah
- ♦ jednoduchšiu výrobu
- ♦ sú menšie, ľahšie
- ♦ citlivejšie na cudzie magnetické polia
- ♦ môžu byť i v miniatúrnom prevedení.



- 1- primárne vinutie
- 2- sekundárne vinutie
- 2'- sekundárne vinutie
- 3 - pohyblivé jadro (ferit)
- 4 - mechanická kostra

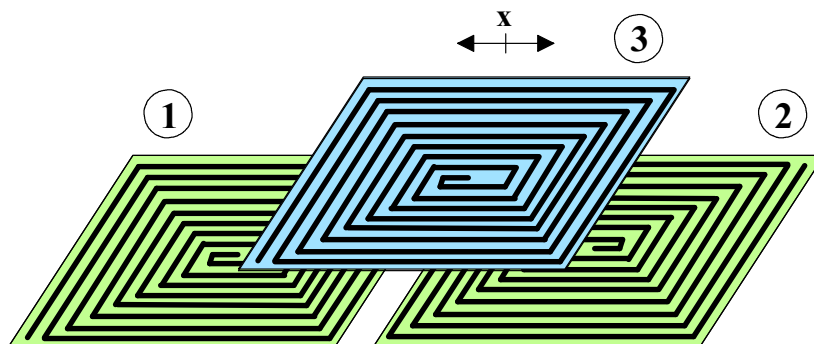
Obr.67.

Systémy s potlačeným poľom - jadro z elektricky vodivého materiálu (vírivé prúdy)

Systémy bez feromagnetika - neobsahujú jadro, len cievky. Sú málo používané.

Vinutie

- klasické, t.j. **navinutím Cu drôtu**. Napájanie harmonickým sínusovým signálom.
- **metódou plošných spojov**. Príklad je na obr.68.
- napájanie trojuholníkovým priebehom, $U_{\text{výst}}$ obdĺžnikový priebeh (derivácia vstupu)

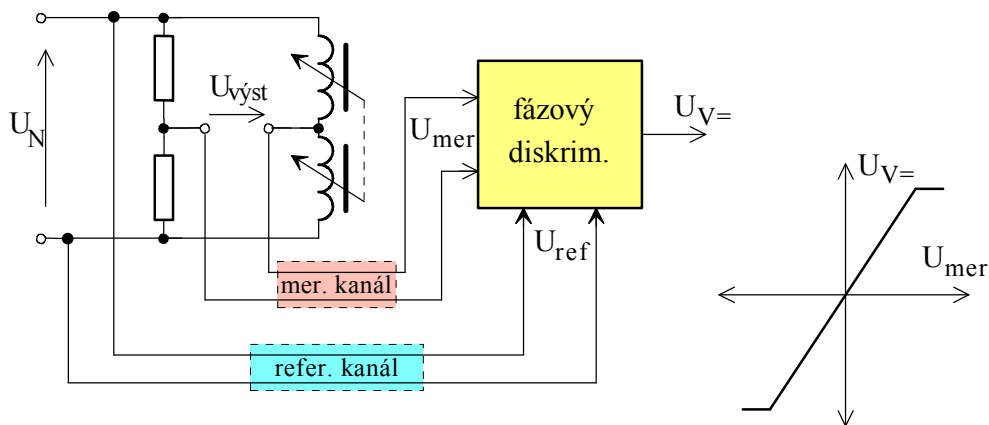


Obr.68.

7.2.4. Vyhodnotenie výstupného signálu

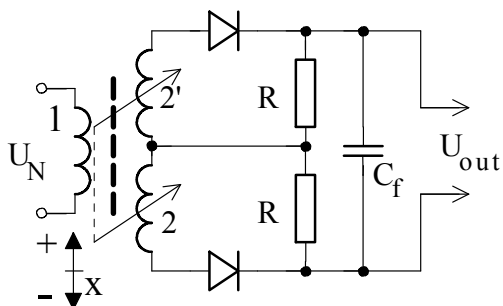
Fázový diskriminátor (obr. 69)

- výstup - napät'ový signál
- fázový diskriminátor - zmysel odchýľky
- $U_{V=}$ je jednosmerné, nosná frekvencia z U_N je vyfiltrovan
- Polarita - podľa fázy výst. napätia (voči referenčnému - napájaciemu)



Obr.69.

Zapojenie s diódami je možné vtedy, ak máme 2 sekundárne vinutia. Princíp je na obr.70.



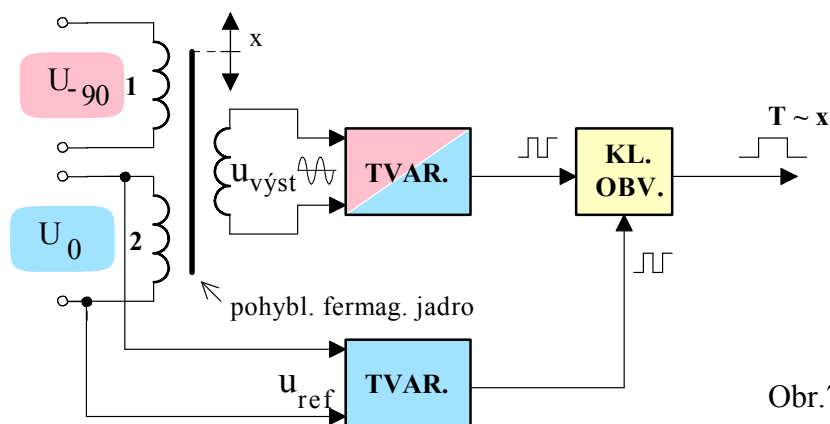
- 1 - primárne vinutie
- 2, 2' - sekundárne vinutia
- R a C_f tvoria filter
(časová konštanta)

Obr.70.

7.2.5. Fázový menič a rozkladač

Špeciálne typy transformátorových snímačov polohy.

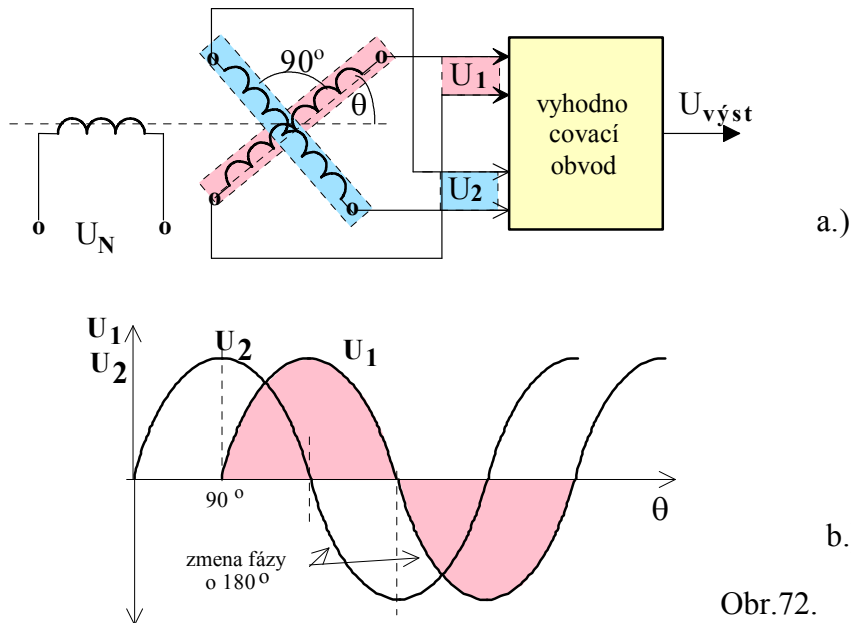
Fázový menič - zmena fázy výstupu voči referenčnému signálu (amplitúda je nezaujímavá)



Obr.71.

Rozkladač, (alebo rezolver) je na principiálnej schéme obr.72. (otočný snímač)

- ♦ vyhodnocuje sa **veľkosť amplitúdy** a vzájomná poloha zložiek
- ♦ dve vinutia navzájom priestorovo posunuté o 90°
- ♦ pri otáčaní máme sin a cos zložku amplitúdy
- ♦ vyhodnocovací obvod v integrovanej forme



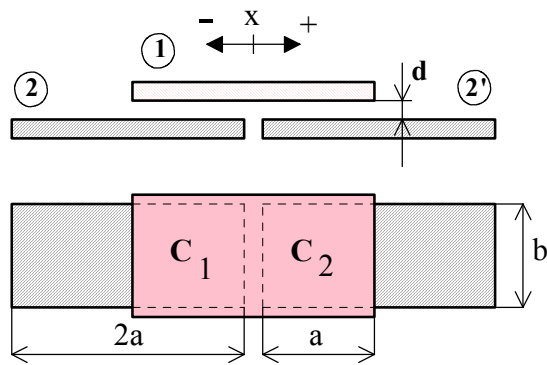
Obr.72.

Poznámka: Pojmy "fázový menič" a "rozkladač" sa často zamieňajú, skutočný princíp je dobré overiť si doplnkovými informáciami. Oba systémy sú často používané s dobrými výsledkami.

Selsyn - viacmenej už nepoužívané

7.3. Kapacitné systémy so zmenou S (plochy)

Snímač polohy pre väčšie vzdialenosti je na obr.73.



Obr.73.

- ak vyjadríme závislosť kapacít od posunu x
- systém pracuje v mostíku na obr. 74.

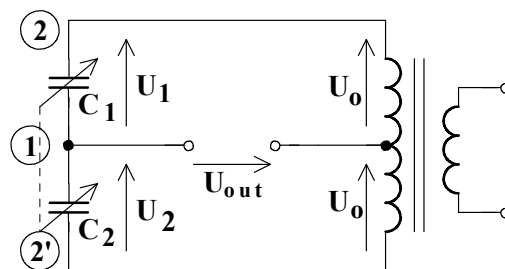
potom výstup je daný rovnicou :
$$U_{\text{vyst}} = \frac{U_0}{a} x$$

7.3.1. Vyhodnotenie výstupného signálu

- ♦ **malá základná kapacita** → **vysoká vnútorná impedancia**

Základné spôsoby vyhodnotenia sú :

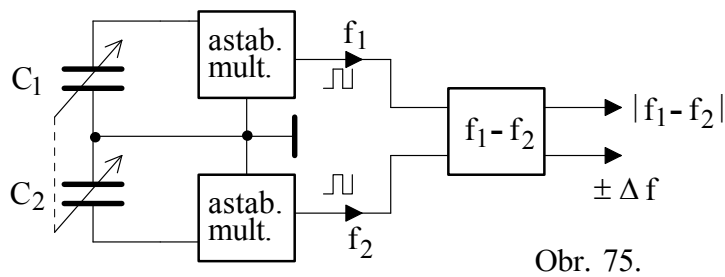
- amplitúdové :
 - v mostíku (amplitúda a fáza - fáz. diskř.)
 - rezonančné (cvičenia)
 - PWM modulácia (cvičenia)
- frekvenčné - harmonický, alebo obdĺžnikový výstup
- fázové - fáza medzi výstupným a referenčným napätím



Obr. 74.

Frekvenčný výstup

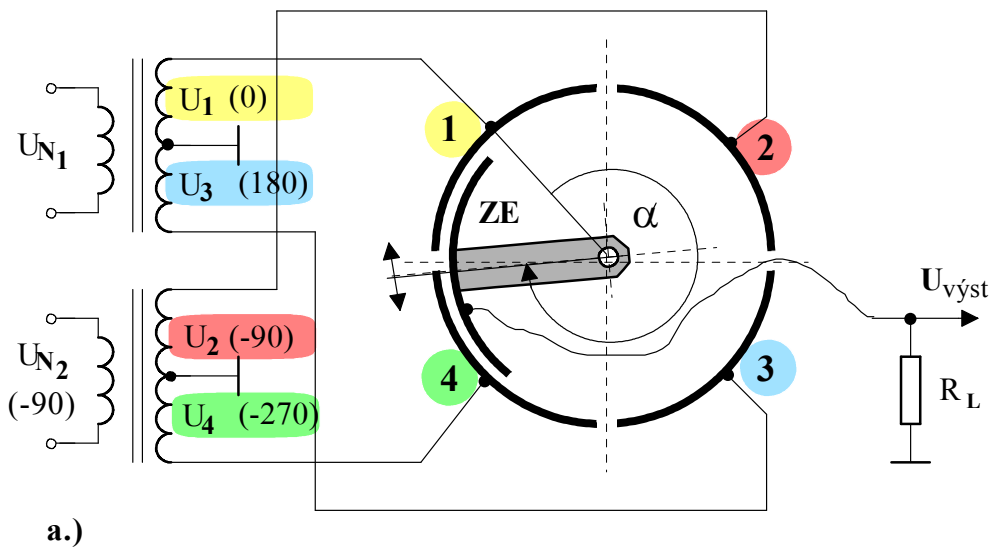
- ♦ C_x je časť oscilátora (sínus, obdĺžnik)
- ♦ zapojenie diferenciálne - dva viazané systémy
- ♦ výstup je rozdiel frekvencií a znamienko zmyslu pohybu.



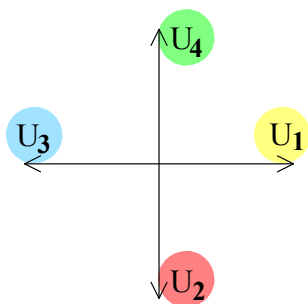
Obr. 75.

Fázový výstup

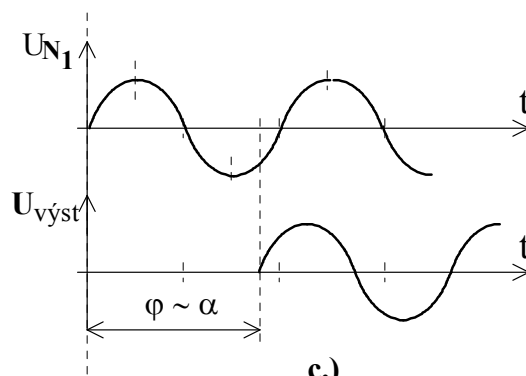
Príklad rotačného systému je na obr. 76. Obsahuje 4 pevné elektródy a jednu otáčavú, zbernú elektródu ZE.



a.)



b.)



c.)

Obr.76.

- porovnáva sa fáza výstupu s referenčným napätím, tuná U_{N1}
- dve základné napájacie napätia U_{N1} a U_{N2} , fázovo posunuté o 90°
- pomocou transformátora ďalšie dve napätia (posunuté o 180°)

- fáza φ závisí od polohy a mení sa medzi $0 \div 360^\circ$

Kapacitné prúdy medzi ZE a pevnými elektródami tečú do R_L , čím vznikne $U_{\text{výst}}$. Jeho veľkosť musí byť iba v určitých medziach, informáciu nenesie.