



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výukové texty

pro předmět

Měřicí technika

(KKS/MT)

na téma

Podklady k principu měření otáček a úhlové rychlosti

Autor: Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.



evropský
sociální
fond v ČR



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Podklady k principu měření otáček a úhlové rychlosti

Měření otáček je jeden ze základních parametrů u pohonných systémů. Informaci o rychlosti otáčení případně úhlové rychlosti jsou žádoucí jak u strojních zařízení (výrobní stroje atd.) v dopravní technice (otáčky spalovacího motoru atd.) tak i v jiných odvětvích, kde je nutné znát tuto hodnotu pro další zpracování nebo proces.

1) Rozdělení

Podle použitého měřicího principu dělíme na:

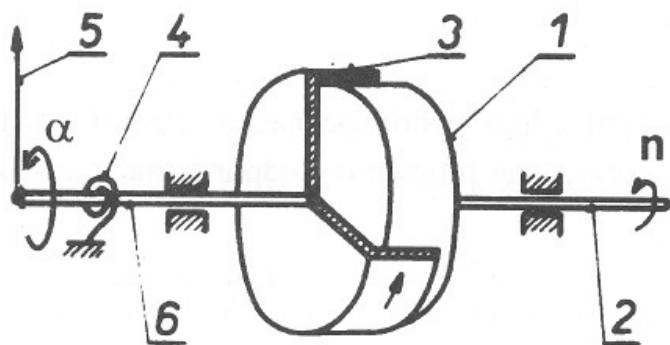
- 1) Mechanické snímače
- 2) Elektrodynamické snímače
- 3) Impulsní snímače (Optoelektrické; Magnetické; Kapacitní; Indukční).
- 4) Stroboskopické snímače

Mechanické snímače

Využívají účinky odstředivé síly na rotující hmotu, jejíž účinky lze konstrukčně převést na stupnici přístroje např. prostřednictvím bovdenu (starší automobily atd.). Mívají přesnost kolem 1%.

Magnetické snímače

Využívají účinků tzv. výřivých proudů v hliníkovém prstenci (hrnečku) při otáčení magnetu. Jejich magnetické pole je unášeno ve směru rotace kotouče, spirálová pružina vyvozuje direktivní moment, ukazatel ukazuje rychlost kotouče. Výchylka natočení proti pružině je úměrná rychlosti otáčení magnetu.



Legenda:

- 1 ... permanentní magnet
- 2 ... hřídel pohánějící magnet
- 3 ... hrneček
- 4 ... pružina
- 5 ... ručička přístroje

Obr. 1 Základní blokové schéma elektromagnetického otáčkoměru [1]



evropský
sociální
fond v ČR



MS
MT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Elektrodynamické snímače

Jsou důležitou skupinou snímačů otáček na magneto-elektrickém principu někdy s označením tachogenerátor (TG). Velikost výstupního napětí je přímo úměrné otáčivé rychlosti ω .

$$U = k \cdot \Phi \cdot \omega$$

Kde:

k ... konstanta tachodynamy

Φ ... magnetický tok

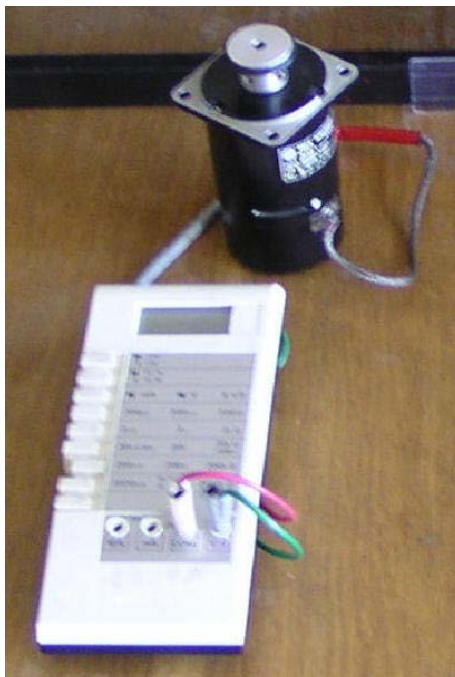
ω ... úhlová rychlost

Dělí se na:

- Tachodynamy (stejnoseměrné točivé stroje)
- Tachoalternátory (střídavé točivé stroje)

Vzhledem k tomu, že tachogenerátor je tvořen permanentním magnetem v jehož magnetickém poli se otáčí rotor s vinutím, jde vlastně o „elektromotor“ s kolektorem a uhlíky. Vzhledem k tomu, že nenesou žádnou výkonovou zátěž, jsou proto tyto komponenty optimalizovány na nejnižší tření, a tím je opotřebení téměř neznatelné. Životnost bývá 20.000 hodin a více.

Základní parametry tachodynamy: 20 V \approx 1000 ot/min



Obr. 1.1 - Tachodynamo pro měření otáček



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Impulsní snímače otáček

Detekují polohu značky na rotujícím objektu a vyhodnocují počet impulsů za konstantní čas (metody frekvence) nebo za dobu mezi impulsy (metoda času). K detekci polohy značky lze využít kontaktní snímač (mikrospínač), indukční nebo kapacitní snímač, magnetický snímač (Hallova sonda), optoelektronický atd.

Všechny typy snímačů reagují na změnu v podobě např. ozubeného kola a výstupy z těchto snímačů jsou napěťové impulsy, které jsou čítány čítačem a dále vyhodnocovány. Při známém počtu zubů kola nebo otvorů na kotouči (tj. známém počtu impulsů) lze následně vypočítat otáčky.

Příklad výpočtu u metody frekvence:

$$n = \frac{f}{p} * 60 \text{ [ot/min]}$$

kde

n - počet otáček

f - změřená frekvence

p - počet otvorů na kotouči

Příklad výpočtu u metody času:

$$n = \frac{1}{T * p} * 60 \text{ [ot/min]}$$

kde

n - počet otáček

f - změřená frekvence

p - počet otvorů na kotouči



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE

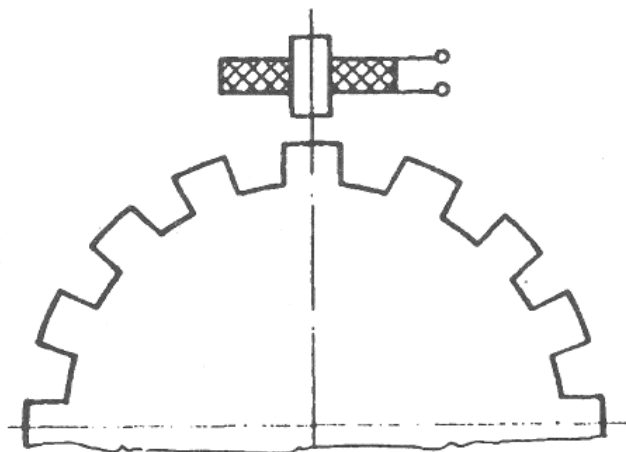


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



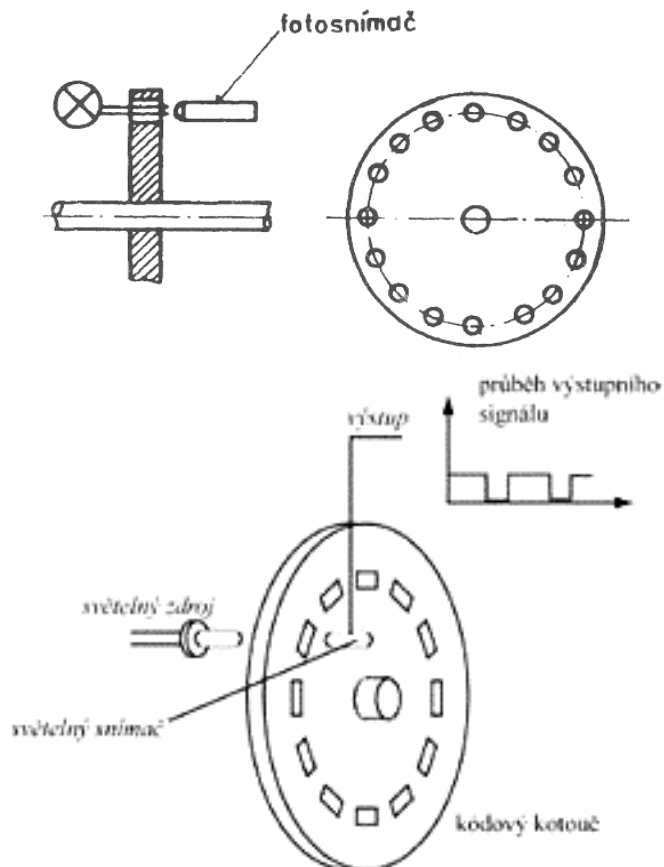
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1.2 Základní blokové schéma snímače rychlosti (impulsů) s magnetickým (indukčním) snímačem [1]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

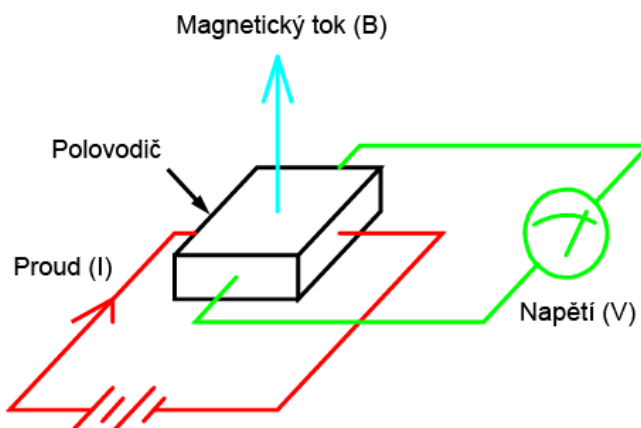


Obr. 1.3 Základní blokové schéma snímače rychlosti (impulsů) s fotoelektrickým snímačem [1]

Hallův jev je generace tzv. Hallova napětí v polovodiči za současného působení elektrického a magnetického pole.

Definice: Je-li proud konstantní, pak se napětí V mění v závislosti na magnetickém toku B

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1.3 Základní blokové schéma snímače rychlosti (impulsů) s Hallovou sondou

Stroboskopický snímač otáček

Je funkčně založen na setrvačnosti zrakového vjemu a tím spojování oddělených fází pohybu na vjem spojitého pohybu tzv. stroboskopický efekt. Stroboskop (viz obr. 1.4) je zařízení, které vydává ostré světelné impulsy v přesně daných intervalech (impulsy s přesnou frekvencí). Tuto frekvenci světelného "blikání" je možné plynule měnit.

Je-li na rotující součásti umístěna dobře viditelná značka (odrazka), pak při její rotaci a současném osvětlení stroboskopem dochází k jevu (očnímu klamu), kdy se značka různě rychle pohybuje v závislosti na frekvenci blikání stroboskopického světla. Jestliže dojde k synchronizaci frekvence otáčení odrazky a frekvence světelných impulsů, při které se značka "fiktivně" zastaví, odpovídá tato frekvence otáčkám hřídele a lze ji přečíst na zobrazovací stroboskopu.



Obr. 1.4 - Stroboskop pro měření otáček



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE

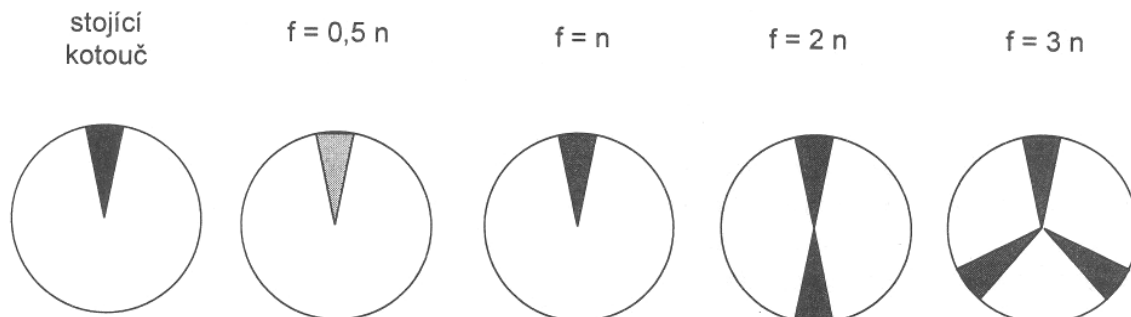


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1.5 Základní principi měření stroboskopem s určením požadovaných otáček [1]

Poděkování

Investice do rozvoje vzdělávání.

Tento výukový text je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.2.00/28.0206 „Inovace výuky podpořená praxí“.

Literatura

- [1] JENČÍK, J., VOLF, J. a kol.: *Technická měření*. ČVUT v Praze, Praha 2000, ISBN 80-01-02138-6
- [2] FORMÁNEK, J.: Hluk a vibrace strojních zařízení a jejich snižování. *Energetické stroje-termomechanika-mechanika tekutin-2005*, konference s mezinárodní účastí, ZČU, Plzeň, Česká Republika, 2005, s.33-36, ISBN 80-7043-360-4
- [3] Základy snímačů, <http://automatizace-issnp.wz.cz>
- [4] Enkodéry, <http://www.pohonnatechnika.cz/skola/encodery>
- [5] Řízení a automatizace, <http://uai.fme.vutbr.cz/lab/a1-713/students/zp0607/dp-andrs/index.html>