

## **2. PŘEVODNÍKY, SNÍMAČE**

Měřené signály mohou mít různý charakter a fyzikální podstatu. V současné době je obvyklé transformovat signály libovolného původu na signály elektrické, úměrné měřené veličině, což nám umožní je zpracovat standardními metodami. K tomu nám slouží celá řada různých typů převodníků.

### **2.1. Převodníky mechanických veličin na veličiny elektrické**

#### 2.1.1. Odporové tenzometry

Tenzometry jsou odporové snímače, které mění svůj odpor v závislosti na změně svých geometrických rozměrů [4]. Rozdělují se podle konstrukce a podle použitého materiálu. Kovové tenzometry se nejčastěji vyrábějí z konstantanu (Cu-Ni). Polovodičové tenzometry se vyrábějí z křemíku. V porovnání s tenzometry kovovými jsou polovodičové mnohem citlivější. Nevýhodou je však značná teplotní závislost a odchylka od lineární charakteristiky. Měřicí obvody pro tenzometry jsou většinou založeny na principu Wheatsonova můstku, který je vyvážen při nezátížených tenzometrech [8].

#### 2.1.2. Piezoelektrické snímače

Piezoelektrické snímače jsou založeny na fyzikálním jevu, při kterém u některých dielektrických látek způsobí deformace dipólový elektrický moment objemového elementu. Elektrické momenty všech objemových elementů způsobí polarizaci krystalu. Při přiložení elektrod k povrchu krystalu vzniknou indukci na těchto vodivých elektrodách volné náboje [8].

Piezoelektrický jev závisí na směru deformace vzhledem k osám krystalu. Pro měřicí techniku se používá oxid křemičitý a některá feroelektrika jako například titaničnan barnatý [8].

#### 2.1.3. Magnetické snímače

Magnetické snímače pracují na základě změn magnetických veličin způsobených deformacemi feromagnetických materiálů. Nejdůležitější jsou změny relativní permeability a deformace magnetického pole [8].

Změna permeability úzce souvisí s magnetostrikcí, což je jev, při němž při působení magnetického pole dochází ke změnám rozměrů feromagnetika, nebo naopak, při deformaci feromagnetika dochází k magnetické polarizaci. Pro výrobu snímačů s proměnnou permeabilitou se používají materiály s vysokou hodnotou permeability a malou hodnotou indukce při nasycení. Nejčastěji se používá permalloy ( slitina niklu, železa a molybdenu ), lze je však vyrobit i z měkké oceli. Chyby snímačů jsou dány hlavně teplotní závislostí permeability a hysterezí. Protože indukčnost je funkcí proměnné permeability, je základní konstrukce snímače provedena tak, že na permalloyovém jádře je navinuta cívka, která v důsledku deformace jádra mění svou indukčnost [8].

Druhý typ magnetického snímače využívá deformace magnetického pole při deformaci feromagnetika. V tělese snímače jsou umístěny dvě cívky, přičemž primární cívka je napájena

střídavým napětím . Není -li snímač zatížen magnetický tok neobepíná závity sekundární cívky. Při zatížení dochází k tomu že část magnetického toku prochází plochou sekundární cívky . V sekundární cívce se indukuje napětí jehož velikost závisí na velikosti vzájemné indukčnosti [8].

#### 2.1.4. Kapacitní snímače

Kapacitní snímače mechanických veličin využívají změny některé z veličin určujících kapacitu kondenzátoru. Používají se tyto typy kapacitních snímačů:

- deskový jednoduchý s proměnnou mezerou
- deskový diferenční s proměnnou mezerou
- deskový s vrstvou dielektrika s proměnnou mezerou
- deskový s proměnnou tloušťkou dielektrika
- deskový s proměnnou plochou překrytí
- deskový diferenční s proměnnou plochou překrytí
- deskový s proměnnou plochou překrytí dielektrika
- válcový s proměnnou plochou překrytí
- diferenční s proměnnou plochou překrytí

#### 2.1.5. Indukčnostní snímače

U indukčnostních snímačů se měřená veličina převádí na změnu vlastní, nebo vzájemné indukčnosti. Indukčnostní snímač se vždy skládá z jedné nebo více cívek. Magnetický obvod cívky může být otevřený, nebo uzavřený, s feromagnetickým jádrem nebo bez feromagnetika [8].

Mezi indukčnostní snímače patří také tzv. transformátorové snímače. U těchto snímačů se měřená veličina vyhodnocuje pomocí vzájemné indukčnosti dvou cívek [8].

#### 2.1.6. Odporové snímače polohy

Odporový snímač se skládá s odporového vinutí, po jehož vyleštěné části se pohybuje běžec. Kromě drátových snímačů se vyrábějí také velmi přesné uhlíkové snímače. Nevýhodou odporových snímačů je přímý kontakt mezi běžcem a odporovou dráhou a z toho vyplývající opotřebení stykových ploch a nebezpečí jiskření v explozivním prostředí [8].

### **2.2. Měření mechanického kmitání**

Snímače mechanického kmitání se dělí podle konstrukce na absolutní a relativní. Absolutní snímač měří veličinu mechanického kmitání vzhledem k vlastní setrvačné soustavě a používá se tam, kde není k dispozici vhodný pevný bod k upevnění snímače ( velké motory, ložiskové skříně, jedoucí vozidla ). Relativní snímače měří mechanické kmitání vzhledem k libovolně zvolenému bodu v prostoru a používají se u menších strojů, nebo v případech kdy se vyhodnocuje kmitání jedné části stroje vůči druhé ( např. kmitání hřídele vůči ložisku ) [8].

#### 2.2.1. Absolutní snímač kmitání

V absolutním snímači kmitání není hmotnost soustavy spojena s relativně pevným bodem. Pouzdro absolutního snímače se pevně uchytí na kmitající těleso, přičemž se předpokládá, že hmotnost celého snímače je vůči hmotnosti kmitajícího tělesa zanedbatelná. Podle hodnoty poměrného úhlového kmitočtu může být absolutní snímač kmitání provozován:

a) Pro  $\omega \gg \omega_0$ , kde  $\omega$  je nejnižší kmitočet ze spektra měřeného pohybu. V této oblasti se snímač používá pro měření amplitudy ( dráhy ).

b) Pro  $\omega = \omega_0$ , tedy v oblasti rezonance lze snímače použít pro měření rychlosti pohybu. Tohoto způsobu měření se používá jen zřídka v malém okolí úhlového kmitočtu  $\omega_0$ . Vhodnější je získat rychlost derivačním obvodem ze signálu úměrného amplitudě.

c) Pro  $\omega \ll \omega_0$ , získáme informaci o průběhu zrychlení měřeného objektu

Při periodických kmitech složených z více harmonických složek je nutno respektovat fázový posuv jednotlivých složek. Aby zkreslení způsobené fázovým posunem bylo minimální, musí platit podmínka [8]

$$\frac{\varphi_n}{\omega_n} = \text{konst.}$$

### 2.2.2. Relativní snímače kmitání

Vyhodnocují dráhu měřeného tělesa vůči relativně pevnému tělesu. Podle uspořádání relativního snímače mohou nastat tyto případy :

a) *Bezdotkový snímač bez přídavné hmotnosti snímače* -

na měřeném tělese není zabudována další hmotnost. Pohyblivou částí snímače je přímo povrch měřeného tělesa. Jsou to indukčnostní, kapacitní, popřípadě optoelektronické snímače [8].

b) *Bezdotkový snímač se zabudovanou další hmotností* -

na jednom místě na měřeném tělese je zabudována další hmotnost. Tato bývá tvořena např. elektrodou kapacitního snímače [8].

c) *Dotkový relativní snímač* -

Pohyblivá část je tvořena dotkovým prvkem přitlačovaném k povrchu tělesa a nepohyblivá část je spojena s relativně pevným bodem

Hlavním problémem relativních snímačů je nalezení místa v okolí měřeného kmitajícího tělesa, které může sloužit jako relativně pevný bod. Tyto potíže vznikají zvláště při měření malých hodnot u větších objektů v provozních podmínkách [8].

### **2.3. Převodníky pro oddělení a úpravu rozsahu měřících zařízení**

Obvody a zařízení pro úpravu rozsahu lze považovat za *měřící převodníky* s převodní charakteristikou volenou tak, aby rozsah hodnot výstupní veličiny odpovídal pracovnímu rozsahu hodnot vstupní veličiny měřícího přístroje. Podle toho, zda je použito zařízení s

malým, nebo velkým vstupním odporem a podle druhu vstupní veličiny se rozlišují tyto převodníky:

napětí - napětí

napětí - proud

proud - napětí

proud - proud

Převodníky lze realizovat výhradně pomocí pasivních součástek ( pasivní převodníky ), nebo s použitím součástí zesilujících napětí nebo proud ( aktivní převodníky ) [3].

### 2.3.1. Převodníky napětí - napětí

***Odporové děliče*** - velikost střídavého napětí lze zmenšit pomocí dvojice rezistorů, které odporový dělič tvoří. Dělič nezkrsluje tvar napětí, pouze zmenšuje předepsané hodnoty napětí [3].

***Indukční děliče*** - indukční dělič si lze představit jako autotransformátor, jehož dělicí poměr je nastavitelný s velkou přesností. Tento poměr je dán počty závitů, takže velmi málo závisí na rušivých vlivech. Indukční děliče jsou nejčastěji konstruovány jako dekadické a jsou použitelné ve frekvenčním pásmu 40 Hz až 20 kHz [3].

***Kapacitní děliče napětí*** - používají se převážně při měření v laboratořích vysokého napětí. Ideální kapacitní dělič nelze fyzikálně realizovat, protože svodové proudy a ztráty v dielektriku kondenzátoru jsou nenulové [3].

***Elektrooptické převodníky*** - jsou založeny na vzniku umělé optické anizotropie průhledných prostředí působením elektrického pole. Částičky plynných nebo tekutých dielektrik umístěných v elektrickém poli podléhají polarizaci, deformaci a orientaci, a tím se původní izotropické dielektrické prostředí mění na dvojlomné anizotropní prostředí [3].

***Měřicí transformátory napětí*** - používají se jako převodníky střídavého napětí na střídavé napětí s možností snížení nebo zvýšení výstupního napětí proti vstupnímu. Dále umožňují galvanické oddělení obvodů a jejich impedanční přizpůsobení [3].

### 2.3.2. Převodníky proud - napětí

***Odporové bočníky s malou indukčností*** - jsou konstruovány na principu převodu proudu na napětí s využitím Ohmova zákona - zařazením rezistoru o známém odporu do obvodu měřeného proudu a měřením napětí na tomto rezistoru. Předpokládá se, že přístroj použitý pro měření nebo registraci napětí má mnohem větší odpor než odporový bočník [3].

***Přístroje pro měření velkých proudů využívající Hallův jev*** - umístíme-li do homogenního magnetického pole kolmo k tomuto poli destičku z kovu nebo z polovodiče a prochází-li touto destičkou mezi dvěma protilehlými stranami proud, objeví se v důsledku posunu nábojů vlivem magnetického pole mezi zbývajících stranami destičky napětí, nazývané Hallovo napětí [3].

***Magnetooptické převodníky*** - základem jejich činnosti je Faradayův magnetooptický jev, tj. rotační polarizace světla v některých průsvitných pevných i kapalných látkách podélným magnetickým polem rovnoběžným se směrem procházejícího světla [3].

***Optoelektronický převodník se světelnou emisní diodou*** - tento převodník převádí měřený proud na světelné záření. Používá se tehdy, je-li nutné získat informaci o průběhu proudu v obvodu vysokého napětí a přitom dokonale izolovat výstupní měřicí zařízení od obvodu vysokého napětí [3].