

KET/CHH

4. přednáška

Ing. Martin Sýkora, Ph.D

Opakování z minulé přednášky... snímače chvění

Snímače chvění

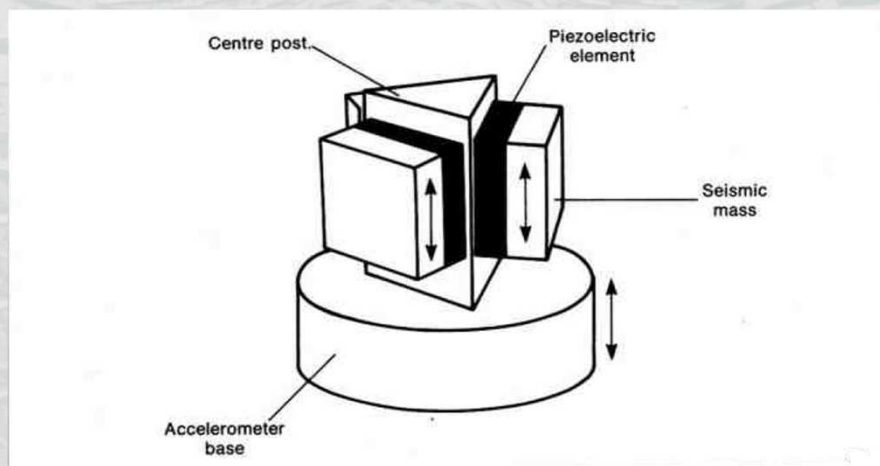
- *Možné různé fyzikální principy*
- *Převod pohybu na elektrickou veličinu (napětí, náboj, odpor)*
- *Měření výchylky nebo rychlosti nebo zrychlení*

Nejdůležitější – piezoelektrický akcelerometr

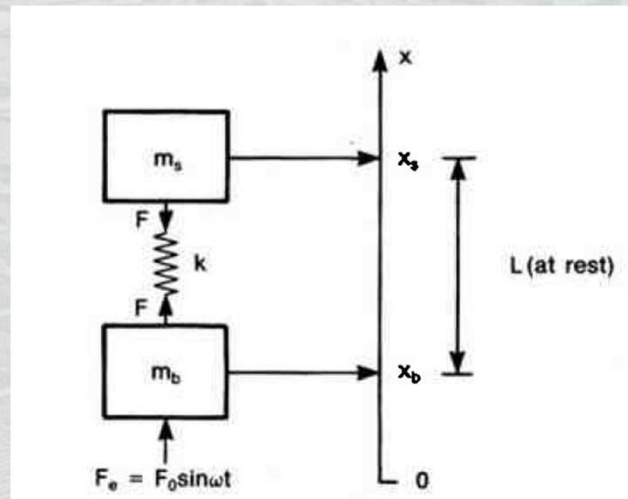
Piezoelektrický akcelerometr - princip

- *Piezoelektrický jev – mechanické namáhání (střih, ohyb, tah, tlak) piezoelementu způsobuje vznik napětí*
- *V důsledku pohybu krystalové mřížky se posouvají ionty, což se projeví jako vznikající náboj*
- *Jev je reciprocitní – materiály po vložení do el. pole se smršťují*
- *Jen u některých látek (Siegnettova sůl, křemen)*
- *Objeveno kolem r. 1880*
- *Použití*
 - *Snímače mechanických veličin*
 - *Zdroje zvuku/ultrazvuku*
 - *Dříve - gramopřenosky*

Piezoelektrický akcelerometr - princip



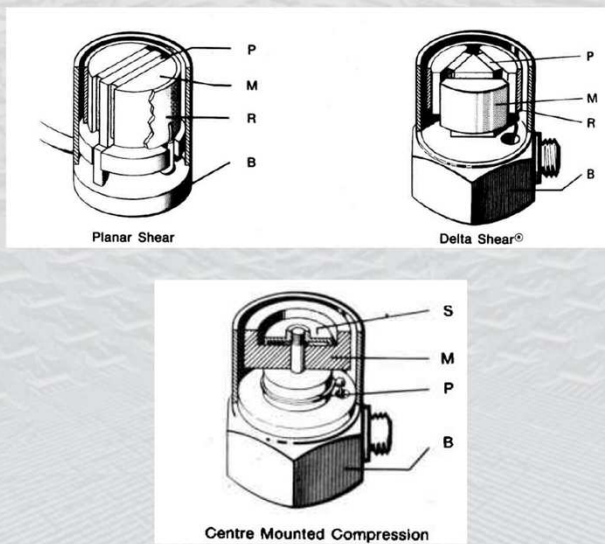
Piezoelektrický akcelerometr - princip



Piezoelektrický akcelerometr - princip

- *Hmota základny – pevně spojená s měřeným objektem - m_b*
- *Na základně umístěn piezoelement (reprezentuje tuhost k)*
- *Z druhé strany piezoelementu umístěna seismická hmota - m_s*
- *Malá hmotnost snímače (řádově gramy) a malé tlumení piezoelektrického materiálu → poměrně vysoká rezonanční frekvence (řádově 10^4 Hz)*

Piezoelektrický akcelerometr - provedení



Piezoelektrický akcelerometr - provedení

Typ „Delta“

- Vysoká citlivost
- Odolnost proti namáhání základny (teplota, ohýbání)

Typ „Planar“

- Vysoká citlivost
- Odolnost proti namáhání základny (teplota, ohýbání)

Středové uspořádání

- Nejvyšší citlivost
- Malá odolnost proti ohýbání základny

Nejčastější uspořádání je „Delta“

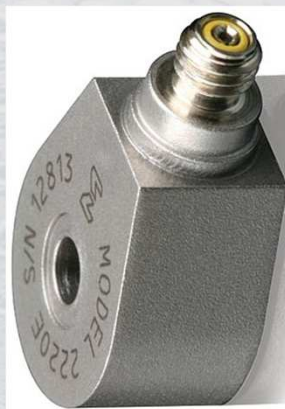
Piezoelektrický akcelerometr - provedení



KET/CHH 4.přednáška

9

Piezoelektrický akcelerometr - provedení



KET/CHH 4.přednáška

10

Piezoelektrický akcelerometr - vlastnosti

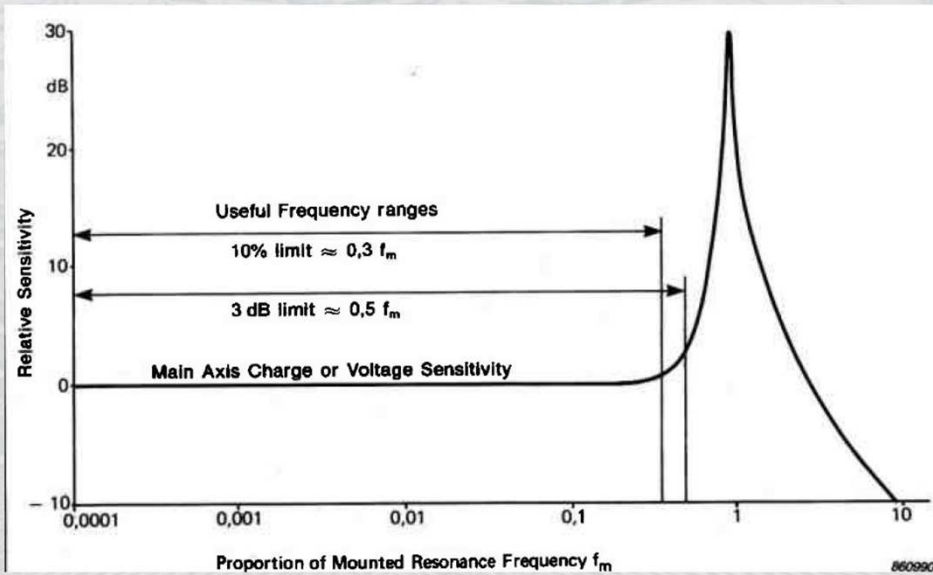
Výhody

- Vysoká citlivost
- Lze vyrobit velmi lehký snímač (2g) – nezatěžuje měřený objekt
- Široký frekvenční rozsah (zlomky Hz až cca. 30 kHz)

Nevýhody

- Piezoelektrické napětí je malé - vliv kabelů, předzesilovač uvnitř snímače
- Piezoelektrický jev je teplotně závislý - otázka volby materiálu, ale vyskytují se snímače pro 250°C

Piezoelektrický akcelerometr – frekvenční rozsah



Napěťová citlivost

Napěťová citlivost (voltage sensitivity)

$$S_V = \frac{u}{a}$$

S_V – napěťová citlivost [$\text{mV}/\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$]

u – napětí [mV]

a – zrychlení [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$]

Pozn. Někdy se udává citlivost v mV/g ($g=9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

Nábojová citlivost

Nábojová citlivost (charge sensitivity)

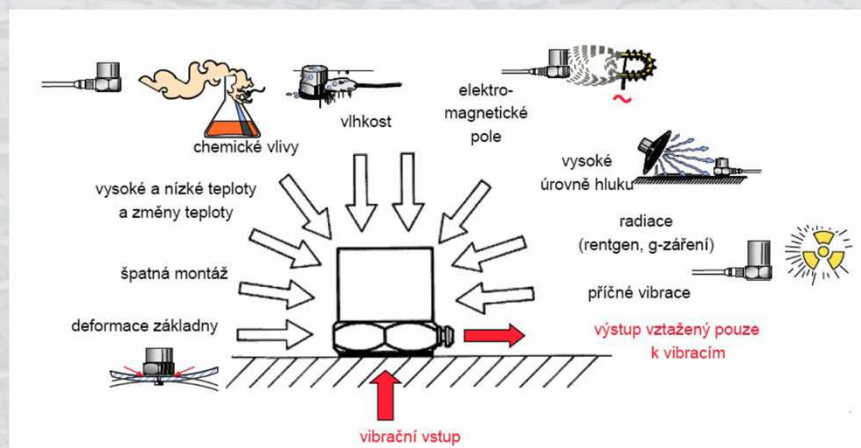
$$S_Q = \frac{Q}{a}$$

S_Q – nábojová citlivost [$\text{pC}/\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$]

Q – náboj [pC]

a – zrychlení [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$]

Vlivy působící na snímače chvění



Vliv montáže

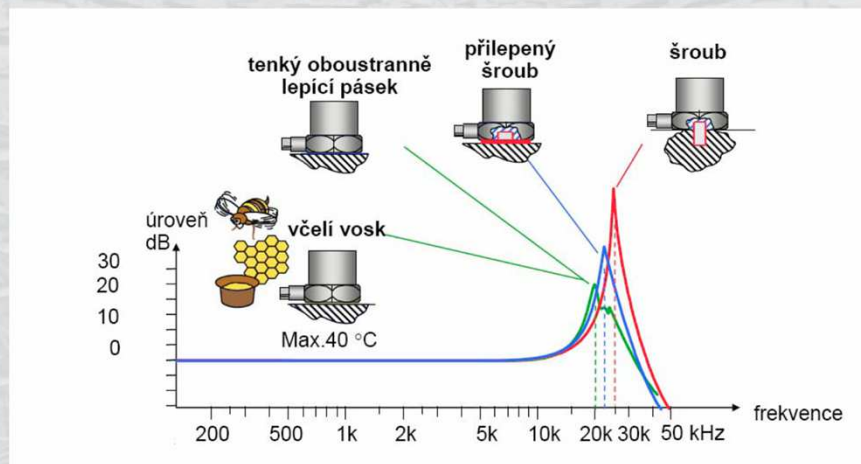
Vliv na rezonanční frekvenci

- *Záleží na tuhosti a pevnosti spoje*
- *Lze si přestavit jako přidanou další pružnost/tuhost v systému*

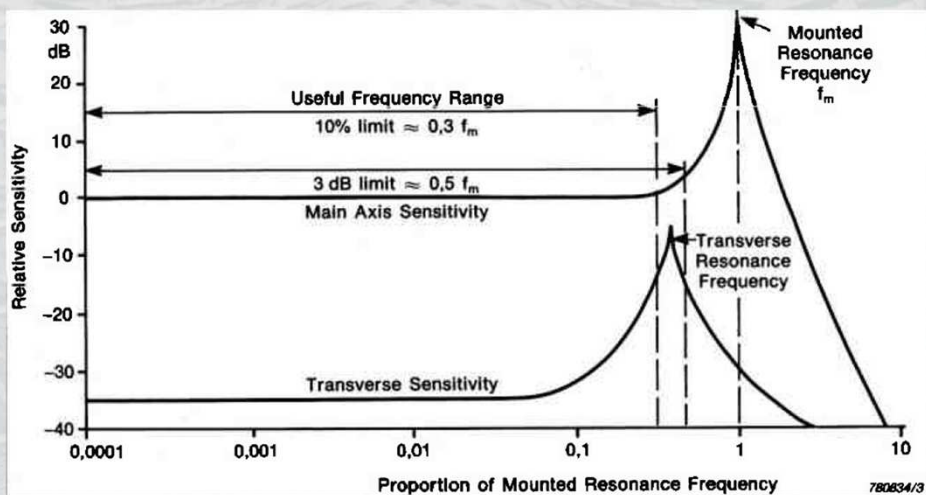
Vliv rovinnosti montáže

- *Je třeba dodržet souosost akcelerometru a měřeného objektu (vliv parazitních vibrací)*
- *Namáhání základny akcelerometru nerovným povrchem - ohýbání, kroucení*

Vliv montáže



Vliv montáže – citlivost v jiných směrech



Vliv kabelů

Vliv na přenášené napětí

- *Měřené napětí je malé a „měkké“*
- *Vliv odporu a kapacity kabelu*

Vznikající rušivá napětí

- *Zemní smyčky v případě uzemněných systémů*
- *Triboelektrický jev – v důsledku pohybu kabelu se mění jeho kapacita, což má vliv na přenášené napětí*

Vliv hmotnosti kabelu

- *Kabel nesmí svojí hmotností ovlivňovat ani snímač ani měřený objekt*

Kalibrace snímačů chvění

Kalibrace

- *Starší výraz cejchování*
- *Přirazení měřítka určité fyzikální veličině*

Určení citlivosti akcelerometru, případně její frekvenční závislost

- *Potřeba měřit napětí na snímači*
- *Potřeba měřit zrychlení resp. výchylku nebo rychlost*
- *Určit vzájemný vztah – citlivost, konstantu*

Metody kalibrace snímačů chvění

Relativní

- *Pomocí přesnějšího referenčního snímače*
- *Oba snímače jsou buzeny stejnými vibracemi*
- *Porovnání napětí*

Absolutní

- *Pomocí vibrační stolice*
 - *Snímač uchycen na elektrodynamický budič*
 - *Určení zrychlení z budicího proudu*
- *Optické měření výchylky*
 - *Jednoznačný vztah výchylky a zrychlení pro harmonický signál*
 - *Měření pomocí mikroskopu nebo optického klínu*

Přístroje pro měření vibrací

Nejdůležitější část – vstupní obvod

- *Přízpůsobení snímačů – umožnit jejich připojení*
- *Velký vstupní odpor*
- *Podle druhu připojovaných snímačů*
 - *Nábojové zesilovače*
 - *Napěťové zesilovače*

Další části

- *Následná úprava signálu – filtry*
- *Napájení ICP*
- *TEDS*
- *Pomocné výstupy*
- *....*

Přístroje pro měření vibrací



KET/CHH 4.přednáška

23



Děkuji za pozornost