

Úvod k teoretickým základům cvičení.

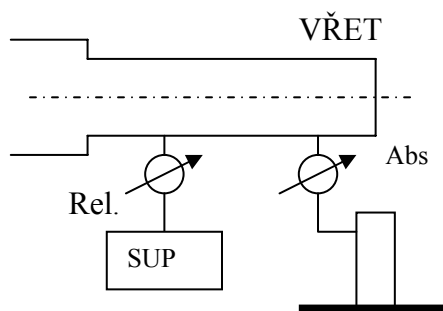
Měřené veličiny při testování strojů:

Nejčastěji k testování stavu strojů se používá kmitání stroje samotného, buď naprázdno, nebo při technologickém procesu. Kromě kmitů se však k diagnostice měří mnoho dalších veličin např.: teplota, otáčky, rozběhové a doběhové charakteristiky, tlak, síly, kroutící momenty, hlučnost, výkonnost stroje a další.

Princip měření: K měření se musí přistupovat s velikou rozvahou, připravit a promyslet použitou metodu podle měřených veličin, k této metodě pak vybrat vhodné měřicí přístroje spolu s vhodnými snímači a převodníky.

Podle charakteru můžeme metodu dělit:

- **absolutní** - měření vůči známé základně
- **relativní** - měření mezi dvěma body



Charakteristiky signálů:

stejnoseměrné, střídavé
statické, dynamické
časové, frekvenční

Základní charakteristiky kmitů:

kmitý - **harmonické** - sinusové

- **periodické** - neharmonické

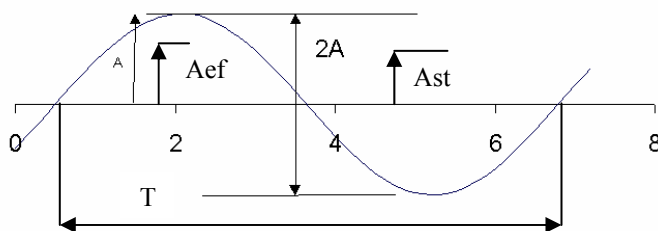
- **náhodné** (stochastické)

deterministické

"

Harmonické kmitání:

$$y = A \sin(\omega t + \varphi)$$



A – amplituda

2A – rozkmit

A_{st} – střední hodnota

A_{ef} – efektivní hodnota

ω - kruhová frekvence

f - frekvence (kmitočty) (Hz)

φ - fázový posuv (rad)

T - perioda (s)

Střední hodnota harmonického signálu je identicky rovna nule. Pro potřeby měření se hodnotí střed. hodnota poloviční periody, nebo usměrněného signálu viz příklady:

$$A_{stř} = \frac{1}{T} \int_0^T |x(t)| dt; \quad A_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt}$$

$$A_{stř} = \frac{A}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} \sin(\omega t) dt = \frac{A\omega}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{\omega}} \sin(\omega t) dt = \frac{A\omega}{\pi\omega} [-\cos(\omega t)]_0^{\frac{\pi}{\omega}} = -\frac{A}{\pi} (-1 - 1) = \frac{2}{\pi} A = 0,64A$$

$$\text{kde } T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$A_{ef} = \sqrt{\frac{\omega}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{\omega}} A^2 \sin^2 \omega t dt} = A \sqrt{\frac{\omega}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{\omega}} \frac{1}{2} (1 - \cos 2(\omega t)) dt} =$$

$$= A * \sqrt{\frac{\omega}{2\pi} \left[t - \frac{\sin 2\omega t}{2\omega} \right]_0^{\frac{\pi}{\omega}}} = A * \sqrt{\frac{\omega}{2\pi} \left(\frac{\pi}{\omega} - 0 - 0 - 0 \right)} = \frac{A}{\sqrt{2}} = 0,707A$$

Efektivní hodnota harm. signálu je značně důležitá – hodnotí výkon signálu

$$\text{Poměr } \frac{A_{ef}}{A_{stř}} = \frac{A\pi}{\sqrt{2} * 2A} = 1,11 \quad \text{se nazývá koeficient plnění, či koef.}$$

tvary. Velká většina přístrojů měří střední hodnoty signálů, avšak z praktického hlediska, protože konečná změna energie je v tepelnou, a platí $P = RI^2$, jsou tyto přístroje cejchovány v efektivních hodnotách !! (pro sinus o 11% víc). Existují speciální přístroje na měření efektivní hodnoty přímo (např. křížové s termočlánekem, s nelineárními prvky s násobením, s výpočetní technikou aj.).

Podle jakou sledujeme veličinu z oblasti kmitání, můžeme mluvit o výchylce, o její derivaci (rychlosti), a další derivaci tedy zrychlení a naopak. Toto platí obdobně i pro jiné měřené veličiny.

$$x = \int v dt, \quad v = \int a dt \quad \text{pak pro harmonický signál } x = A_x * \sin \omega t$$

$$\text{můžeme vypočítat } x' = v = \omega A_x \cos \omega t = A_v \cos \omega t$$

$$\text{a dále } x'' = v' = a = -\omega^2 A_x \sin \omega t = -A_a \sin \omega t$$

porovnáme-li amplitudy u jednotlivých výsledků, zjistíme:

$$A_v = \omega A_x, \quad A_a = \omega^2 A_x$$

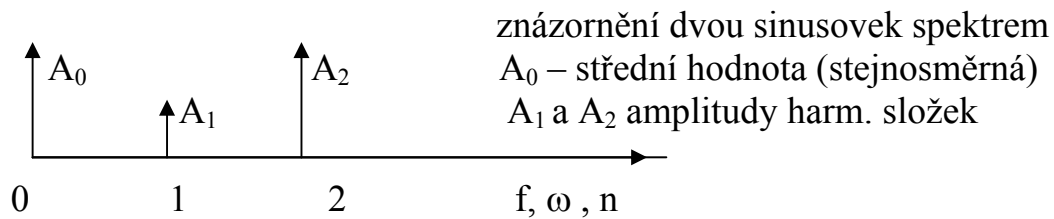
Při hodnocení měření musíme mít tuto skutečnost na paměti, že amplitudy derivovaných veličin jsou násobeny kruhovou (úhlovou) frekvencí ω . Obráceně při integrování měřených veličin, musíme provést dělení ω či ω^2 jinak řečeno zde pozorujeme tzv. filtrační účinek integrace.

Neharmonické kmitání - periodické vznikne složením jednoduchých harmonických kmitů, jejichž poměry jsou racionální čísla. Platí to i opačně: každý neharmonický signál s periodickým průběhem lze rozložit na jednoduché harmonické složky (Fourierovy řady).

harmonická složka = $f_{zakl} \cdot n$

subharmonická slož. = f_{zakl}/n

Toto kmitání lze dobře popsat jeho spektrem, což je graf závislosti amplitudy, fáze, aj. na frekvenci.

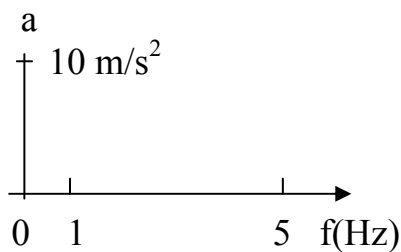


spektrum nespojité
 spektrum spojité

Náhodné kmitý: v praxi mají velkou důležitost, většinou tak kmitají pracovní stroje, či charakter řezné síly.

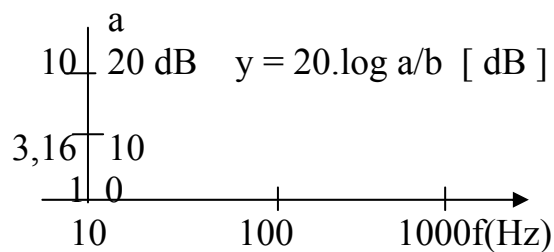
Stupnice používané u spekter:

Lineární



malá rozlišitelnost v počátku
 vhodné pro malé šířky pásma

Logaritmické



malé hodnoty se zvětší a velké se zmenší
 rozlišitelnost je stejná v celé šíři pásma
 vhodné pro velké šířky pásma > 2 dek.