



Hladina akustické intenzity

- Výhody měření
 - intenzita zvuku je vektor, dává informaci o směru šíření akustické energie prostorem,
 - měření intenzity zvuku je nejlepším podkladem (z definice) pro stanovení akustického výkonu,
 - intenzita zvuku je podkladem pro mapování zvukových polí a identifikaci zdrojů hluku,
 - při měření intenzity zvuku lze určit kvalitu zvukového pole (volné – difúzní).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Hladina akustické intenzity

- Nevýhody měření
 - vysoká pořizovací cena měřidel,
 - při jakékoliv konfiguraci sondy nelze měřit v celém frekvenčním pásmu (20 Hz – 20 kHz),
 - vyšší nároky na odbornost operátorů a jejich zkušenosti s akustickými měřeními.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

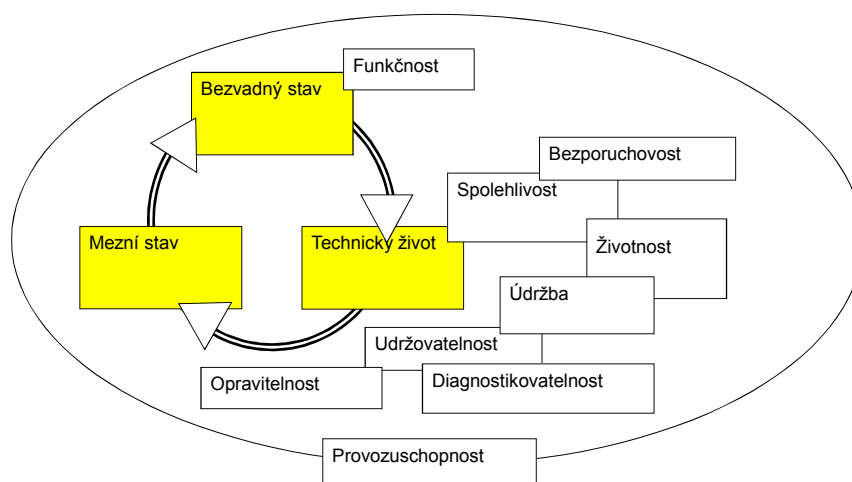


TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA

Tato prezentace je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



Cyklus údržby





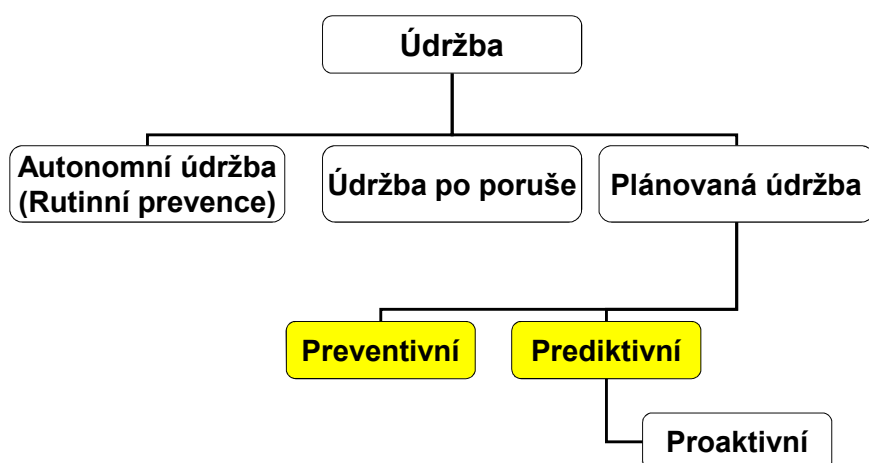
Základní poznámky

- Údržba má zajistit provozuschopnost a bezpečný provoz strojů a strojních zařízení
- Údržba = zpracování informací v čase (době provozu stroje)
- V čase se vyvíjí únavové procesy
- Není možné předpovědět náhodné události (neodborné chování obsluhy, zlý úmysl, živelné pohromy, skryté vady)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Typy údržby



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



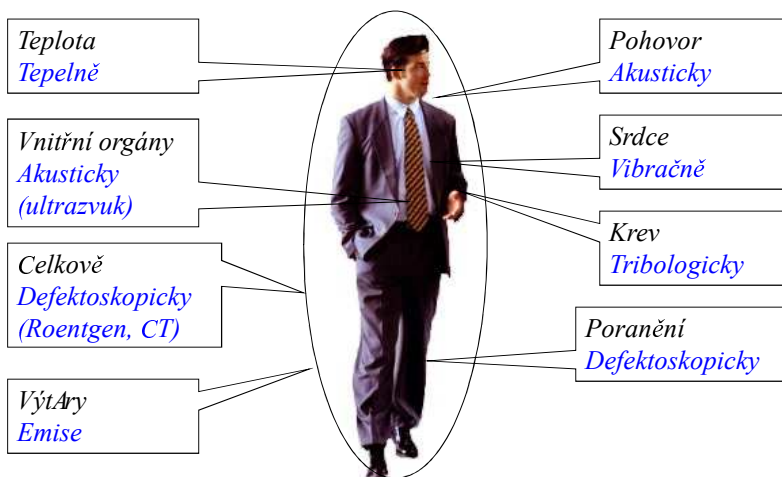


Technická diagnostika – vědní obor zabývající se studiem racionálních postupů pro určení technického stavu zařízení a strojů. Identifikace procesů založena pouze zjišťování charakteristik chování vně sledovaného zařízení; podle jednotlivých charakteristik vnějšího chování a podle vnějších dějů se systematicky odvozují pravděpodobné příčiny změn typického chování systému i místa v systému s pravděpodobným výskytem poruchového elementu.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

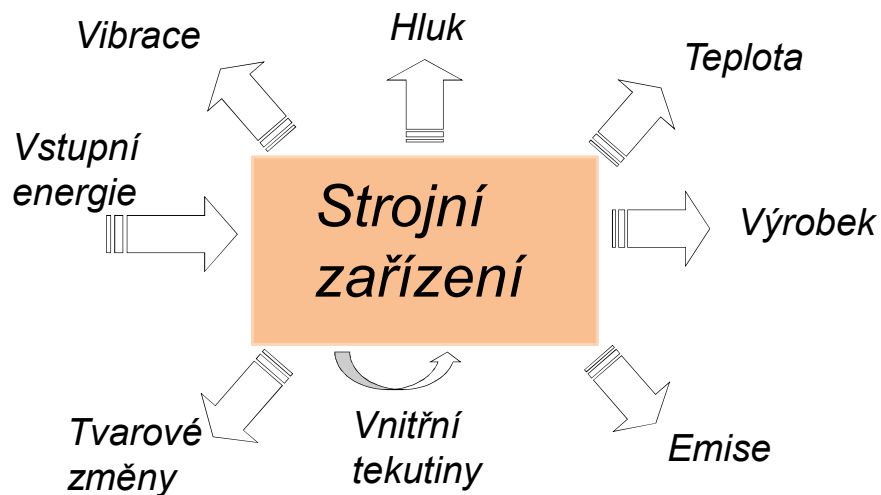


Člověk jako diagnostikovaný objekt



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Jakou metodu zvolit ?

- *Je metoda dostatečně univerzální ?*
- *Lze lokalizovat místo poškození ?*
- *Je metoda dostatečně preventivní ?*
- *Vyžaduje metoda provozní omezení ?*
- *Lze diagnostikovat bezkontaktně ?*

- *Hodí se pro všechny stroje ?*
- *Je pracovní cyklus stroje periodický ?*

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Celkové hodnocení metod

	Univerzálnost	Lokalizace	Preventivnost	Omezení chodu stroje
Vstupní energie	<i>Nesplněno</i>			
Výrobek				
Emise				
Mechanické změny				
Provozní tekutiny				
Hluk				
Vibrace				<i>Splněno</i>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Rozdělení metod podle priority

- *Hladní diagnostické metody*
- *Vedlejší diagnostické metody*
- *Pomocné diagnostické metody*

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Principy vibrací

Tato prezentace je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



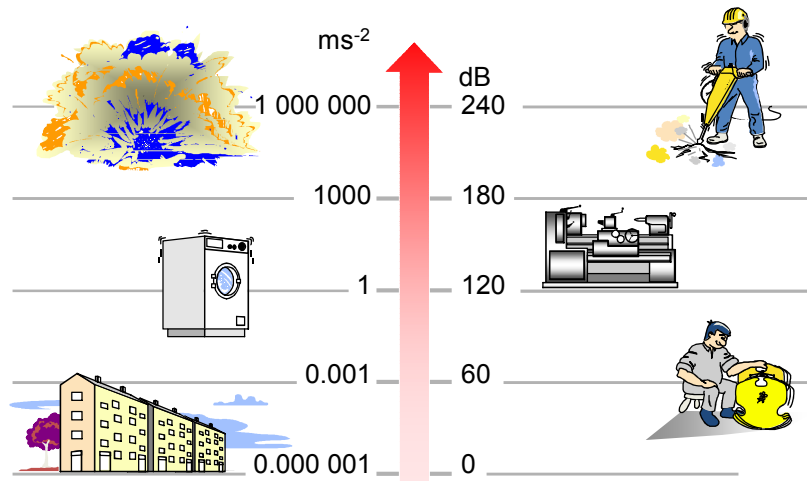
Definice

Oscilace = změna zkoumané veličiny kolem rovnovážné polohy popsaná v čase amplitudou a frekvencí.

Vibrace = oscilace mechanického systému způsobená časově závislými silami na systémy s hmotností, tuhostí a tlumením



Vibrace v “reálném světě”

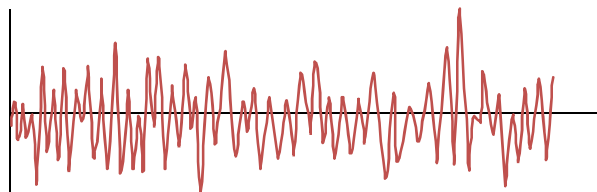


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Vibrace jsou charakterizovány

- Časovým průběhem vibračního parametru
- Statistickými parametry
- Frekvenčním spektrem
- Energií vibrací
- Rovnovážnou polohou



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



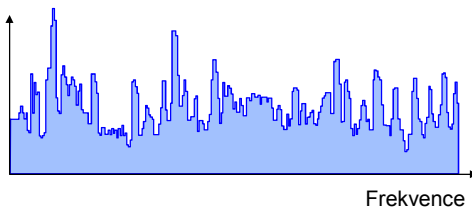


Frekvenční spektrum signálu

Frekvenční spektrum

- Je zobrazením vibračního signálu v souřadném systému frekvence – amplituda
- Původní časový průběh je rozložen na jednotlivé harmonické složky
- Energie časového průběhu a frekvenčního spektra je shodná
- Je základním nástrojem vibrační diagnostiky
- Je vhodné především pro deterministické (periodické) signály

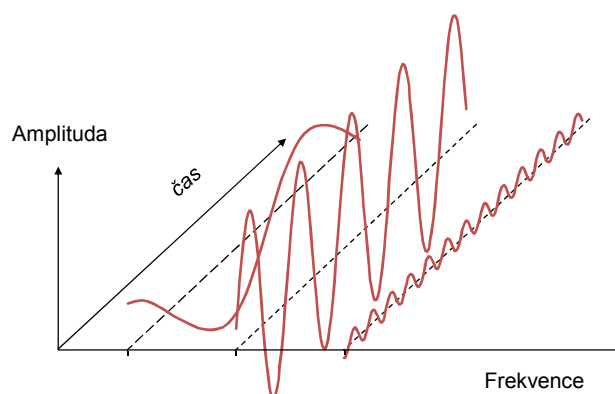
Amplituda



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Princip frekvenčního spektra



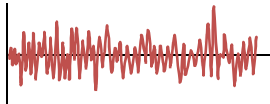
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Typy vibračních signálů

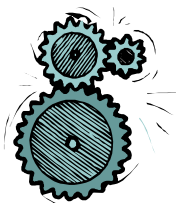
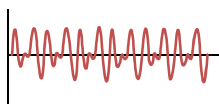
Deterministické vibrace



Náhodné vibrace



Periodické



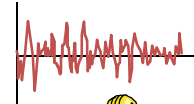
Přechodové



Stacionární



Nestacionární



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Deterministické signály

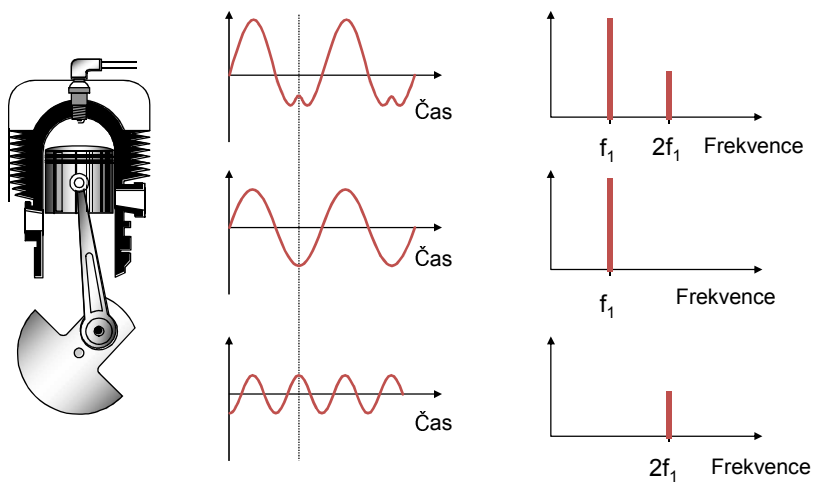
- Lze je popsat v čase matematickou funkcí $x = f(t)$
- **Periodický signál** = signál, jehož časový průběh se každou periodu opakuje.
 - Je signálem, který produkují stroje s periodickým principem práce.
 - Je vhodný pro frekvenční analýzu
- **Harmonický signál** = zvláštní případ periodického signálu, lze jej popsat funkcí:
$$x = A \cos(2\pi ft + \varphi)$$
 - Periodický signál lze rozdělit frekvenční analýzou na dílčí harmonické signály
- **Přechodový signál** = signál, který je odezvou na silový časově omezený impulz

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





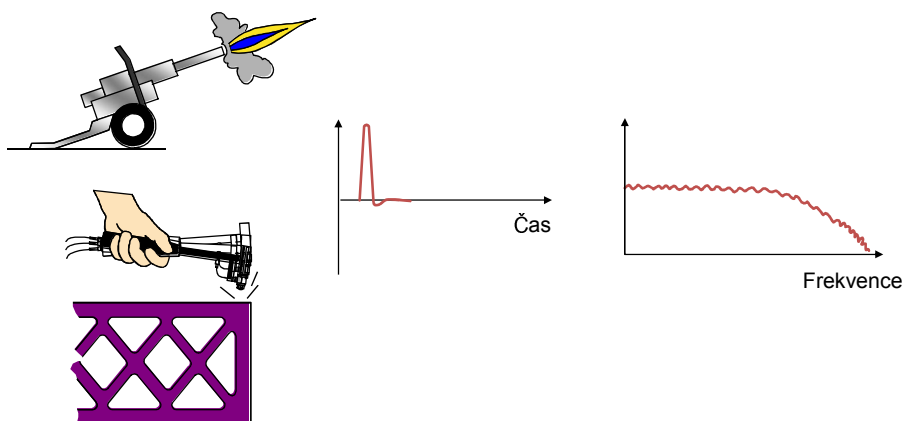
Deterministické signály harmonické



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Rázy, impulsy, otřesy



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





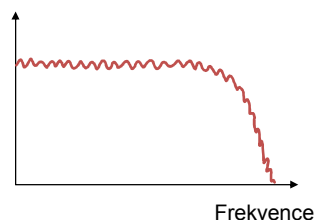
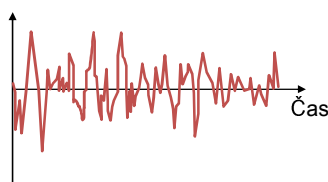
Náhodné signály

- **Nelze** je popsat v čase matematickou funkcí $x = f(t)$
- **Stacionární signál** = signál, jehož statistické parametry jsou konstantní (average, RMS, Peak-Peak, směrodatná odchylka).
 - Je signálem, který je produkován třením, prouděním, akusticky, rázy z uvolnění atd.
 - Frekvenční analýza vede ke spojitému spektru
- **Nestacionární signál** = signál, jehož statistické parametry nejsou konstantní
 - Je způsoben časovými změnami v buzení, změnami zatížení, změnami v třecích parametrech, proudění atd.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Náhodné signály

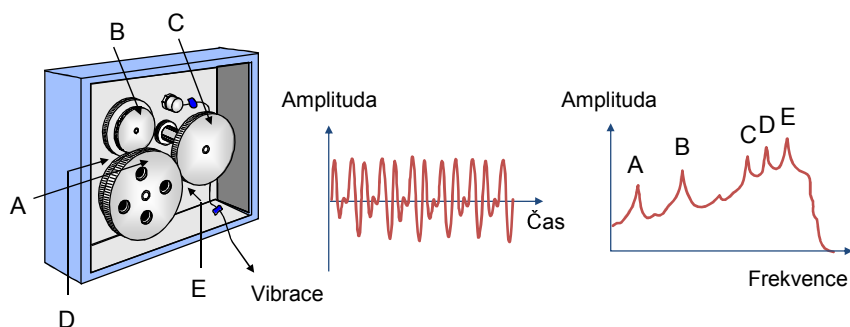


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Deterministické signály

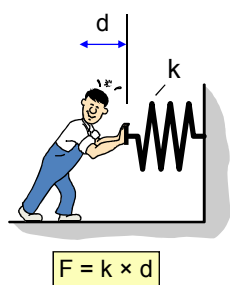


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

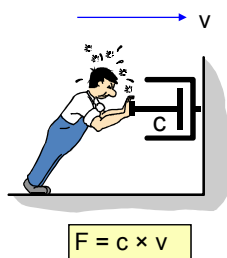


Mechanické parametry a složky

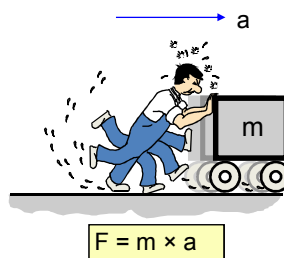
Výchylka (tuhost)



Rychlost



Zrychlení (hmotnost)



Mechanické systémy sestávají z pružin, tlumičů a hmot ...

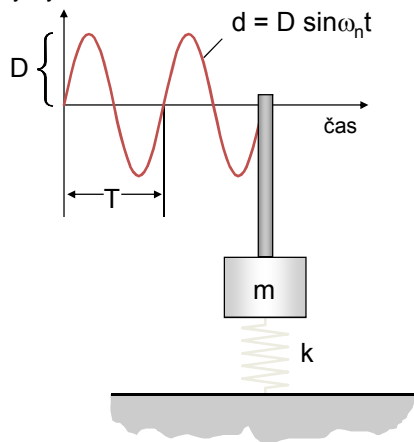
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Nejjednodušší forma vibrací...

Výchylka



Výchylka

Frekvence
(kmitočty)

$\frac{1}{T}$

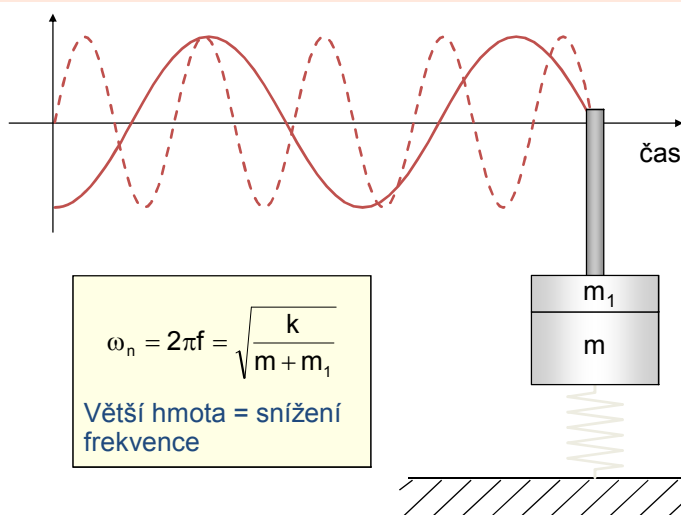
Perioda, T v [s]

Frekvence, $f = \frac{1}{T}$ v [Hz = 1/s]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Hmota a pružina



$$\omega_n = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m + m_1}}$$

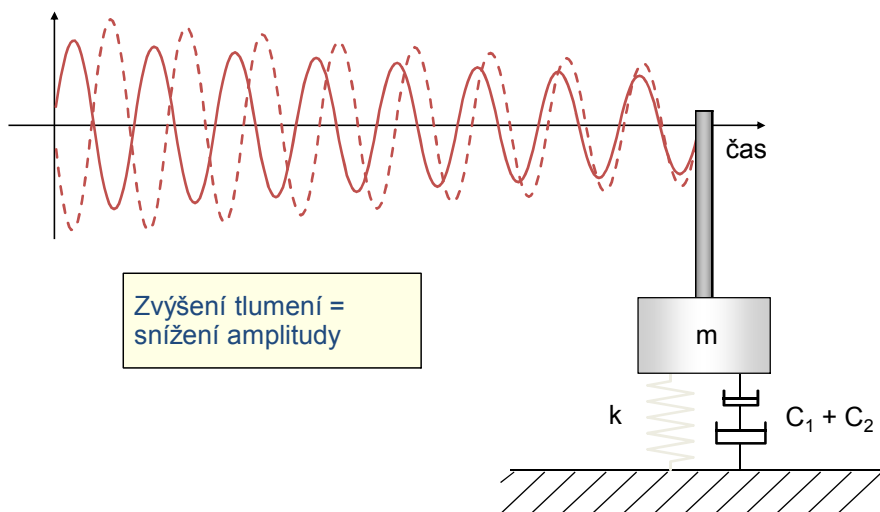
Větší hmota = snížení
frekvence

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Hmota, pružina a tlumení



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Výchylka vibrací

- Srozumitelná veličina (představitelná pro laika)
- Absolutní snímače se v praxi málo vyskytují
- Převládají relativní snímače
- Výchylka vibrací se zvyšující se frekvencí ztrácí význam
- Výchylka je úměrná tuhosti soustavy
- Výchylka je vhodná pro:
 - Určování mechanického napětí
 - Možnost vymezování vůlí
 - Animaci vibrací (PTK)
 - Stavební vibrace

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Rychlost vibrací

- Veličina popisující energii (kinetickou) vibrací
- Nachází zázemí ve snímačích
- Energie je málo frekvenčně závislá
- Rychlost je úměrná tlumení soustavy
- Rychlost je vhodná pro:
 - Určování energie vibrací
 - Pro vibrační diagnostiku

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Zrychlení vibrací

- Veličina popisující vibrační síly
- Nejrozšířenější veličina (díky snímačům)
- Význam zrychlení stoupá se zvyšující se frekvencí vibrací
- Zrychlení je úměrné hmotnosti
- Zrychlení je vhodné pro:
 - Odhad velikosti budících sil vibrací
 - Pro vibrační diagnostiku
 - Pro měření předepsaná legislativou

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Frekvenční spektrum vibračního signálu

- Hlavní nástroj analýzy vibračního signálu
- Běžná součást měřidel
- Stanovení se provádí pomocí FFT nebo pásmové analýzy (CPB)
- Má široké zázemí v literatuře a legislativě

Vhodné pro:

- Posouzení deterministické (periodické) a náhodné složky
- Především pro periodické signály

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Vlastní frekvence

- Vlastní frekvence, kterou soustava kmitá, aniž by byla buzena
- Dochází k pravidelné přeměně potenciální v kinetickou energii a naopak

Přeměna - přenos energie mezi potenciální a kinetickou formou
(za předpokladu bez tlumení)

Δ kinetické energie = - Δ potenciální energie

$$\frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} k D^2, \text{ a } V = (2\pi f)D$$

$$\frac{1}{2} m (2\pi f)^2 D^2 = \frac{1}{2} k D^2$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

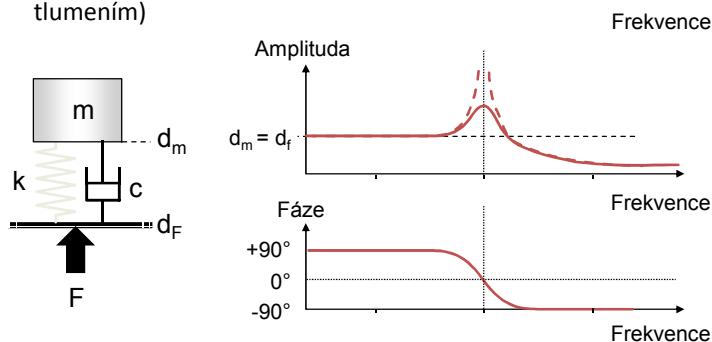
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Vlastní frekvence

- Je neoddělitelnou vlastností mechanických soustav
- Lze ji přeladit změnou k a m
- Lze ji tlumit
- Lze ji využít (energie z vnějšku je dodávána pouze pro pokrytí ztrát tlumením)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Rezonance

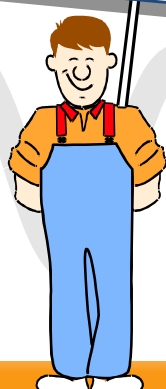
- Vlastní frekvence = frekvence buzení
- Vlastní frekvence se tím zesiluje a pokud by nebylo tlumení, amplituda by stoupla nad všechny meze
- Je nebezpečná pro chod stroje
- Je jedním ze základních problémů vibrační diagnostiky

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Zpracování signálů

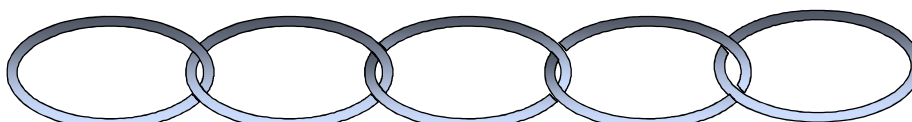
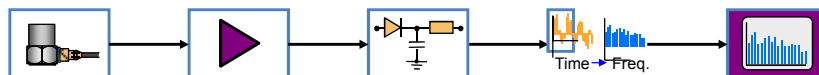


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Měřicí řetězec

Snímač Předzesilovač Detektor/
Průměrování Frekvenční
analýza Výstup



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Vibrometr

Rozdělení podle :

- frekvenční analýzy
- počtu měřících kanálů
- typu konstrukce
- formy výstupu
- možnosti rozšíření
- podpory v software



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Aplikace FFT

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Rychlá Fourierova transformace

- Fourierova Transformace (FT)
- Diskrétní Fourierova Transformace (DFT)
- Rychlá Fourierova Transformace (FFT)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Fourierova Transformace

- Definována jako:

$$F(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-i 2 \pi f t} dt$$

- Nutné znát funkci $f(t)$
- Složitá pro výpočet
- Kvůli mezím nepoužitelná v měřidlech

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Diskrétní Fourierova Transformace

- Definována jako:

$$X_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-i 2\pi n k / N}$$

- Převádí integrál na sumu
- Zdlouhavý pro výpočet
- Základ pro FFT

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Rychlá (Fast) Fourierova Transformace

- Formou procesoru v analyzátozech
- Zrychluje algoritmus DFT
- Je nutné nastavit:
 - Frekvenční rozsah
 - Dělení frekvenčního pásma (počet čar)
 - Časovou váhovou funkci
 - Průměrování

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Řádová analýza

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Souběžová filtrace x FFT analýza

Souběžová filtrace (řádová analýza)

- pro cyklicky pracující stroje
- vstup – měřený signál + tachometrický
- zaměřeno na otáčkovou frekvenci a její harmonické
- délka záznamu je celočíselným násobkem otáčkové frekvence
- časový záznam – počet otočení
- spektrum (závislost amplitudy na násobcích otáčkové frekvence)

Eliminován vliv skluzu otáček

FFT analýza

- pro obecnou analýzu signálů
- vstup – měřený signál
- zaměřeno na všechny frekvence
- pevná vzorkovací frekvence
- délka záznamu T
- časový záznam – čas [s]
- spektrum (závislost amplitudy na frekvenci)

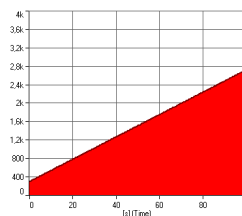
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



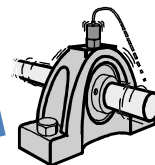


FFT analýza

Postupný nárůst otáček -rozběh



Měření vibrací



FFT

Časový záznam

Frekvenční spektrum

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



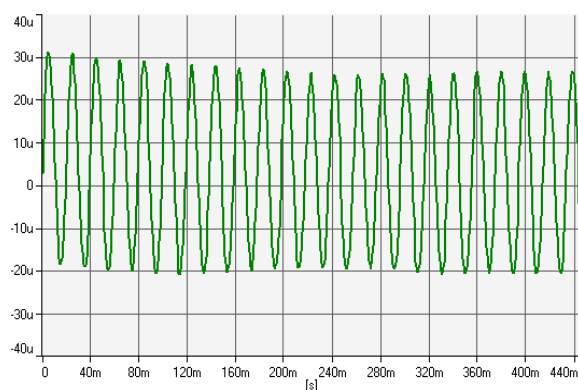
FFT analýza

FFT



Časový záznam

záznam v sekundách



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





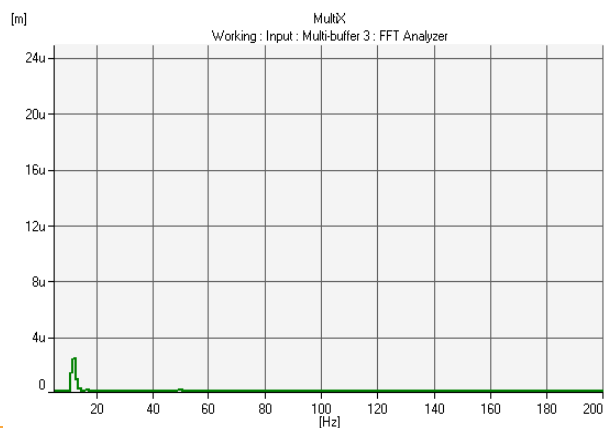
FFT analýza

FFT



Frekvenční spektrum

f [Hz]

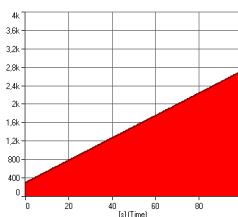


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

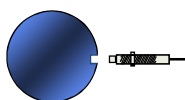


Řádová analýza

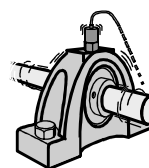
Postupný nárůst otáček -rozběh



Tacho signál



Měření vibrací



Řádová
analýza

Časový záznam

Frekvenční spektrum

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





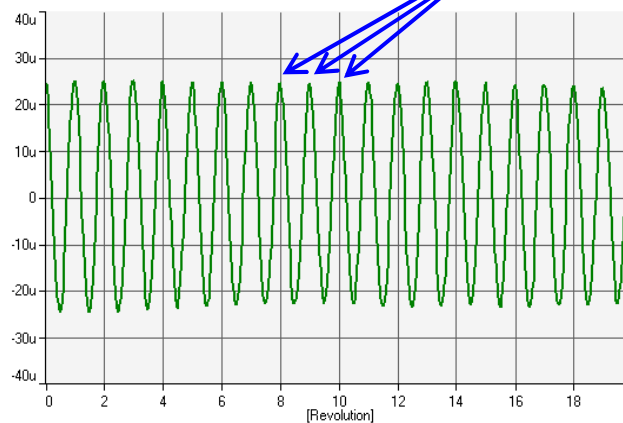
Řádová analýza

Řádová
analýza



Časový záznam

synchronizace na otáčky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



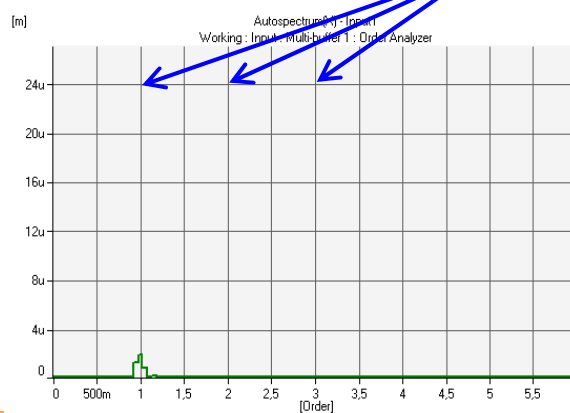
Řádová analýza

Řádová
analýza



Spektrum

násobky základní frekvence



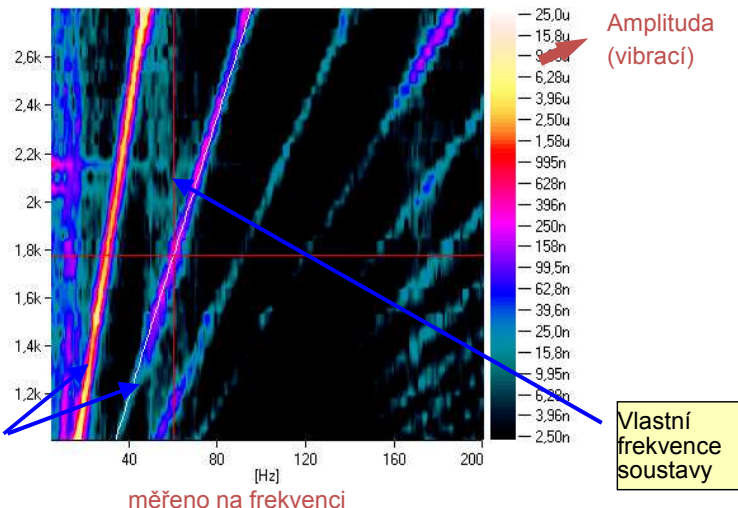
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





FFT analýza - multispektrum

Otáčky
stroje

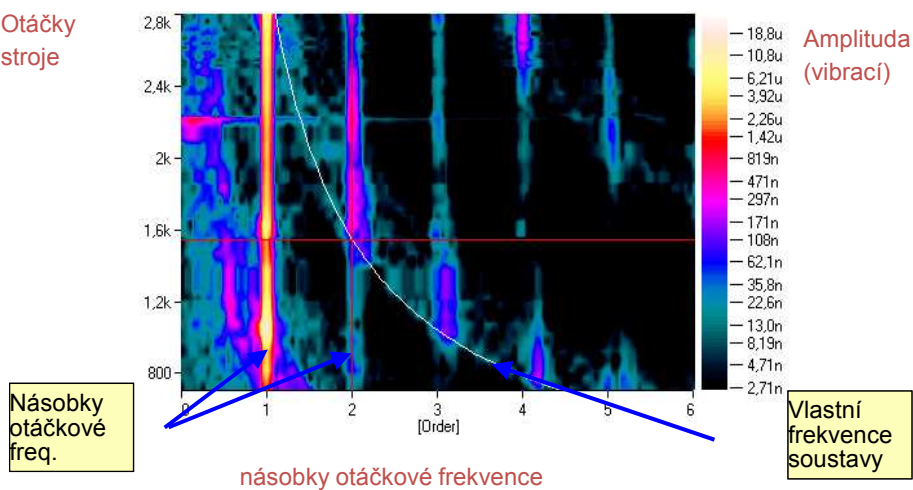


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Řádová analýza - multispektrum

Otáčky
stroje

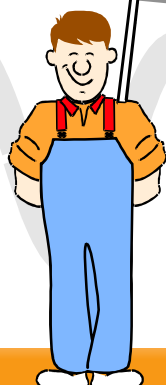


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





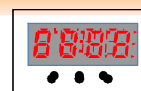
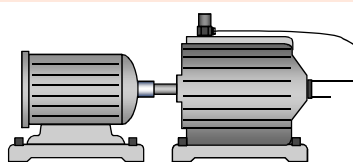
Sběr vibračních dat



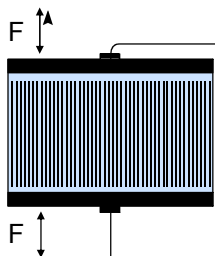
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



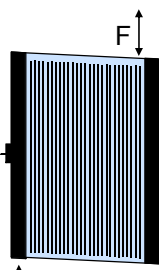
Piezelektrický akcelerometr



Princip funkce - stlačení nebo stříh



$$F \propto e \text{ [mV]}$$
$$Q \propto e \text{ [pC]}$$



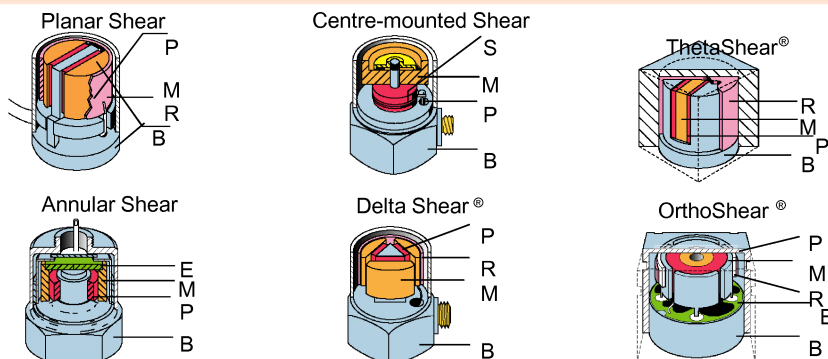
$$F \propto e \text{ [mV]}$$
$$Q \propto e \text{ [pC]}$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Typy akcelerometrů



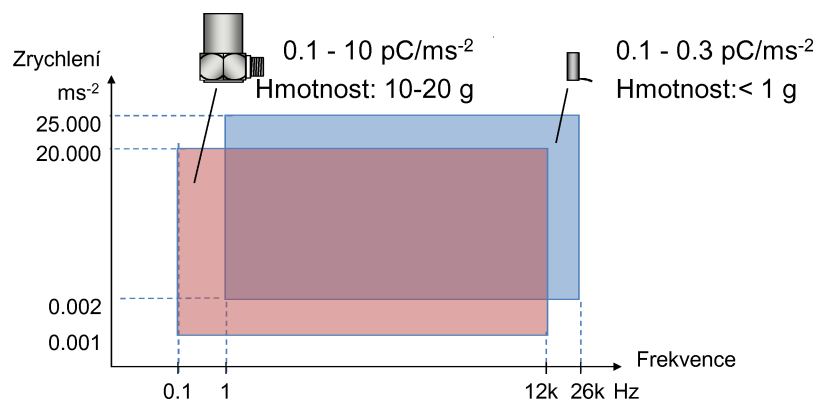
P: Piezoelektrický člen E: Zabudovaná elektr. S: Pružina
R: Připevňovací kroužek B: Základna

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Volba akcelerometru

- "Těžký" a tedy citlivý
- Lehký s vysokofrekvenčním rozsahem



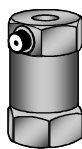
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



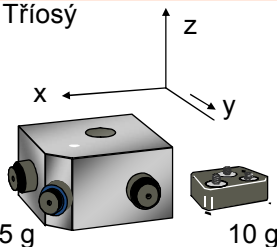


Speciální akcelerometry

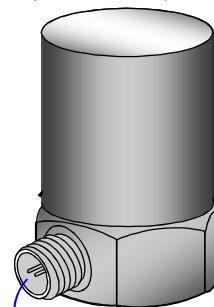
Kalibrační



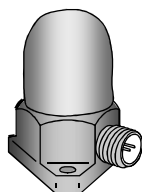
Třiosý



S vysokou citlivostí
(vestavěný předzesilovač)



Vysokoteplotní



$T_{\max.} = 400^{\circ} \text{C}$

Rázový



$a_{\max.} = 1000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-2}$

316 mV/ms^{-2}
 $a_{\min.} = 20 \times 10^{-6} \text{ ms}^{-2}$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



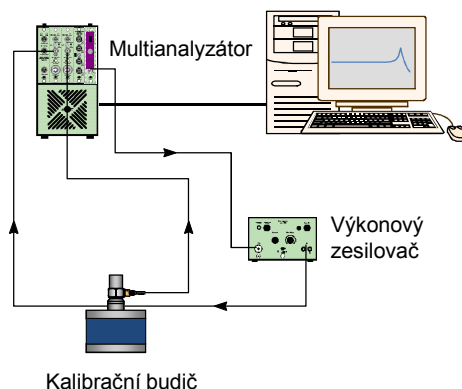
Ověření akcelerometrů (měřicích řetězců)

- V provozu
 - Kontrola citlivosti
 - kalibrace



Freq. = 159.2 Hz
 $= 1000 \omega$
Acc. = 10 ms^{-2}

- V laboratoři
 - Frekvenční odezva



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



- Nábojové snímače (Charge)
 - Signálem je náboj (pC), citlivost pC/g (pC/ms^{-2})
 - Použití pro vyšší teploty
 - Speciální vstupy, předzesilovače vyšší nároky na vedení signálu
- Napěťové snímače (CCLD, DeltaTron, ICP, IEPE)
 - Signálem je napětí (mV), citlivost mV/g (mV/ms^{-2})
 - Vestavěný předzesilovač
 - Univerzálnější použití
 - Nutnost napájení snímačů



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





- read/write Transducer Electronic Data Sheet, TEDS chip

- Parametry snímače uložené na čipu pro použití se systémy podporujícími TEDS e.g., PULSE™

- Výhody
 - Kratší doba pro nastavení
 - Méně chyb
 - Výrazně větší spolehlivost měřených dat



Brüel & Kjær

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Transducer Electronic Data Sheet, TEDS

- ID snímače
- vloženo výrobcem
- Nelze měnit uživatelem
- Kalibrační data
- vloženo kalibrační lab.
- Nelze měnit uživatelem
- ID při měření
- vloženo uživatelem

IEEE P1451.4 TEDS editor - TEDS	
File Node Template	
IEEE P1451.4 TEDS editor	
Accelerometer, transfer function v0.91	
Node ID	8900000042648714
Manufacturer	Brüel & Kjær
Model number	4506
Version letter	B
Version number	0
Serial no.	2109964
Calibration date	maj 23, 2000
Sensitivity @ ref. cond. (S ref)	9.814mV/(m/s²)
Reference frequency (f ref)	159Hz
Polarity (Sign)	+1
High pass cut-off frequency (f hp)	265.0mHz
Low pass cut-off frequency (f lp)	339.1kHz
Resonance frequency (f res)	9.70kHz
Quality factor @ f res (Q)	230
Amplitude slope (a)	-2.5%/decade
Temperature coefficient (b)	0.100%/°C
Reference temperature (T ref)	24.0°C
Sensitivity direction (x,y,z, n/a)	Y
Meas. position ID	DOF: 351, +Z
User data (ascii 7-bit)	PowerTrain Div. 4B, S. 8, Acc. #17
CRC	OK

Brüel & Kjær

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Vybrané aplikace měření vibrací

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Vybrané aplikace měření vibrací

- Řádová analýza
- Vlastní frekvence
- Automatizace výstupní kontroly

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Multispektra

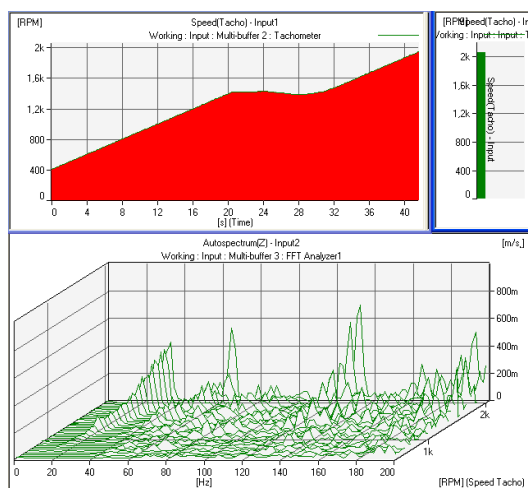
Triggery

- Úroveň signálu
- Manuálně
- Time
- Tacho
- Speed
- Speed interval
-

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Multispektra v LabShopu - Tachometr

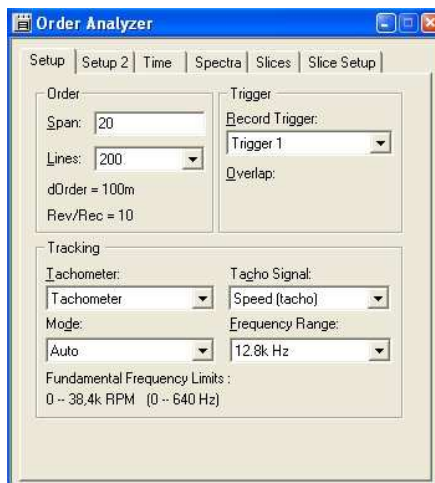
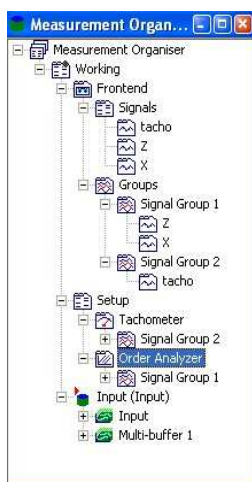


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





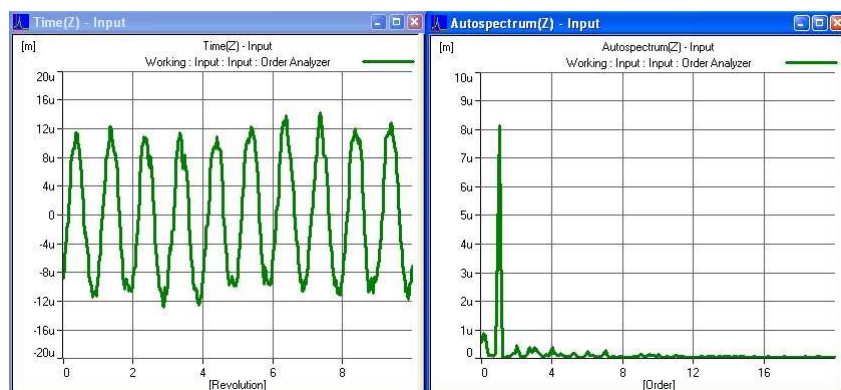
Řádová analýza



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Řádová analýza

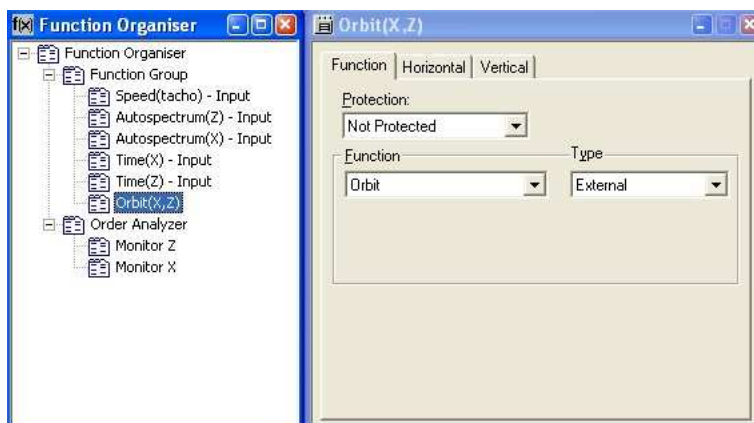


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





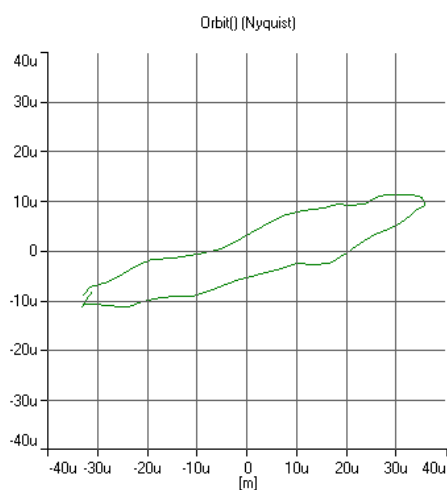
Řádová analýza - orbit



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Řádová analýza - orbit

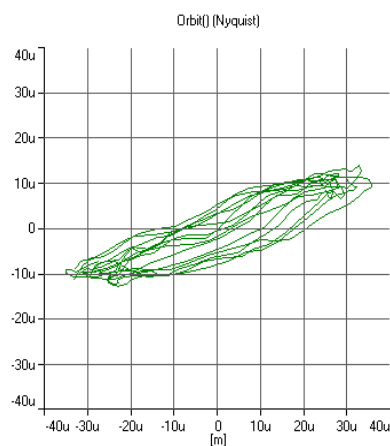
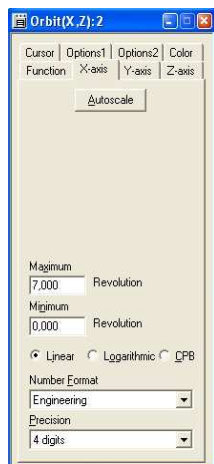


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Řádová analýza - orbit



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Vlastní frekvence

Jako odezva soustavy na známé buzení

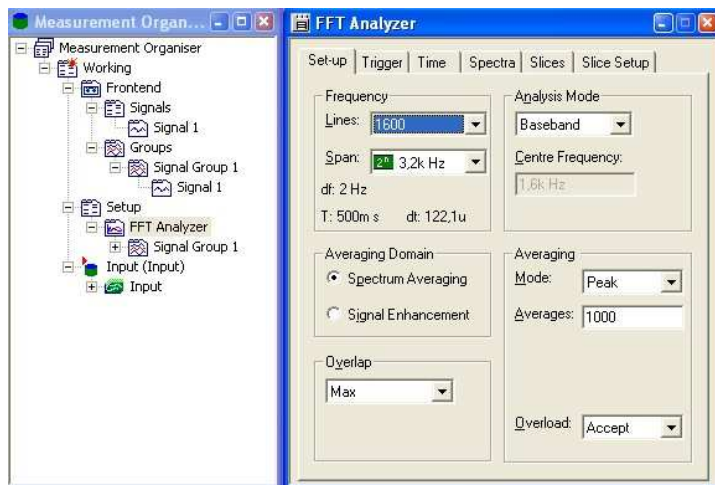
- Impuls
- Bílý šum
- Sinusový signál

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





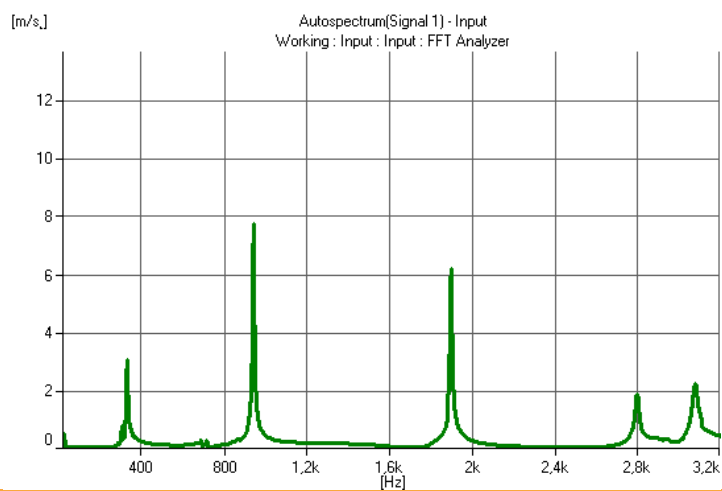
Vlastní frekvence – buzení rázem



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Vlastní frekvence – buzení rázem

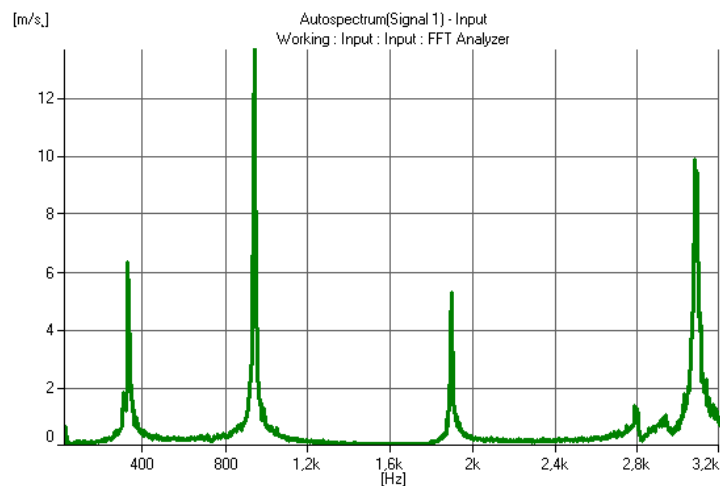


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





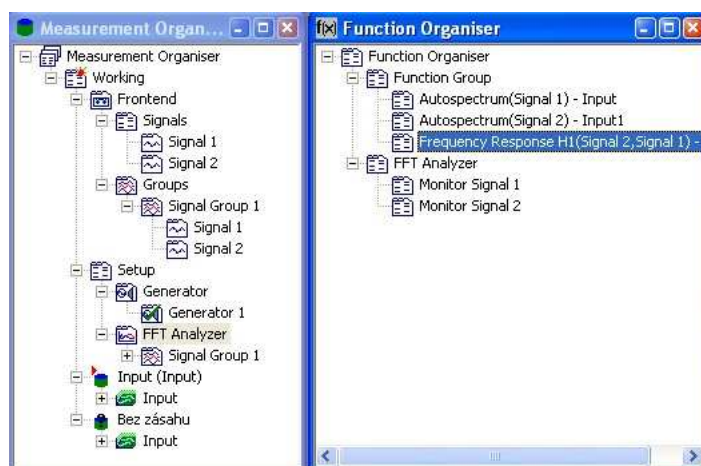
Vlastní frekvence – buzení šumem



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Vlastní frekvence – sinusový signál

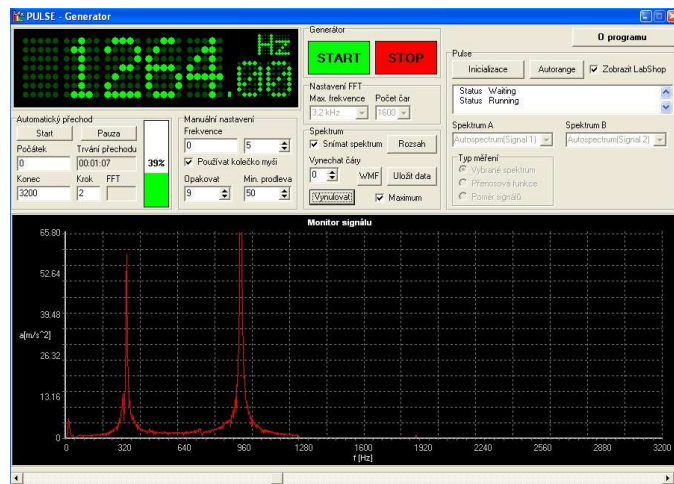


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





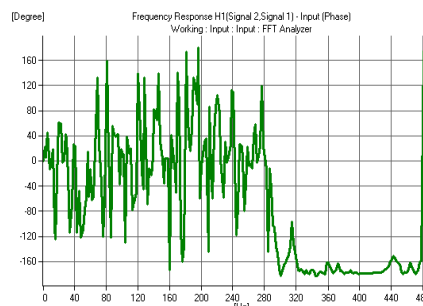
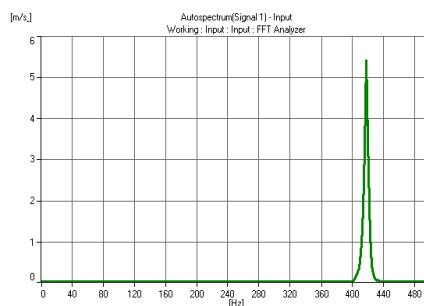
Vlastní frekvence – sinusový signál



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Vlastní frekvence – sinusový signál nutnost sledování fáze



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





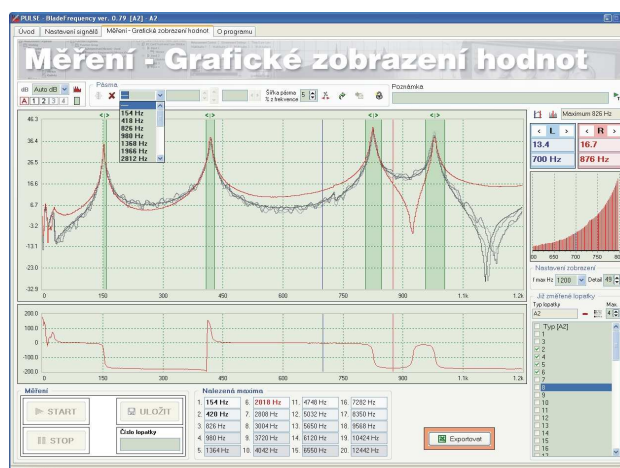
Zjišťování vlastních frekvencí



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Zjišťování vlastních frekvencí



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

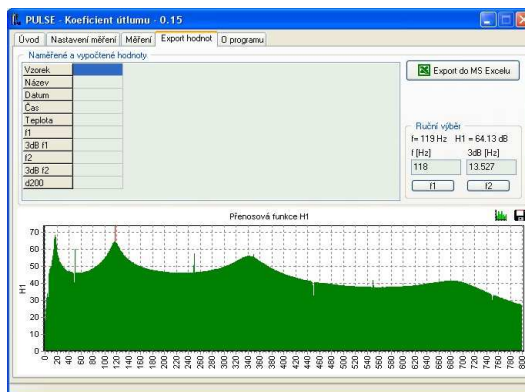




Koeficient útlumu

Koeficient útlumu

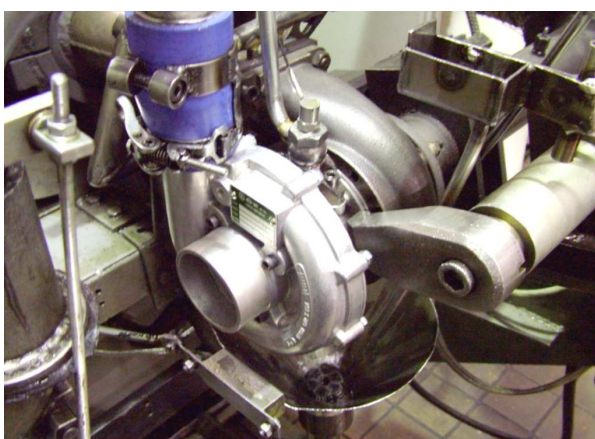
Aplikace pro PULSE LabShop



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Výstupní kontrola turbodmychadel



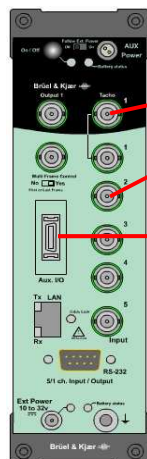
- zajištění mazání
- pozvolný rozběh tlakovým vzduchem
- zážeh paliva ve spalovací komoře
- dosažení maximálních otáček
- doběh rotoru TD
- ukončení zkoušky

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Výstupní kontrola turbodmychadel



Otáčky

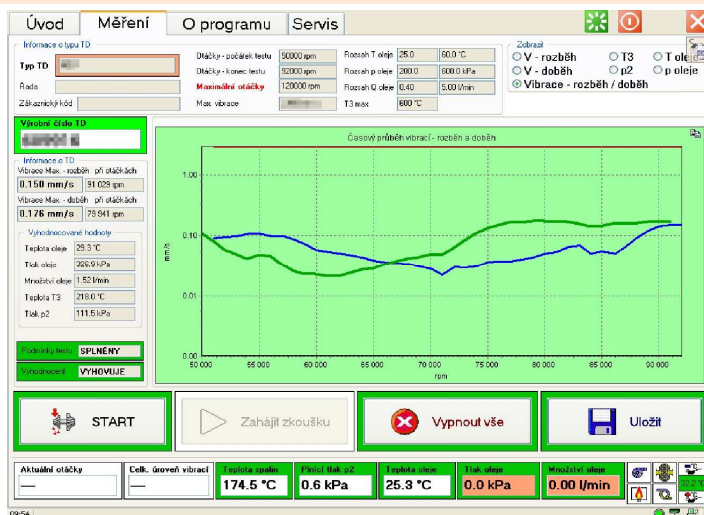
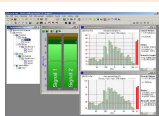
Vibrace

Teplota, tlak a množství oleje
Teplota spalin
Plnicí tlak

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Výstupní kontrola – uživatelská aplikace

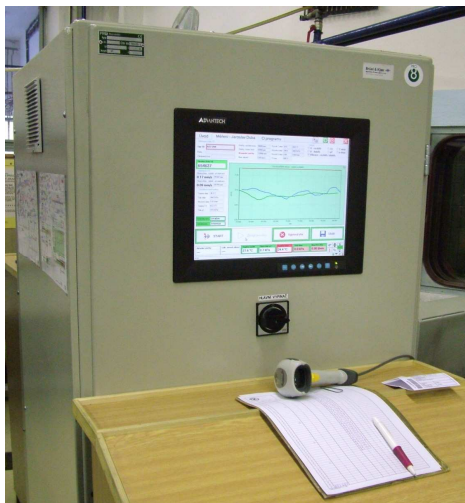


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





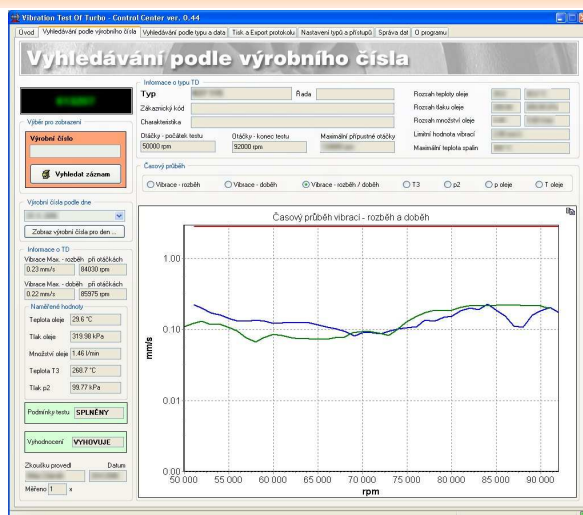
Výstupní kontrola – uživatelská aplikace



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Výstupní kontrola – vyhodnocení měření



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Modální analýza

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Modální analýza

- Teoretická modální analýza
- Experimentální modální analýza

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Modální analýza

- Metoda pro identifikaci dynamických vlastností soustav
- Nadstavbová metoda vibrační diagnostiky
- Pomůcka konstruktéra
- Metoda spojující experiment a složitý matematický a numerický výpočet

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Hlavní cíle modální analýzy

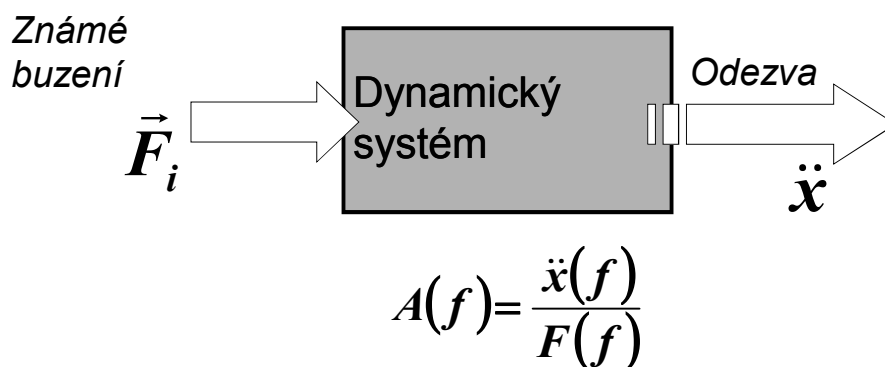
- Vlastní frekvence soustavy
- Tlumení na vlastních frekvencích
- Vlastní tvary kmitů

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Základní princip Modální analýzy



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Povinné vlastnosti měřeného objektu

- Linearita
- Součást musí být měřena tak, jak ve skutečnosti pracuje
- Úplné uvolnění soustavy
- Zohlednit vztah hmotnosti (rozměrů) snímače a objektu
- Přístupnost měřicích bodů v požadovaných směrech

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





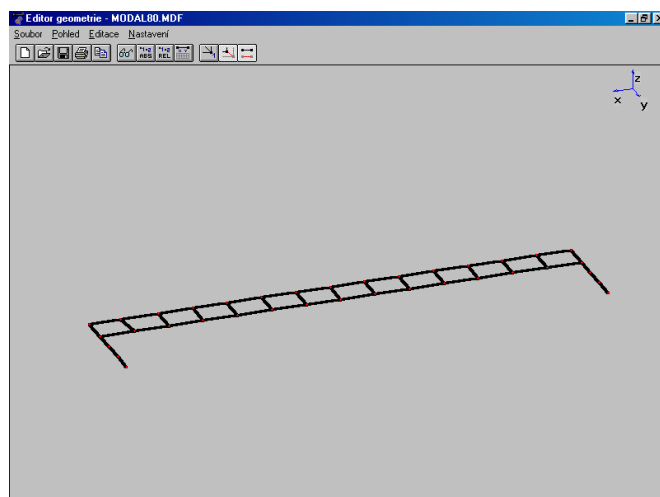
Postup modální analýzy

1. Příprava měřeného objektu
2. Volba referenčního místa (snímání odezvy)
3. Tvorba drátového modelu
4. Měření přenosových funkcí (kontrola linearity)
5. Vyhledání vlastních frekvencí
6. Výpočet modálních parametrů
7. Animace deformačního pohybu

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Postup modální analýzy

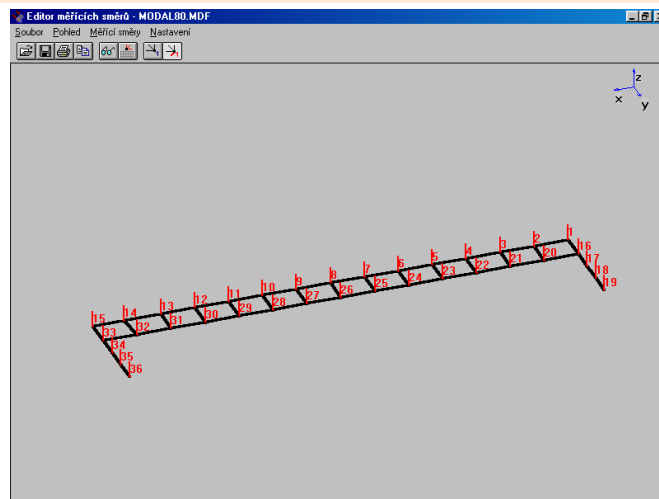


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Postup modální analýzy



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Provozní tvary kmitů

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





IDEÁLNÍ CESTA PREVENTIVNÍ ÚDRŽBY :
aktivní zapojení co největšího
množství zúčastněných osob

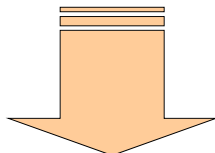
NUTNÁ PODMÍNKA AKTIVNÍHO ZAPOJENÍ :
všeobecná srozumitelnost
diagnostické metody

SROZUMITELNÁ METODA :
PROVOZNÍ TVARY KMITŮ

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Nedokonalost lidských smyslů :
Zrakem a hmatem lze sledovat pouze pohyby s
velkou amplitudou a nízkou frekvencí



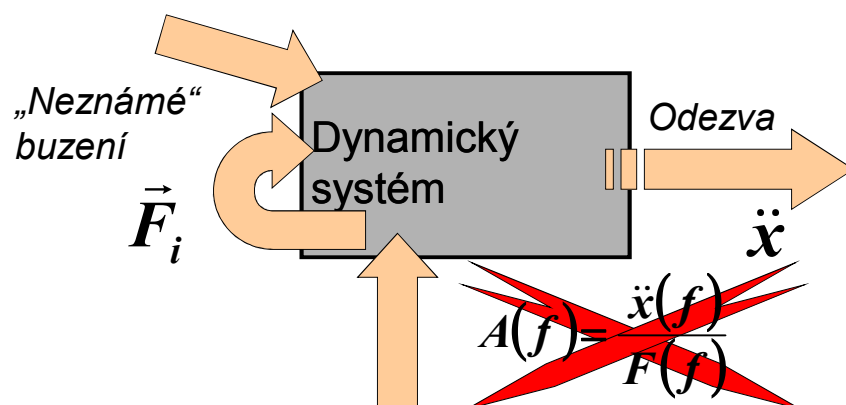
Provozní tvary kmitů :
Skutečné vibrace jsou na obrazovce počítače
zpomaleny a zesíleny

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





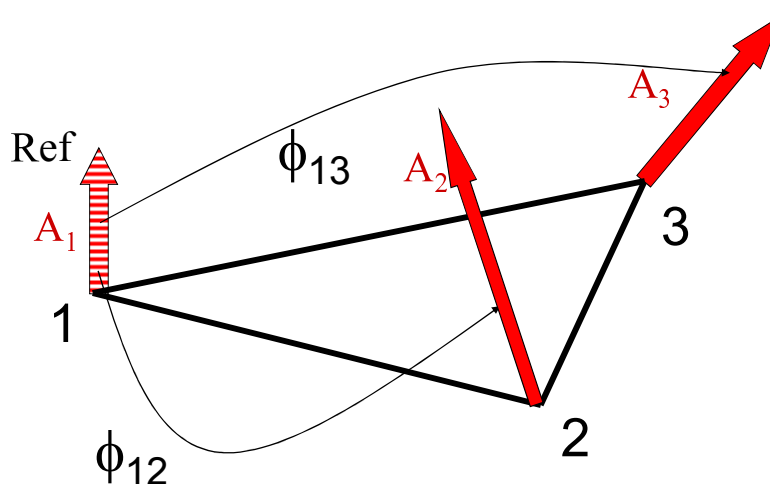
Základní princip PTK



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Získání dat pro PTK

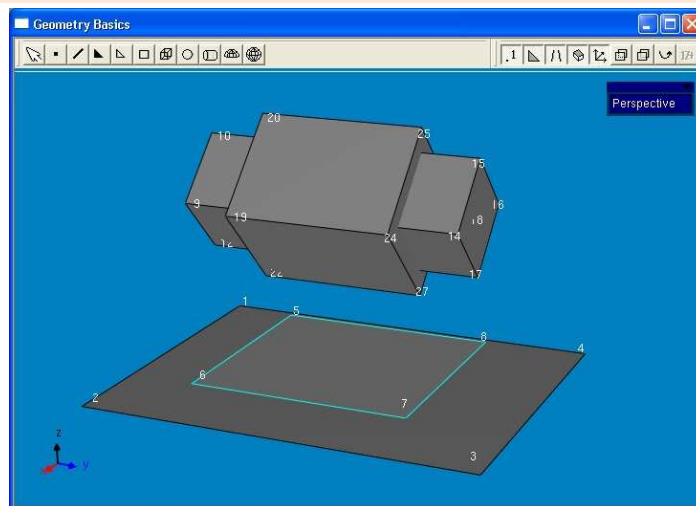


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





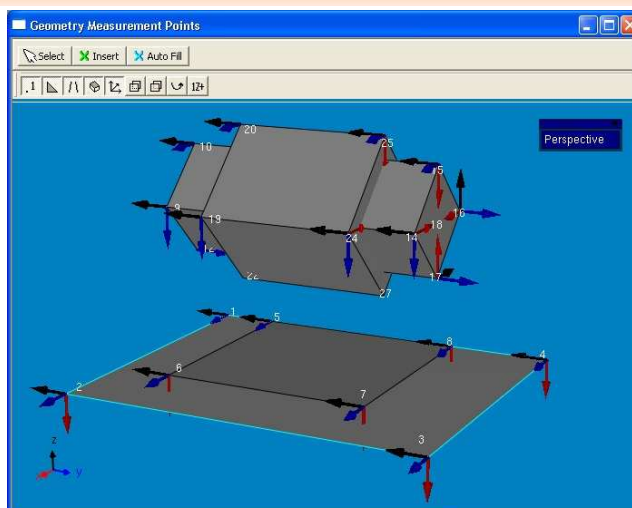
Získání dat pro PTK



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Získání dat pro PTK

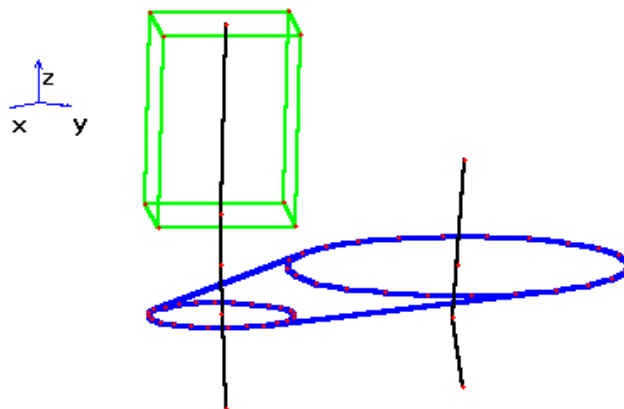


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





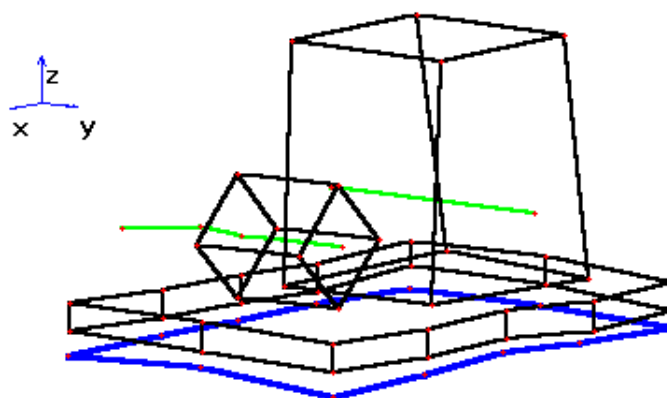
Příklady PTK



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Příklady PTK

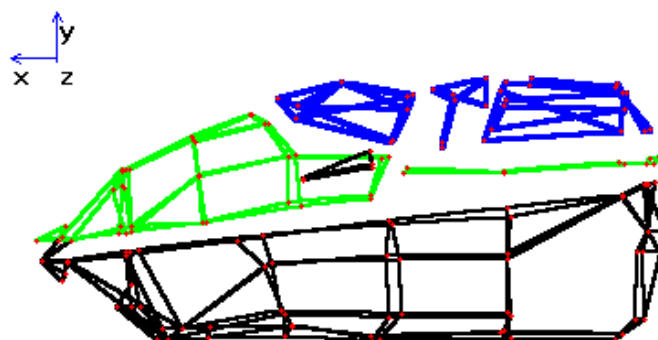


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





Příklady PTK



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

