

Higiene e Segurança no Trabalho

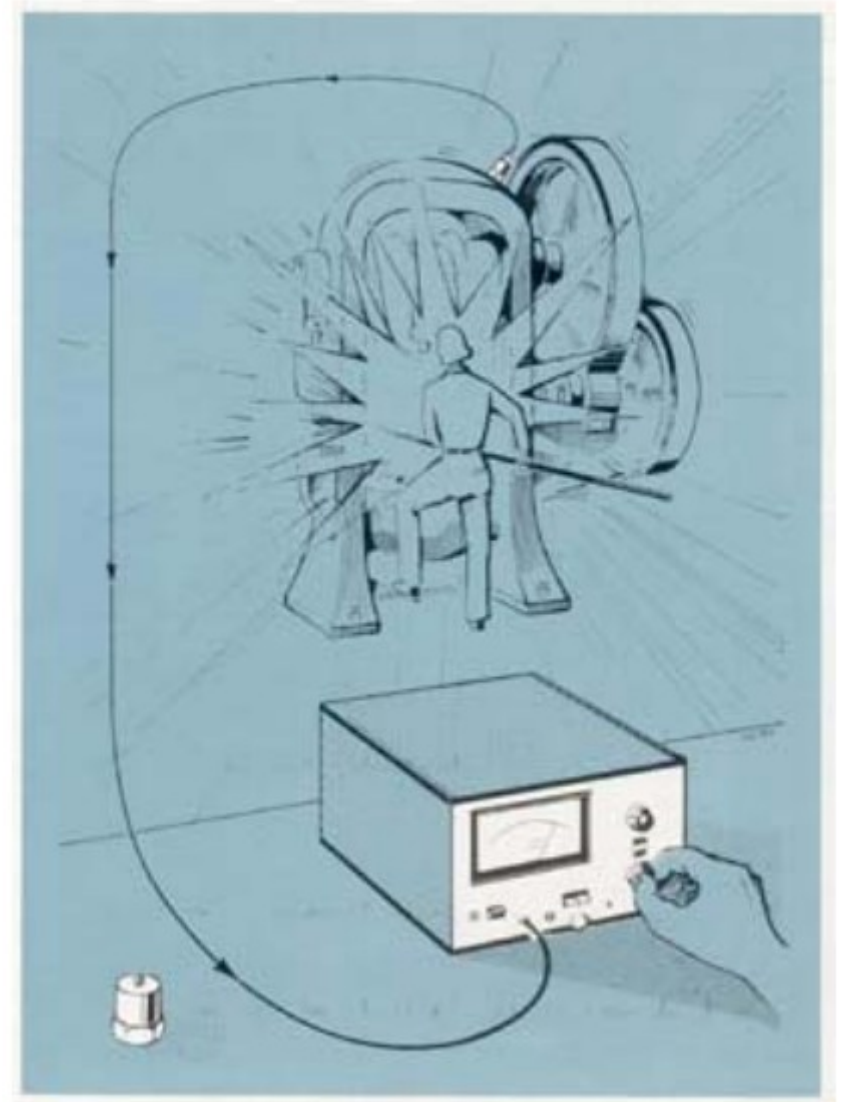
Módulo – Ruído e Vibrações

Vibrações

Prof. Dr. Paulo J. Paupitz Gonçalves

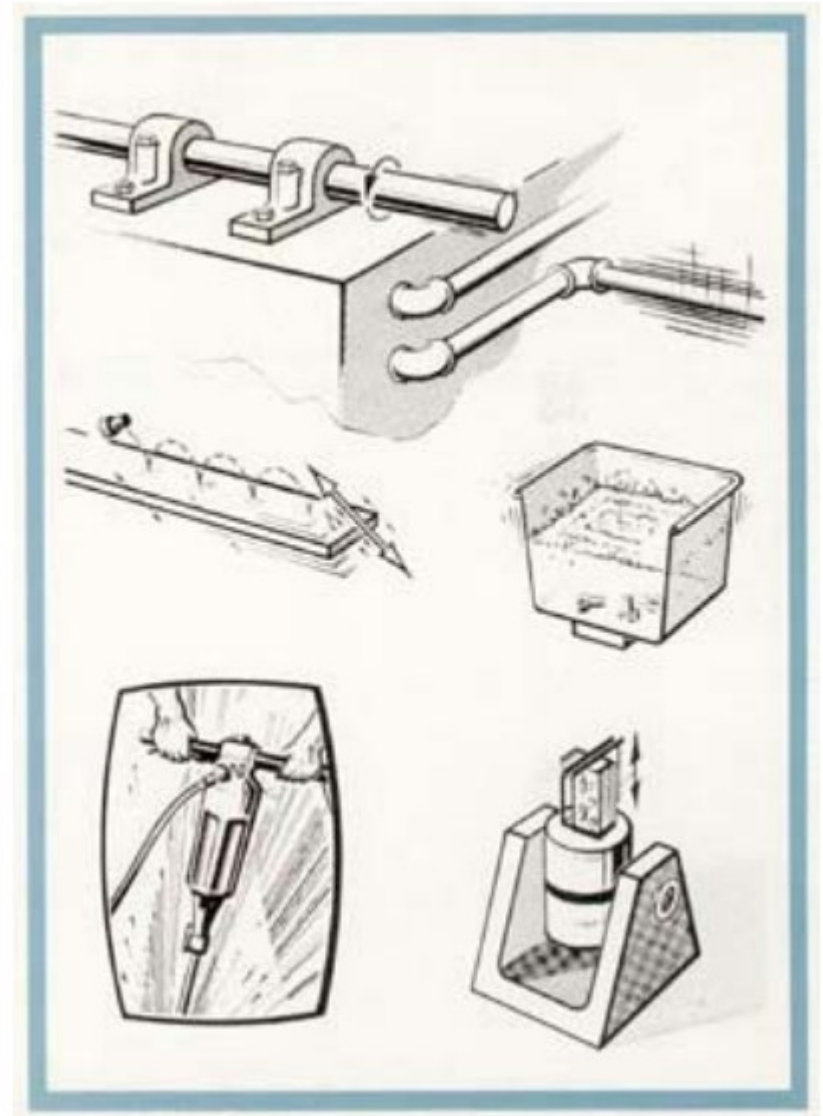
Conceitos Fundamentais

Desde que o homem começou a construir máquinas para o uso industrial, e desde que motores tem sido utilizados para movimentar estas máquinas, problemas de redução e isolamento de vibração tem engajado engenheiros para solução destes problemas. envolvido



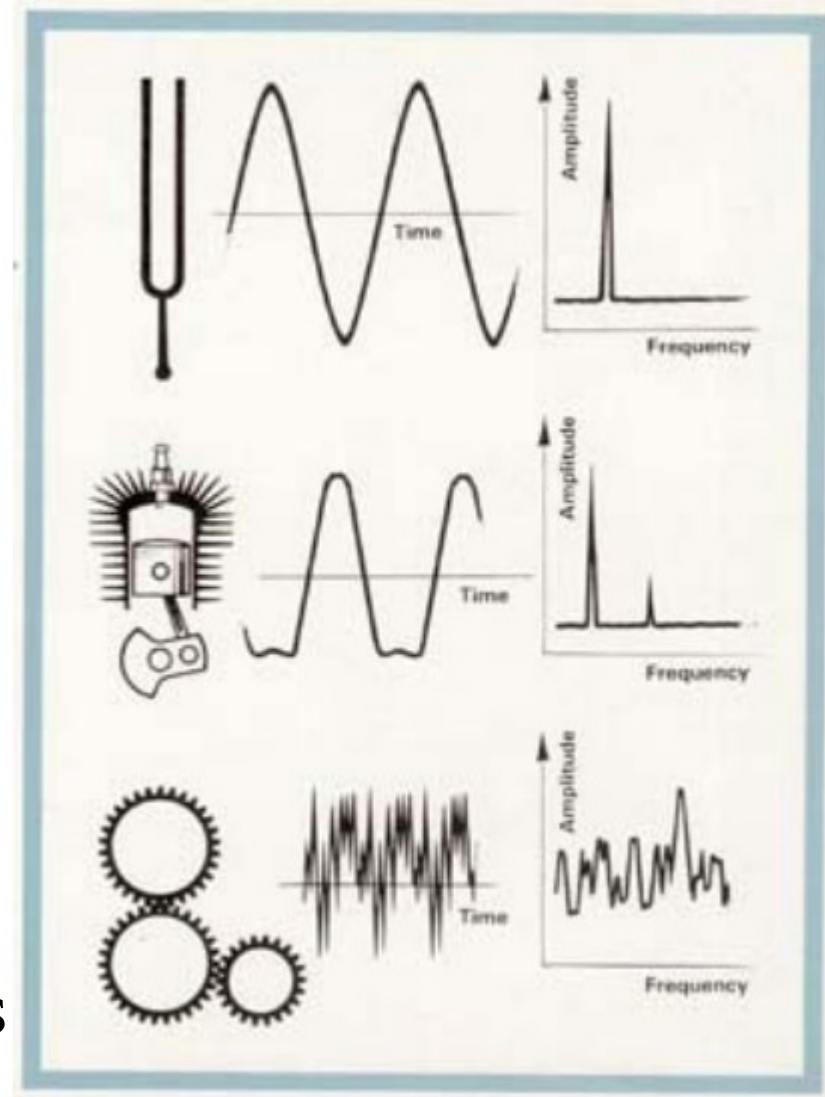
Conceitos Fundamentais

Na prática, é muito difícil evitar o fenômeno de vibração. A vibração geralmente ocorre devido a efeitos dinâmicos das tolerâncias de manufatura, folgas, rolagem e contato entre partes de uma máquina ou de forças de desbalanceamento de partes rotativas ou de movimento alternado. Em muitas situações vibrações insignificantes podem excitar a ressonância de partes de máquinas, causando amplitudes de vibração significativamente maiores



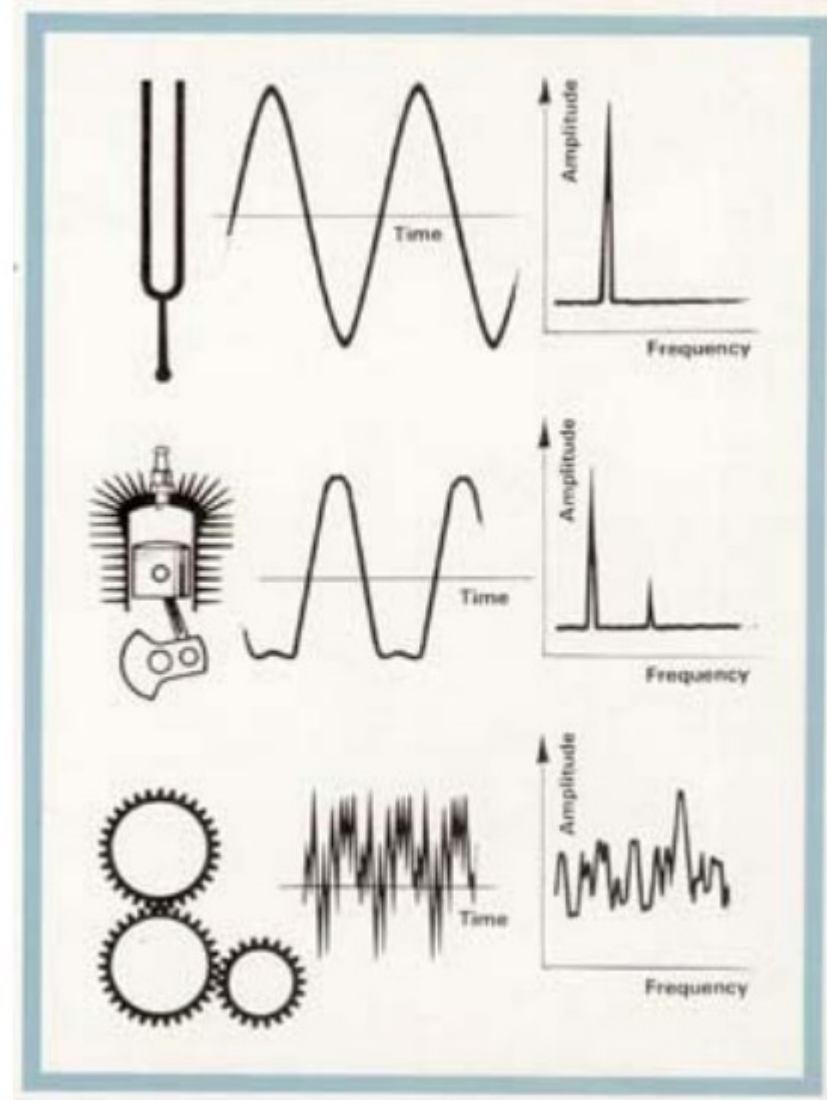
Conceitos Fundamentais

A vibração de um corpo é descrita como um movimento oscilatório em torno de uma posição de referência. O número de vezes que o movimento de um ciclo ocorre em um período de um segundo é chamado de Frequência que pode ser medida em Hertz (Hz). O movimento pode ser constituído e um movimento de componente único ocorrendo em uma única frequência, como um diapásão ou em muitos componentes em diferentes frequências simultâneas, como o exemplo de um pistão em movimento.



Conceitos Fundamentais

Na prática, sinais de vibração geralmente consistem em diversas frequências ocorrendo simultaneamente tal que é difícil identificar o comportamento observando unicamente um gráfico de amplitude em função do tempo quais componentes de frequência existem.

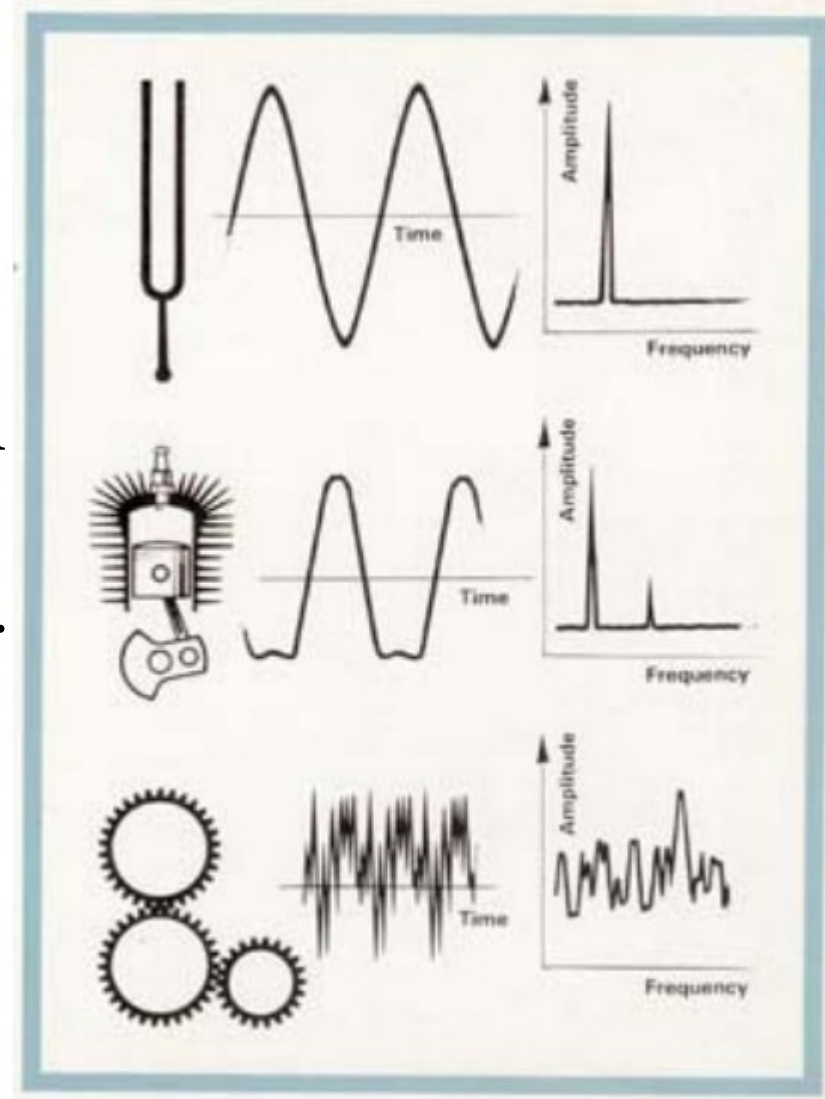


Conceitos Fundamentais

Esses componentes podem ser revelados plotando um gráfico de amplitude em função da frequência.

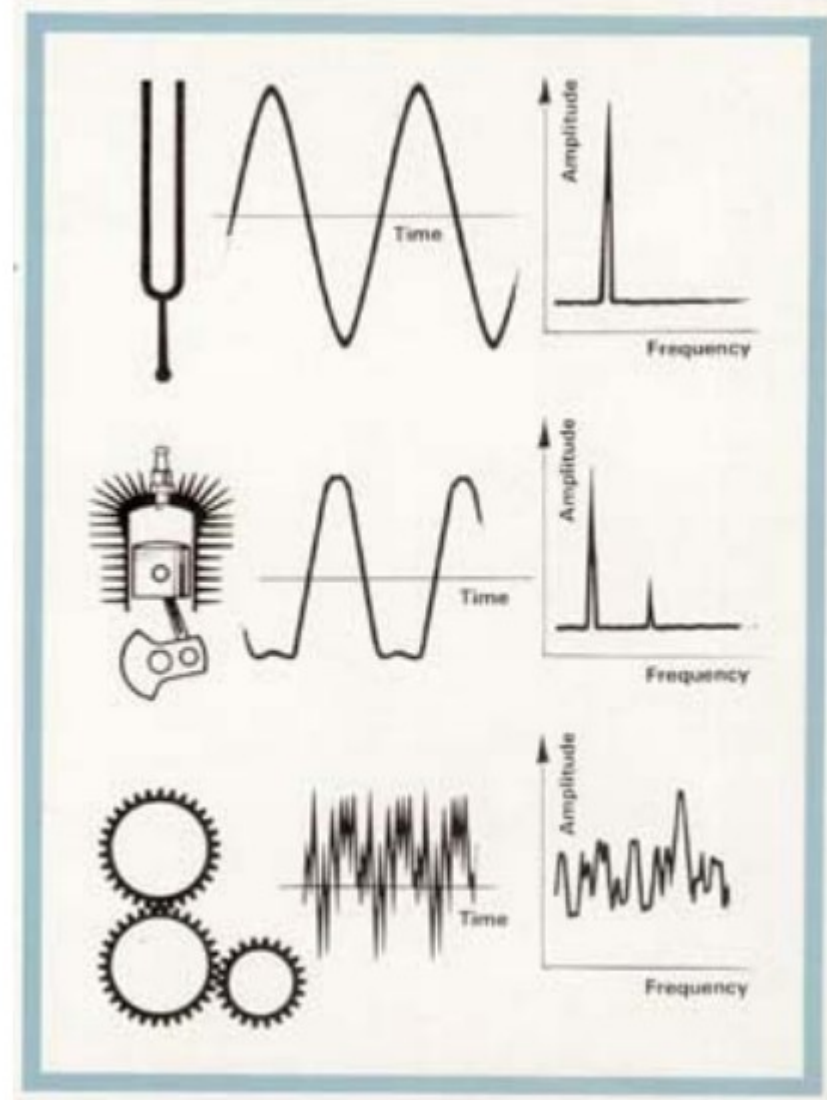
Esta separação de sinais de vibração em componentes individuais de frequência é chamada de **Análise em Frequência**.

Esta técnica é o pilar do processo de diagnóstico da análise de vibração. O gráfico de níveis de vibração em função da frequência é chamado de **Espectro de Frequência**.

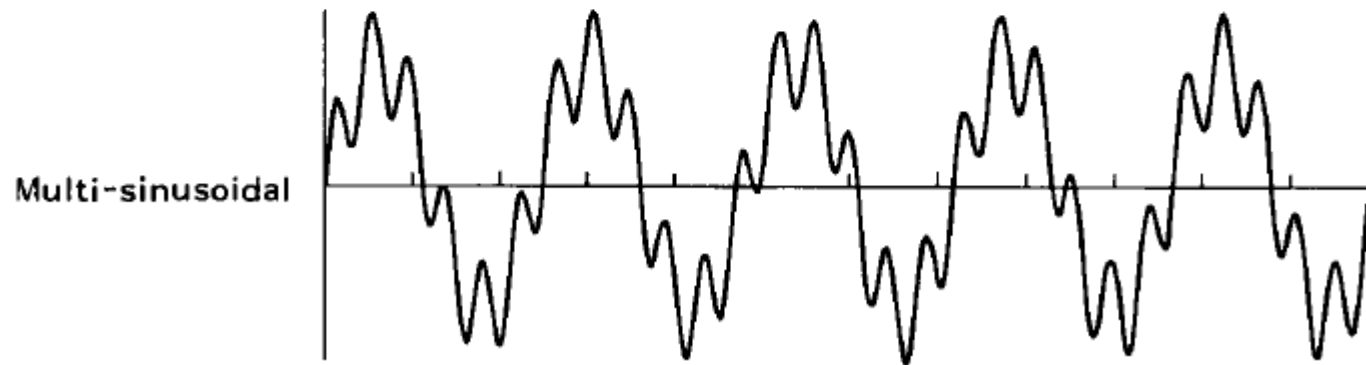
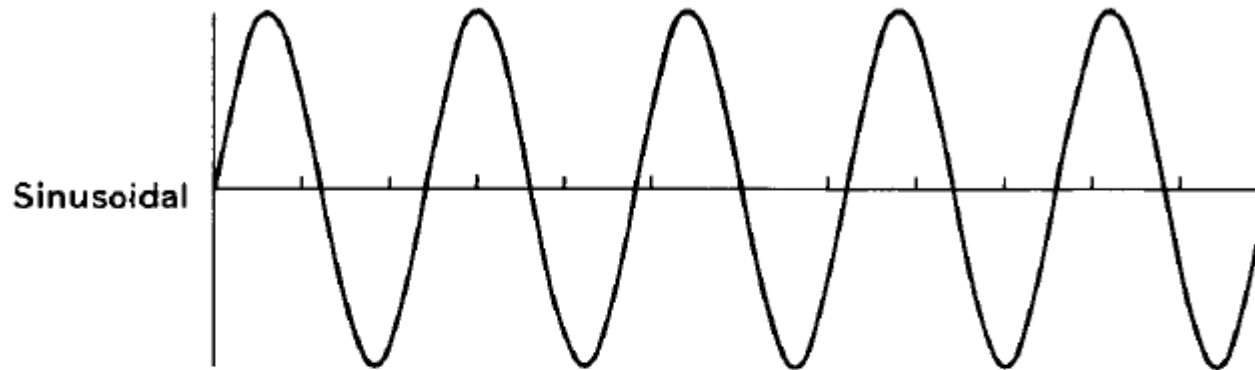


Conceitos Fundamentais

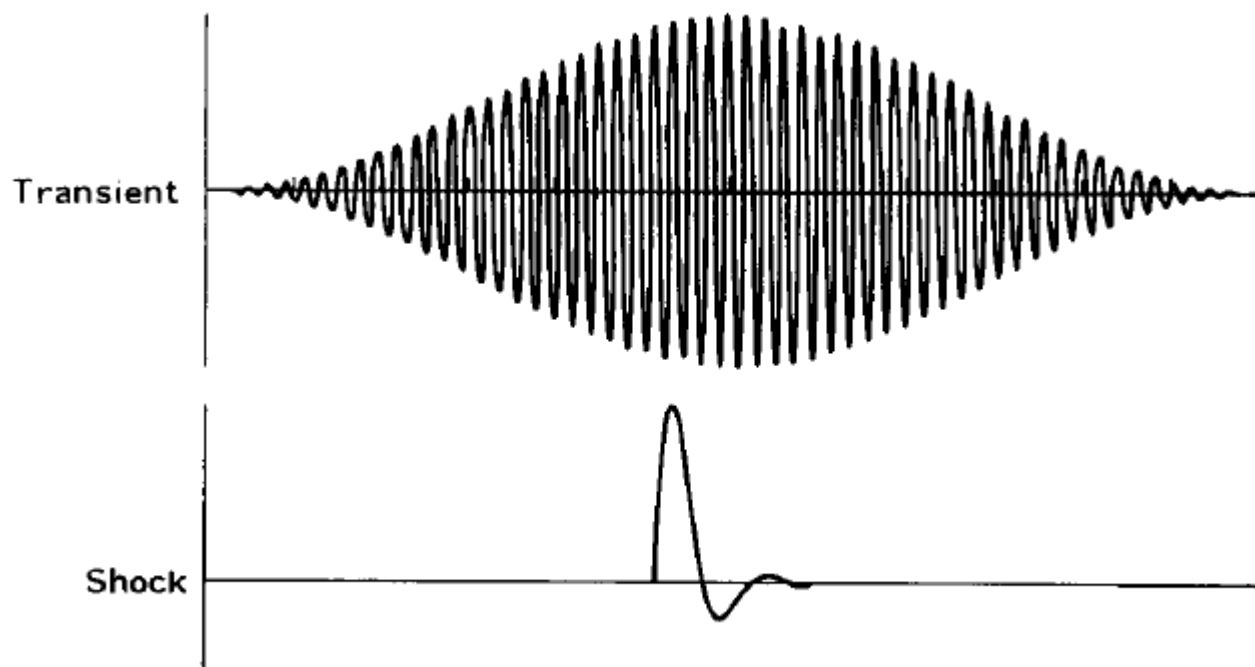
Quando se realiza a análise de frequência na vibração de uma máquina, geralmente observa-se componentes que estão diretamente relacionados aos componentes fundamentais do movimento das partes da máquina e portanto torna-se possível rastrear as fontes que geram vibrações indesejadas.



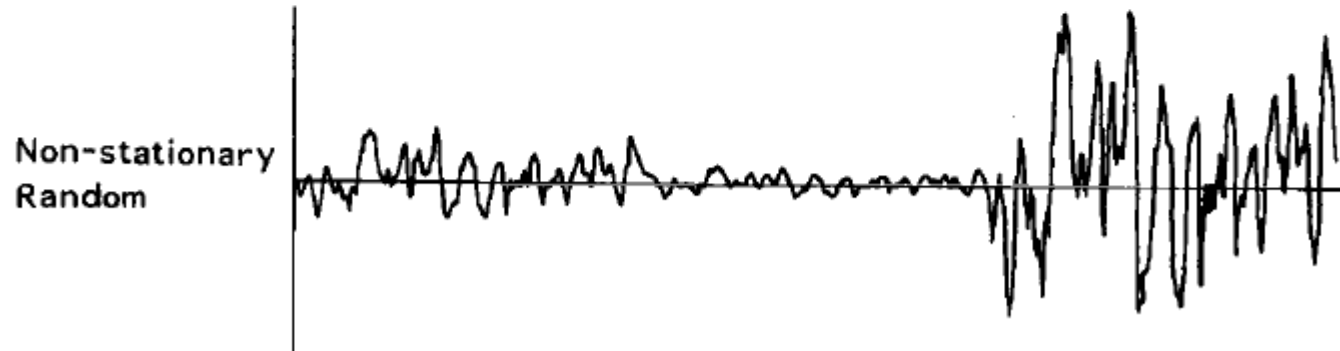
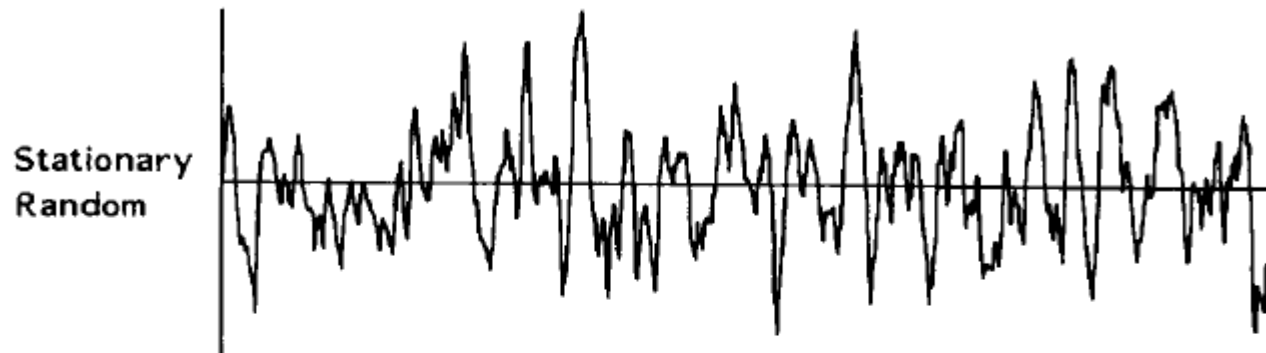
Tipos de Sinais



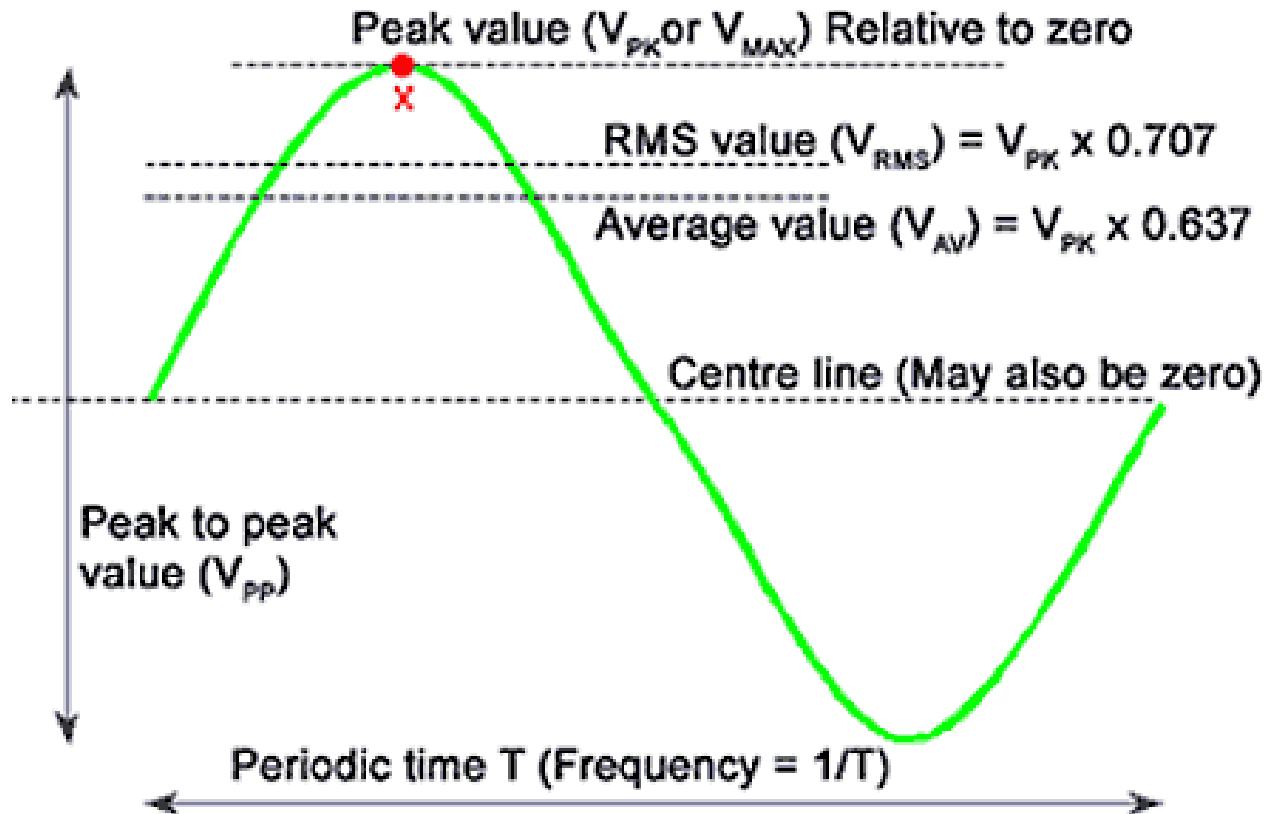
Tipos de Sinais



Tipos de Sinais



Pico, média e dose



Deslocamento, velocidade, aceleração de um sinal senoidal

	Displacement, X	Velocity, V	Acceleration, A
Displacement, X	$X = X$	$X = \frac{V}{2\pi f}$	$X = \frac{A}{(2\pi f)^2}$
Velocity, V	$V = 2\pi f X$	$V = V$	$V = \frac{A}{2\pi f}$
Acceleration, A	$A = (2\pi f)^2 X$	$A = 2\pi f V$	$A = A$

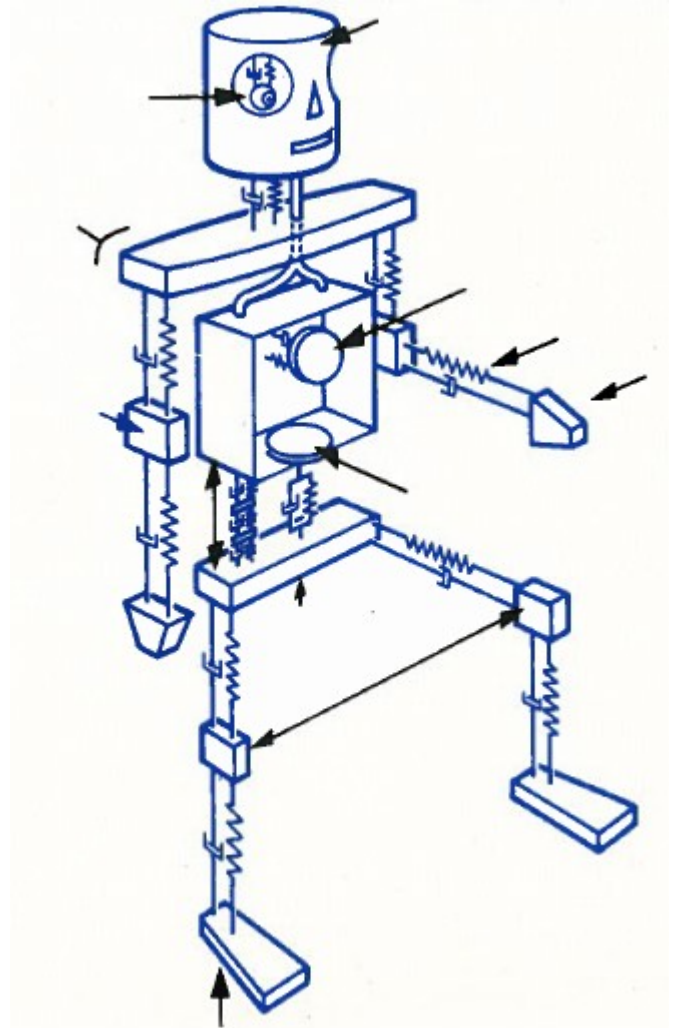
Relações de um sinal senoidal

	Peak	Peak-to-peak	r.m.s
Peak	Peak = peak	Peak = $\frac{\text{peak-to-peak}}{2}$	Peak = $\sqrt{2}$ r.m.s.
Peak-to-peak	Peak-to-peak = 2 peak	Peak-to-peak = peak-to-peak	Peak-to-peak = $2\sqrt{2}$ r.m.s.
r.m.s.	r.m.s. = $\frac{\text{Peak}}{\sqrt{2}}$	r.m.s. = $\frac{\text{Peak-to-peak}}{2\sqrt{2}}$	r.m.s. = r.m.s.

Vibração no Corpo Humano

Estudo da ação e efeitos da vibração no corpo humano é um assunto importante. Durante nossa vida diária estamos expostos a vibrações de uma ou mais fontes, como: carros, ônibus, elevadores.

Algumas pessoas estão expostas a outros tipos de vibração em seus trabalhos, como ferramentas manuais, veículos de operação (tratores, guindastes, etc...)



Vibração no Corpo Humano

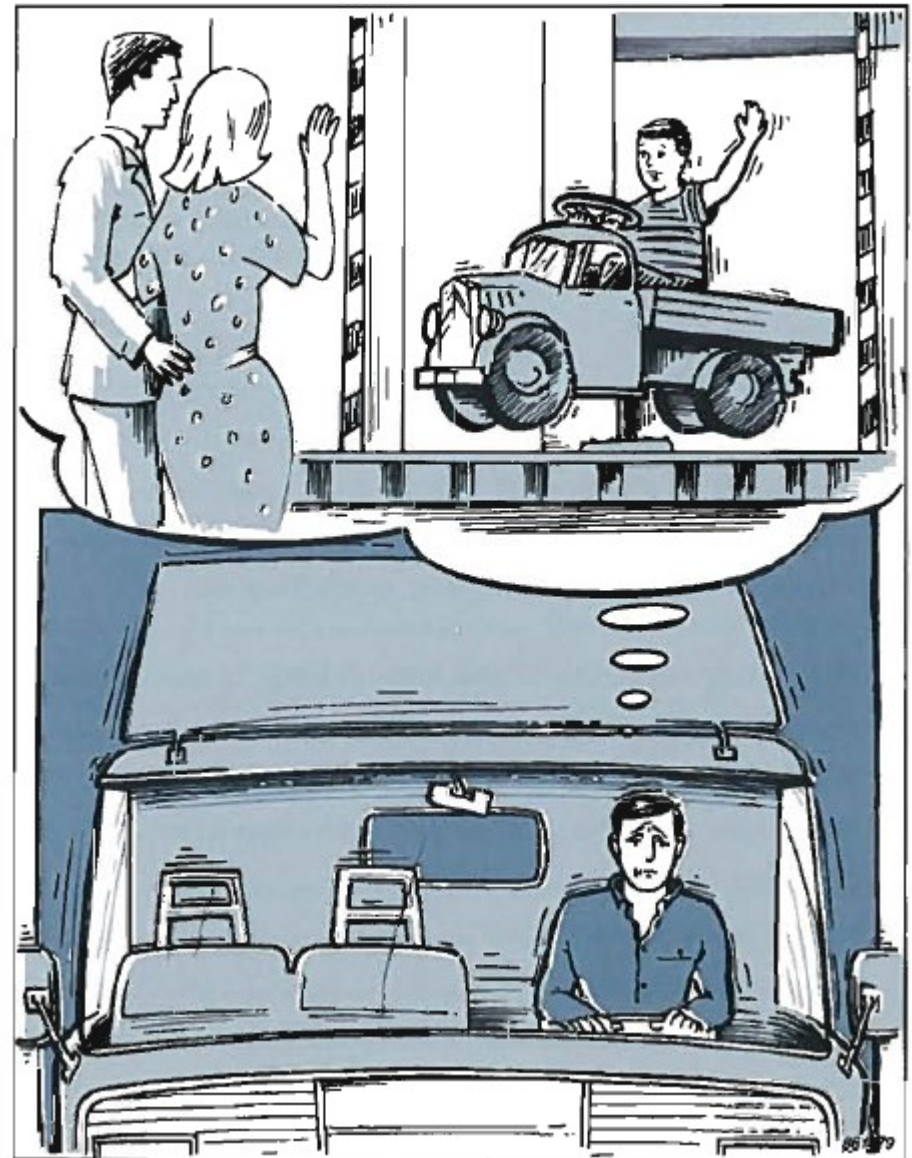
Assim como o som pode ser uma música agradável ou um ruído incômodo, as vibrações no corpo humano podem ser agradáveis ou desagradáveis.



Vibração no Corpo Humano

Muitos trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos em realizar um estudo do efeito da vibração no homem (ser humano), especialmente no seu ambiente de trabalho.

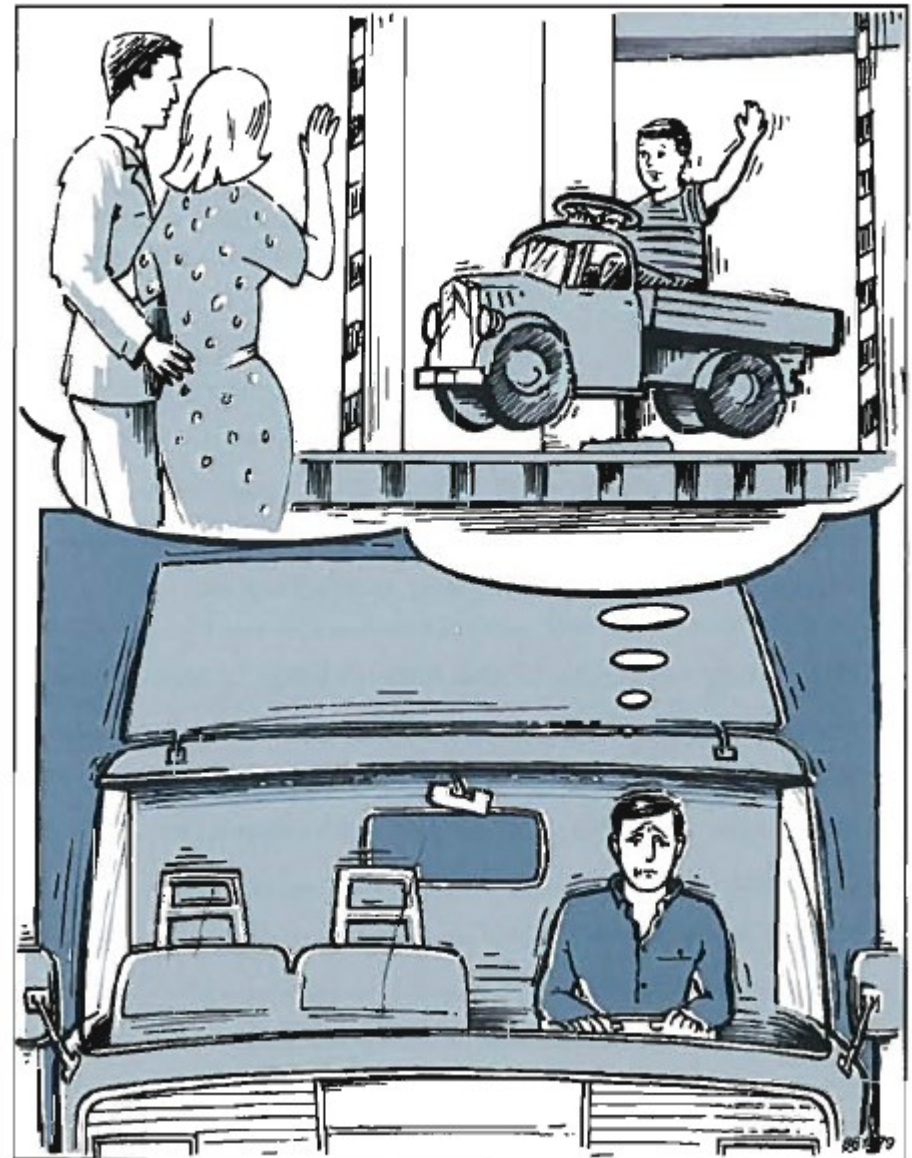
As primeiras pesquisas neste assunto envolveram o estudo de pessoas como pilotos de aeronaves e operadores de veículos pesados.



Vibração no Corpo Humano

A habilidade destes condutores de operar tarefas complexas em condições adversas de vibração formavam parte das primeiras investigações.

Nos dias de hoje, a pesquisa de vibração no corpo humano é desenvolvida em ambientes de trabalho com o objetivo de estabelecer Regras/Normas internacionais que permitam a avaliação da exposição do corpo a fontes de vibração



Vibração

Corpo Inteiro / Mãos e Braços

Existem dois focos no estudo de vibração no corpo humano.

Estudo da vibração no **corpo inteiro** e estudo da vibração em **Mãos e Braços**



Exposição do Corpo Inteiro à Vibração

A exposição do corpo inteiro a vibração pode causar dano físico permanente ou distúrbios no sistema nervoso.

A exposição diária do corpo à vibração durante um número de anos pode resultar em danos físicos sérios, por exemplo, Lombalgia isquêmica que é uma condição que afeta a região inferior da coluna



Exposição do Corpo Inteiro à Vibração

Esta exposição pode também afetar o sistema circulatório e sistema urológico.

Em geral estes problemas de exposição prolongada à vibração está relacionada ao ambiente e tarefas do trabalho.



Exposição do Corpo Inteiro à Vibração

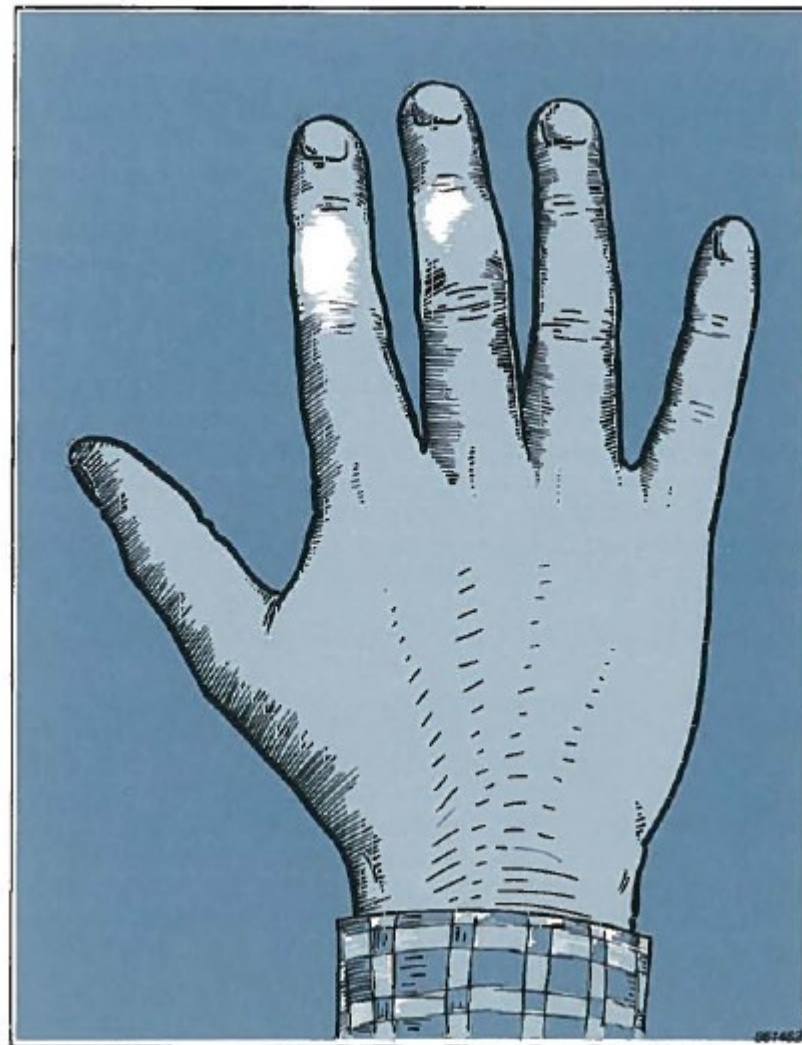
Muitos sintomas da exposição do corpo à vibração geralmente aparecem durante ou logo após a exposição na forma de fadiga, insônia, dores de cabeça e “tremedeiras”. Muitas pessoas podem vivenciar estes sintomas após uma viagem longa de carro, entretanto, nestes casos os sintomas tendem a desaparecer após um período de descanso.



Exposição das Mãos e Braços à Vibração

Exposição diária prolongada a vibração na região das mãos podem resultar no que é denominado síndrome dos dedos brancos.

Outros efeitos podem ser danos as juntas, músculos do pulso e cotovelo.



Exposição das Mãos e Braços à Vibração

A síndrome dos dedos brancos, em seu estado avançado, é caracterizada por dano as artérias e nervos e tecidos moles da mão. A síndrome geralmente afeta um dos dedos, mas expandir para os demais dedos se a exposição a vibração continuar.

Em muitas situações esta é uma condição irreversível.



Alguns parâmetros estudados no contexto de vibração no corpo humano

Subjetivos

- Limiares absolutos
- Igualdade Subjetiva
- Ordem subjetiva
- Igualdade de intervalos
- Igualdade de razões
- Ponderação de estímulos

Alguns parâmetros estudados no contexto de vibração no corpo humano

Fisiológicos

- Esquelético
- Muscular
- Nervos
- Cardiovascular
- Respiratório
- Sistema nervoso central
- Endócrino/Metabólico

Alguns parâmetros estudados no contexto de vibração no corpo humano

Atividade

- Visão
- Audição
- Tato
- Propriocepção
- Função vestibular
- Desempenho psicomotor
- Desempenho cognitivo
- Vigilância

Alguns parâmetros estudados no contexto de vibração no corpo humano

Biodinâmicos

- Impedância corporal
- Impedância das mãos
- Transmissibilidade corporal
- Movimentos da cabeça
- Movimento das mãos
- Movimento do órgãos
- Absorção de Energia

Ambientes Operacionais vibração do corpo inteiro

Transporte Rodoviário

- Carros
- Vans
- Caminhões
- Trailers
- Motocicletas
- Bicicletas

Ambientes Operacionais vibração do corpo inteiro

Transporte Rodoviário (off-road)

- Tratores
- Máquinas de movimentação de terra
- Máquinas florestais
- Tanques
- Animais

Ambientes Operacionais vibração do corpo inteiro

Transporte Fluvial/Marítimo

- Barcos
- Navio
- Submarinos
- Mergulhadores

Ambientes Operacionais vibração do corpo inteiro

Transporte Ferroviário

- Trens
- VLTs
- Bondes

Ambientes Operacionais vibração do corpo inteiro

Transporte Aeroespacial

- Aviões de asa fixa
- Aviões de asa rotativa
- Espaçonaves

Ambientes Operacionais vibração do corpo inteiro

Construções Civas

- Casas
- Prédios
- Escritórios
- Oficinas
- Estruturas off-shore (Plataformas)
- Elevadores e escadas rolantes

Ambientes Operacionais vibração do corpo inteiro

Equipamento Industrial

- Talhas
- Guindastes

Vibração Vertical

Em pé

- Vibrações verticais abaixo de 2 Hz, a maioria das partes do corpo movem-se em conjunto.
- A sensação imediata é de ser empurrado para cima e flutuar na descida.
- Os olhos podem compensar o movimento.
- Movimentos livres das mãos podem ser prejudicados.
- Se a vibração é abaixo de 0.5 Hz, pode-se sentir enjoo, náusea, suor e vômito

Vibração Vertical

Sentado








- A amplitude de vibração do corpo é amplificada para vibrações acima de aproximadamente 2 Hz.
- É sugerido que a maioria das ressonâncias de partes do corpo ocorrem em aproximadamente 5 Hz.
- A transmissibilidade de vibração neste condição é geralmente máxima em aproximadamente 4 Hz.
- Interferência em atividades simples (escrever e beber) também são amplificadas entre 4 e 5 Hz.

Vibração Horizontal








Sentado

- Em vibrações até 1 Hz a vibração horizontal pode ser controlada por efeitos musculares
- Em frequências entre 1 e 3 Hz é difícil estabilizar as partes superiores do corpo e o desconforto tende a ser grande
- Em frequências acima de 10 Hz, geralmente a vibração é sentida somente na região de contato do assento.

Efeitos na Escrita

This is	2 Hz	at	1.5	ms^{-2}	rms	
This is	3 Hz	at	1.5	ms^{-2}	rms	
This is	4 Hz	at	1.5	ms^{-1}	rms	
This is	5 Hz	at	3.5	ms^{-2}	rms	
This is	6 Hz	at	1.5	ms^{-2}	rms	
This is	7 Hz	at	1.5	ms^{-2}	rms	
This is	8 Hz	at	1.5	ms^{-2}	rms	

Efeitos na Escrita

This	is	0.5 ms^{-2}	rms	at	4.5 Hz	
This	is	0.63 ms^{-2}	rms	at	4.5 Hz	
This	is	0.8 ms^{-2}	rms	at	4.5 Hz	
This	is	1.0 ms^{-2}	rms	at	4.5 Hz	
This	is	1.25 ms^{-2}	rms	at	4.5 Hz	
This	is	1.6 ms^{-2}	rms	at	4.5 Hz	
This	is	2.0 ms^{-2}	rms	at	4.5 Hz	

Eixos de Vibração

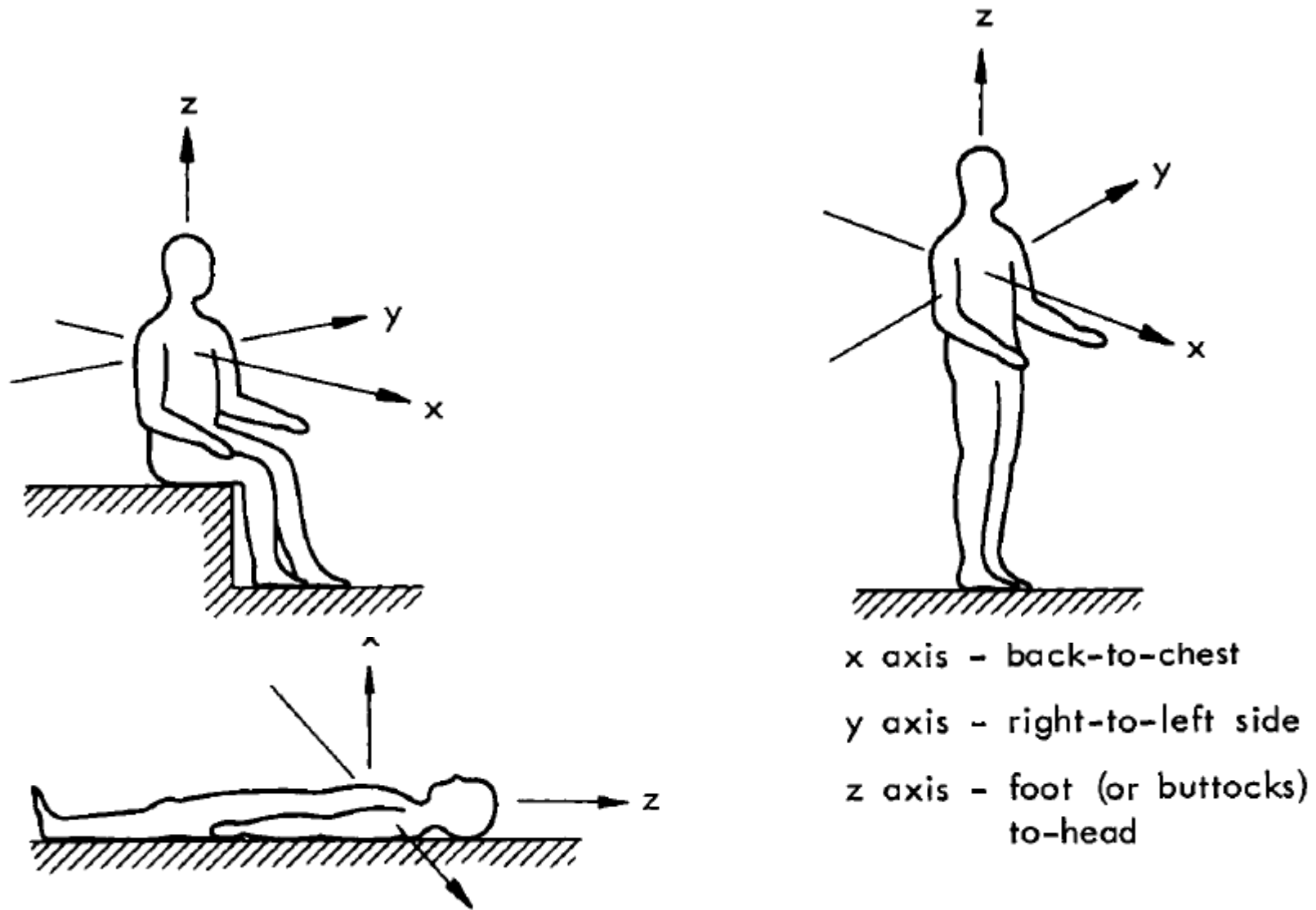


Fig. 2.2 Co-ordinate system for mechanical vibration influencing humans as defined in ISO 2631 (International Organization for Standardization, 1974, 1978, 1985a).

Eixos de Vibração

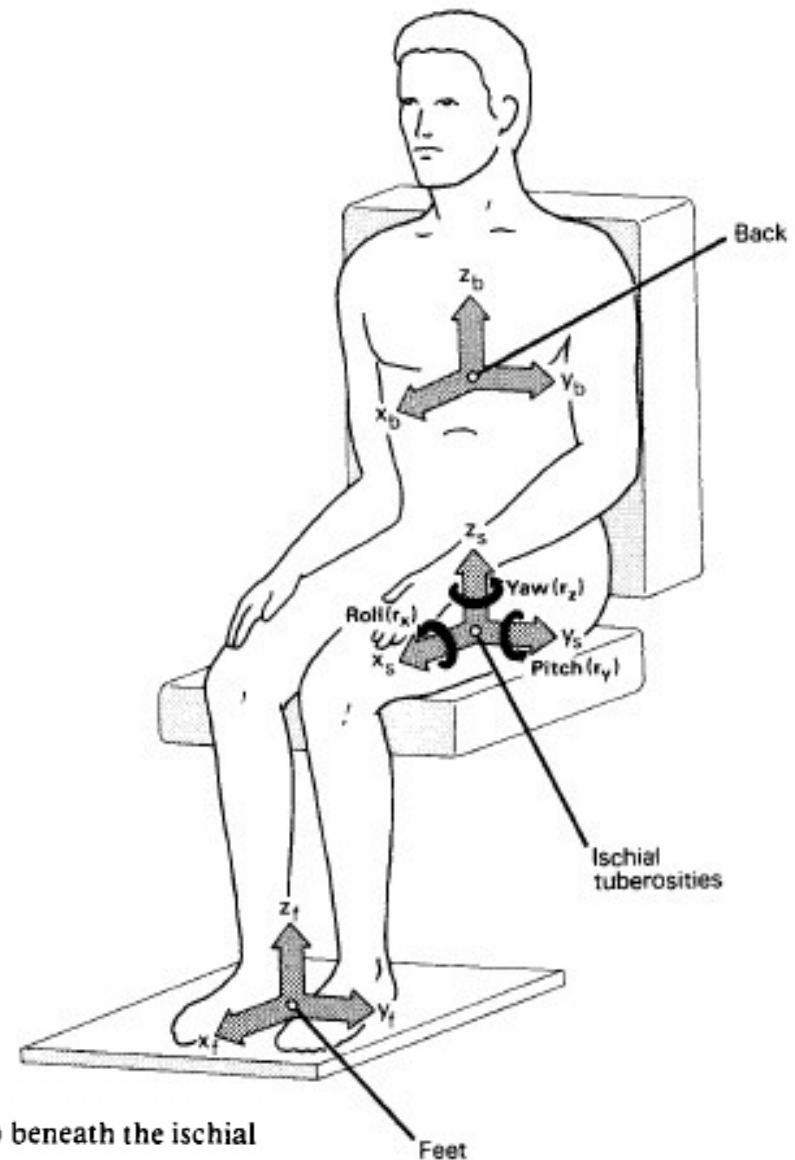


Fig. 2.3 A 12-axis basicentric co-ordinate system. The origins of the axes are (i) beneath the ischial tuberosities, (ii) between the back and the backrest and (iii) beneath the feet.

Eixos de Vibração

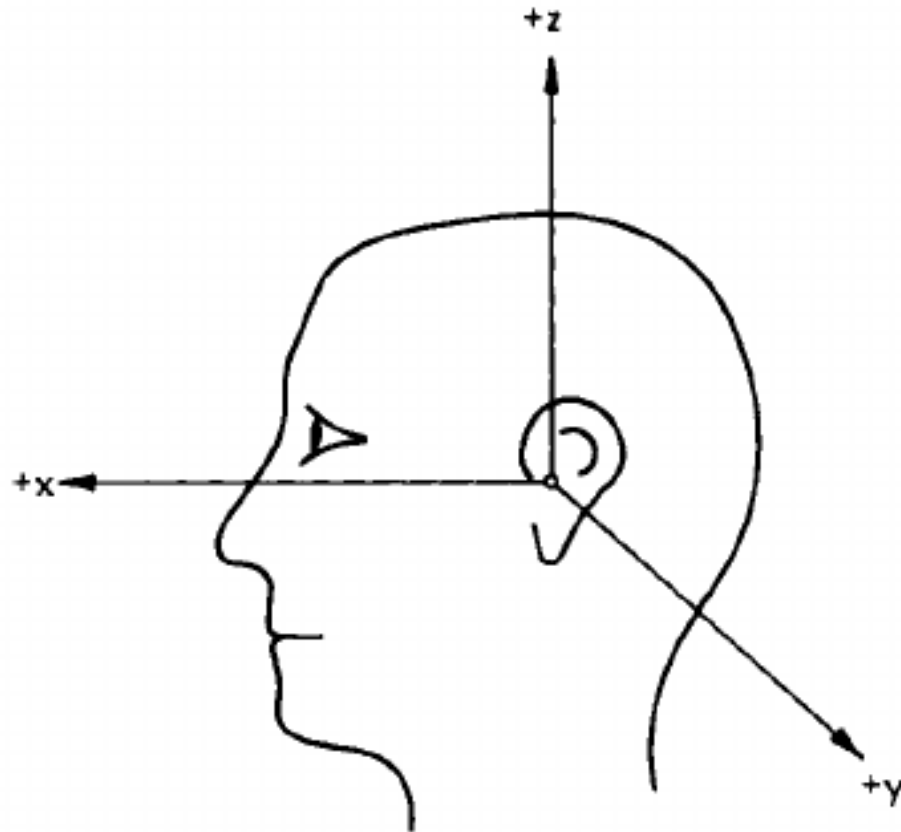
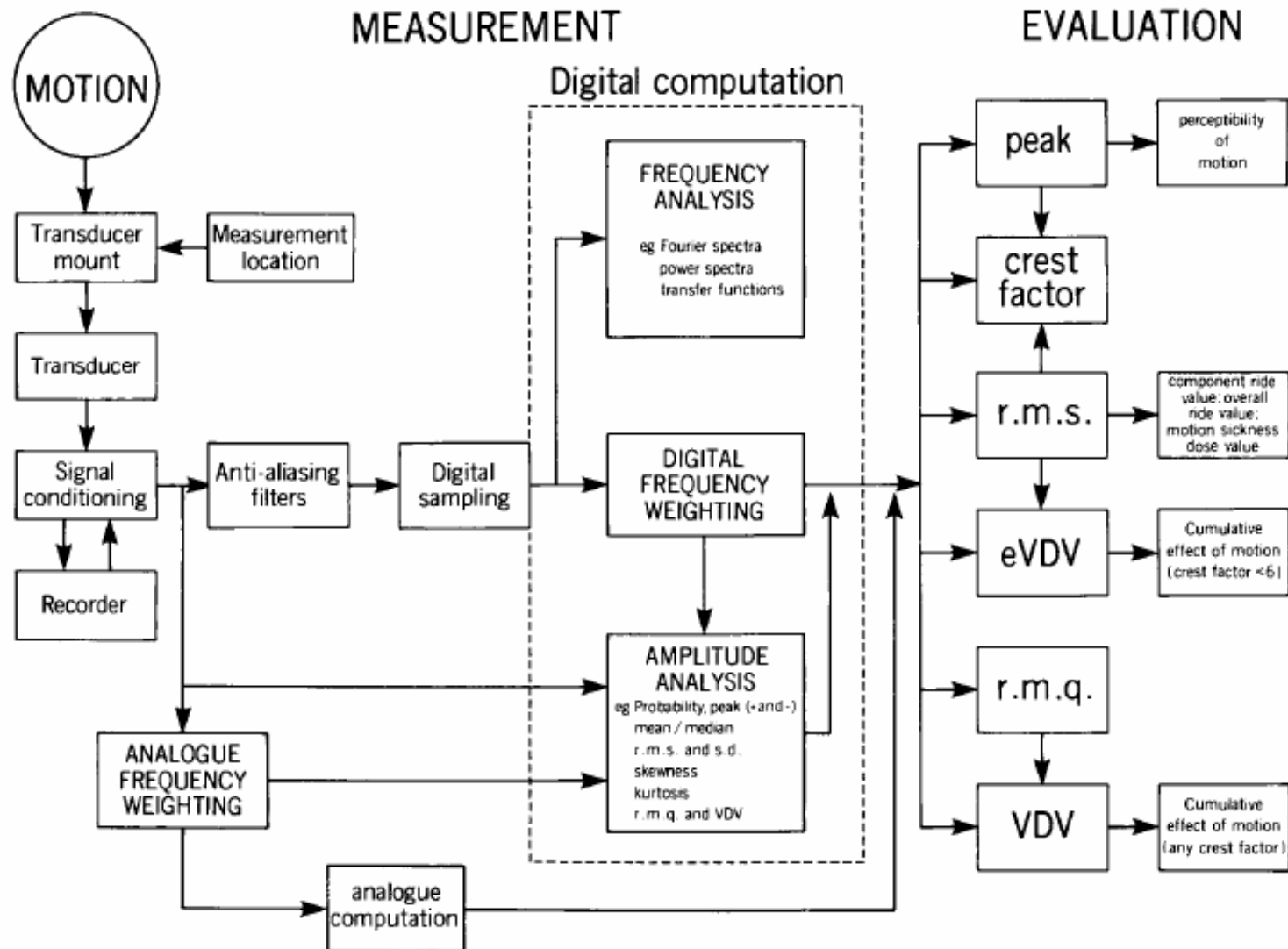


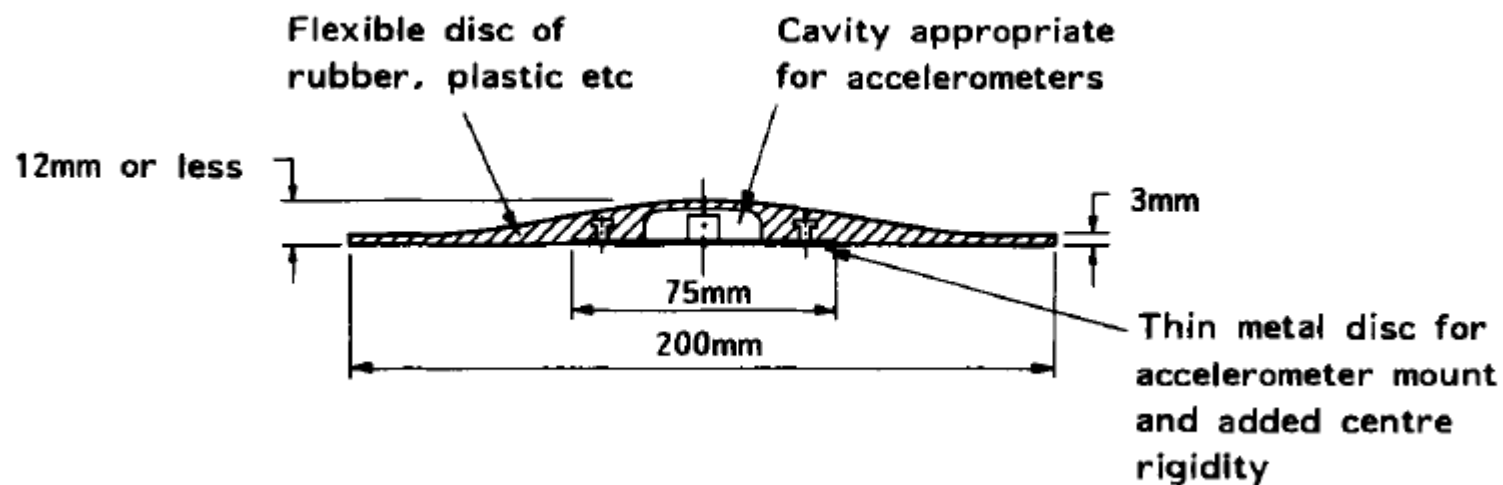
Fig. 2.4 An anatomical co-ordinate system for the head. Origin: mid-point of the line between the right and left auditory meatus of the skull. Orientation: x -axis, sagittally in the horizontal plane of the head; y -axis, normal to x -axis but in same horizontal plane; z -axis, normal to both x - and y -axes.

Medição de Vibração no Corpo Humano



Medição de Vibração na posição sentado

SAE Pad



Vibração nas Mãos e Braços



Vibração nas Mãos e Braços

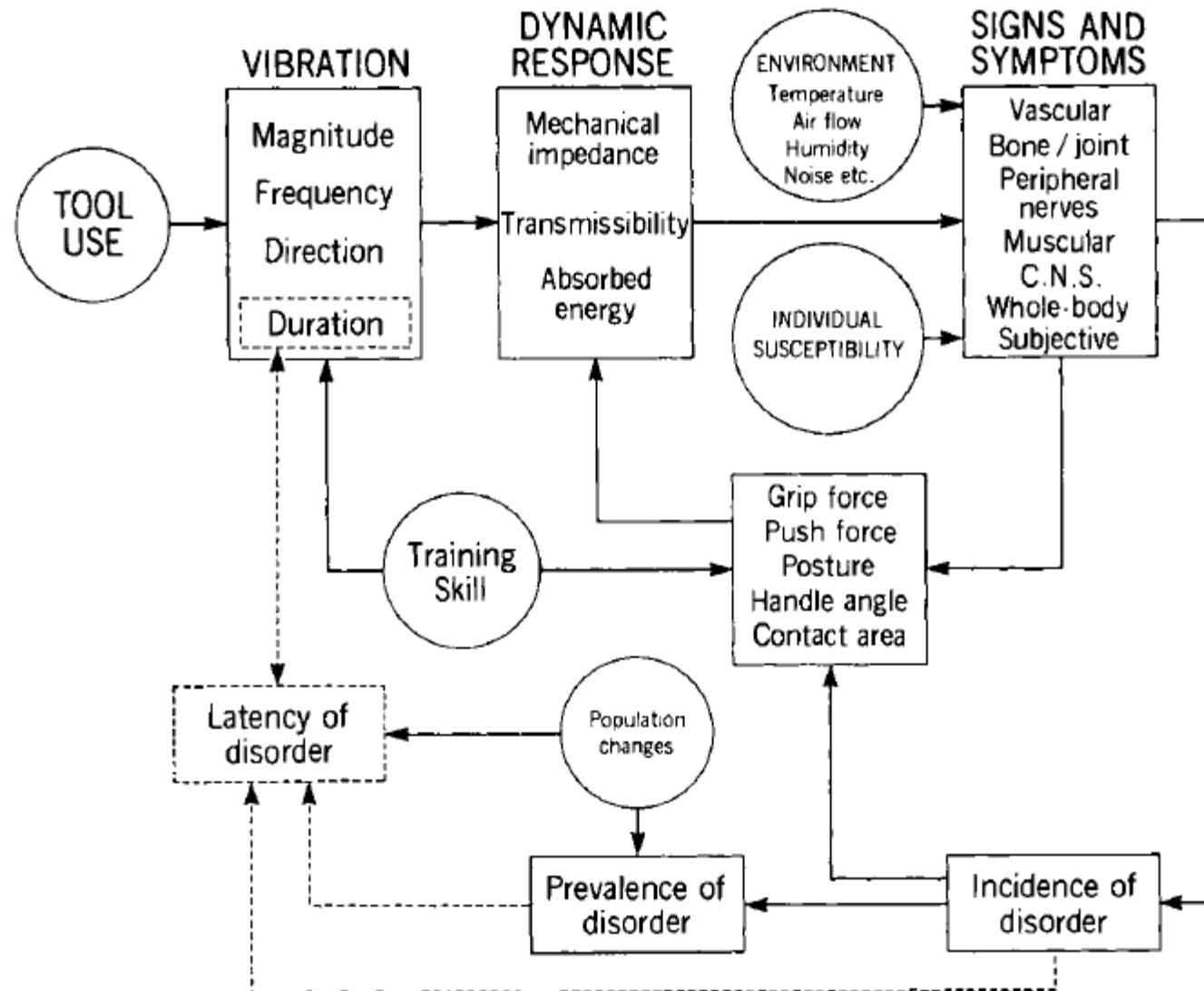


Fig. 13.1 Conceptual illustration of factors influencing cause-effect relationships for hand-transmitted vibration.

Vibração nas Mãos e Braços

— Anatomical co-ordinate system

- - - Basicentric co-ordinate system

