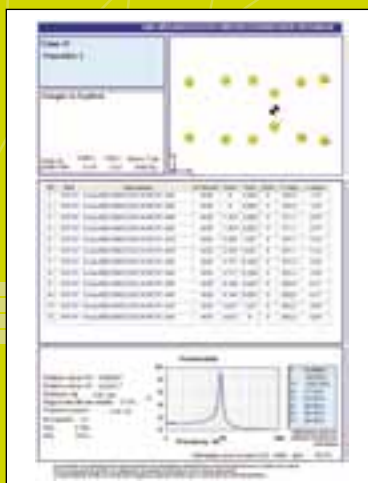


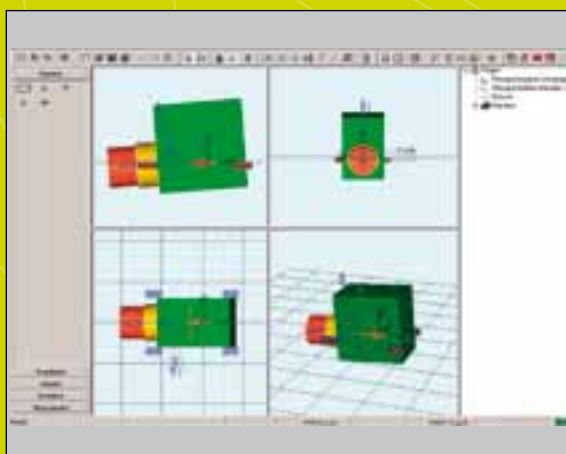
## 1. Calcolo

Partendo da alcuni dati tecnici, quali il tipo di macchina, il peso, il punto d'appoggio dei supporti e la frequenza eccitante, AMC MECANOCAUCHO® realizza diversi calcoli antivibranti.



Calcolo di 1 grado di libertà

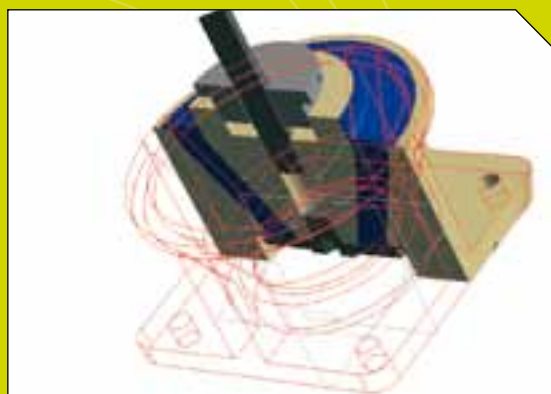
Calcolo antivibrante con più di un grado di libertà.



## 2. Progetto

Una volta studiate le esigenze di ciascun cliente, le applicazioni previste ed i loro requisiti, ecc... AMC MECANOCAUCHO® progetta nuovi prodotti.

Modellazione dei prodotti in 3D



Analisi di tensioni per FEM non lineare



## 3. Prove e caratterizzazione dinamica

Lo sviluppo continuo di nuovi prodotti, dimostra l'importanza che AMC MECANOCAUCHO® attribuisce alla Ricerca e Sviluppo. Il nostro laboratorio è dotato delle più moderne tecnologie per le prove dinamiche.

# 3



## 4. Rilievi e misure

AMC MECANOCAUCHO® mette al servizio dei suoi clienti tutta l'esperienza e le conoscenze in materia di rilievi e misure di vibrazioni e rumore sul campo, allo scopo di ridurre le emissioni di rumore e le vibrazioni prodotte dalle macchine.

# 4

Rilievo di vibrazione





## 1.-ABC RIASSUNTO

### SISTEMA MASSA-MOLLA

Un sistema massa-molla può essere rappresentato da una massa "M", eccitata da una forza "F" e appoggiata su un elemento elastico di rigidità "K" e smorzamento "C".

La frequenza propria del sistema massa-molla è uguale a:

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{k}{M}}$$

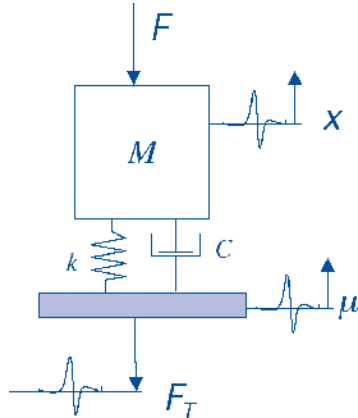


figura 3

K=N/m  
M= in Kg  
Fo in Hz  
C in Ns/m

L'efficacia della sospensione può essere misurata dal fattore di trasmissibilità, ossia, dalla forza che viene trasmessa

dalla macchina al suolo. Si definisce come il rapporto tra la forza trasmessa al suolo FOT e la forza originaria prodotta dalla vibrazione FO .

Molte volte si utilizza anche un altro termine pratico per descrivere l'efficacia di un antivibrante, il grado di isolamento, che è:

$$E = (1 - T) \times 100\%$$

Equazione del fattore di trasmissibilità:

Tenendo in conto i seguenti parametri:

Eccitazione

$$x = x_o \sin(\omega t + \vartheta)$$

$$F = F_{T_o} \sin(\omega t + \vartheta)$$

Risposta

$$\mu = \mu_o \sin \omega t$$

$$F = F_o \sin \omega t$$

Pulsazione propria:  $\omega_o = \sqrt{\frac{k}{M}}$  per  $C \equiv 0$

e frequenza propria di

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{k}{M}}$$

I parametri di smorzamento sono:

$$C_c = 2 \cdot$$

essendo Cc lo smorzamento critico e il  $\xi$ :  
coefficiente di smorzamento.

$$\xi = \frac{C}{C_c}$$

Per questo sistema otteniamo un fattore di trasmissibilità T e un fattore di amplificazione A:

$$T = \frac{x_o}{\mu_o} = \frac{F_{T_o}}{F_o} = \sqrt{\frac{1 + \left(2 \cdot \xi \cdot \frac{\omega}{\omega_o}\right)^2}{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_o^2}\right)^2 + \left(2 \cdot \xi \cdot \frac{\omega}{\omega_o}\right)^2}}$$

Per il caso di isolamenti attivi  $T = \frac{F_{T_o}}{F_o}$  e per il caso

di isolamenti passivi, avremo  $T = \frac{x_o}{\mu_o}$

La figura 5 rappresenta la curva di trasmissibilità del sistema massa-molla schematizzato della figura n° 3.

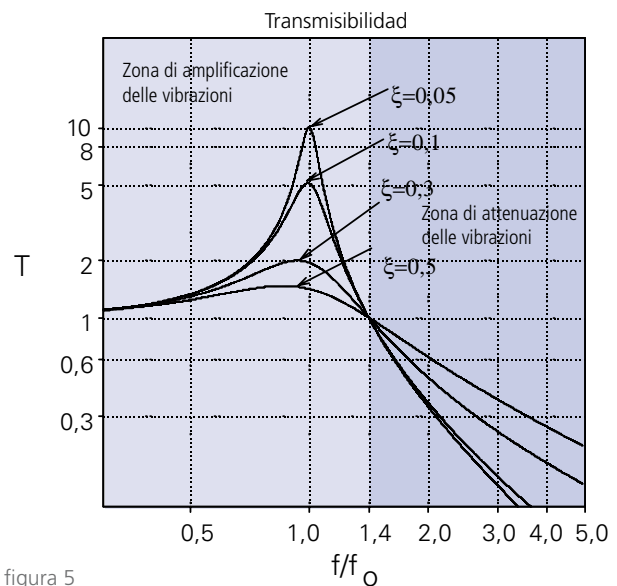


figura 5

L'esame di questa curva ci permette di giungere ad alcune conclusioni essenziali per un isolamento efficace.

Se la frequenza eccitante è inferiore a  $\sqrt{2}$  volte la frequenza propria, il fattore di trasmissibilità è superiore a uno, quindi la forza trasmessa è maggiore della forza di eccitazione: esiste un'amplificazione delle vibrazioni. Quando lavoriamo in questa zona è importante lo smorzamento esistente nel sistema. Quanto maggiore è lo smorzamento, minore sarà l'amplificazione delle vibrazioni.

Se la frequenza eccitante è maggiore a  $\sqrt{2}$  volte la frequenza propria, il fattore di trasmissibilità è inferiore a uno, ossia la forza trasmessa è inferiore alla forza originata nel sistema, quindi ci troviamo nella zona di attenuazione.

Per ottenere il maggior isolamento si devono cercare le frequenze proprie più basse possibili. Ci sono due modi per ottenerlo:

- Aumentare la massa del sistema.
- Diminuire la rigidità degli antivibranti.

Aumentare l'efficacia dell'isolamento nella zona di attenuazione, è utile avere uno smorzamento basso, ma uno smorzamento debole produce grandi spostamenti al passaggio per la risonanza, quindi è raccomandabile utilizzare un coefficiente di smorzamento tale che il passaggio per la risonanza non produca spostamenti inammissibili per la macchina.

### RIGIDITÀ STATICA E DINAMICA DELLA MOLLA

La rigidità di un antivibrante di gomma cambia quando viene applicata una forza dinamica. È un parametro che dipende dalla sua architettura, dalla miscela utilizzata e incluso dalla frequenza eccitante.

In generale la rigidità dinamica è sempre maggiore di quella statica, quindi i calcoli basati sulla rigidità statica possono condurci a conclusioni errate. In alcuni casi si può arrivare al limite di rigidità dinamiche due e addirittura tre volte superiori a quelle statiche.

### SMORZAMENTO

Il coefficiente di smorzamento dipende fondamentalmente dalla miscela impiegata nella fabbricazione dell'antivibrante. È un parametro molto importante da tenere in conto nella progettazione delle sospensioni antivibranti.

### DEFORMAZIONE E COMPORTAMENTO A LUNGO TERMINE

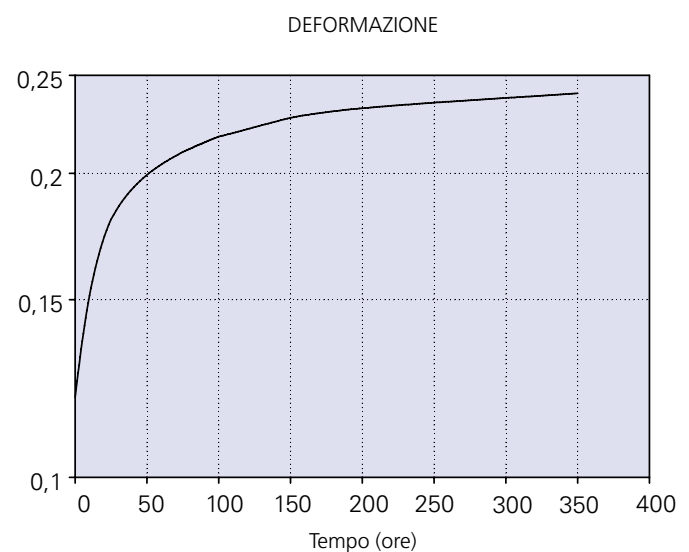
Se un componente elastomero è soggetto a un carico statico, tale carico produce un aumento progressivo della deformazione.

Questo fenomeno può essere importante in una grande varietà di applicazioni, dai supporti per edifici ai supporti motore.

La deformazione in un determinato tempo  $t$  si calcola come:

$$t = \frac{x_1 - x_0}{x_0} \times 100\%$$

E si esprime come una % della deformazione iniziale. È un valore che dipende dalla geometria del supporto e soprattutto dalla forma in cui lavora la gomma.



Le geometrie che fanno lavorare la gomma a taglio favoriscono la deformazione, rispetto a quelle che lavorano a compressione pura o a quelle che lo fanno a taglio-compressione.

**MACCHINA PER PROVE DINAMICHE**

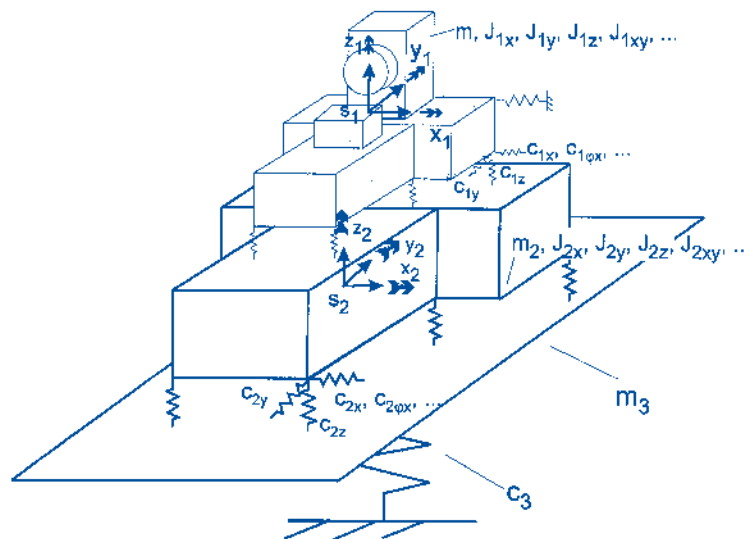
La rigidità dinamica della molla può essere stabilita unicamente misurandola in un banco di prove dinamico. Inoltre, il coefficiente di smorzamento, è un altro dei valori che si possono misurare con questo tipo di macchina.

Un concetto da tenere ben presente, al momento della progettazione di un antivibrante, è la sua durabilità. Una macchina di prove dinamiche ci permette di realizzare delle prove di prestazioni alla fatica che riproducono le condizioni di lavoro reale, in modo tale da poter stabilire esattamente la sua vita utile.



**2-ANALISI DI SISTEMI DI OLTRE UN GRADO DI LIBERTÀ**

Nella realtà, ci sono casi in cui il modello di 1 grado di libertà, non è capace di definire correttamente il comportamento dell'attrezzatura da isolare. Per questi casi i nuovi strumenti di analisi, permettono di realizzare modelli e di studiarli in profondità, tenendo in conto i 6 gradi di libertà dello spazio.



I più moderni sistemi informatici permettono di generare modelli virtuali di molteplici solidi rigidi e studiare come interagiscono fra di loro e l'ambiente.

Come risultato possiamo conoscere le frequenze proprie del sistema, che sono realmente importanti per evitare coincidenze con le frequenze eccitanti e non avere problemi di risonanza.

# CARATTERISTICHE GENERALI DEGLI ELASTOMERI



## GOMMA NATURALE

La gomma naturale si utilizza nella fabbricazione di elastomeri di grande elasticità e resistenza alla rottura. È un materiale resistente con un'eccellente resistenza all'abrasione. Tra tutte le famiglie di gomme, la gomma naturale è quella che meglio resiste ai carichi

meccanici e dinamici. La gomma naturale non è stabile a fluidi non polari come per esempio: oli minerali, lubrificanti, carburanti e gli idrocarburi alifatici, aromatici e cloruri. La sua stabilità moderata all'ozono può essere migliorata mediante additivi.



## GOMME SINTETICHE

Le gomme sintetiche sono concepite mediante materie prime come il petrolio o il gas naturale. Oggigiorno vengono utilizzate nei casi in cui la gomma naturale non supera le specifiche tecniche richieste, come ad esempio, la resistenza

termica (siliconi e EPDM), gli oli (nitrili) o le intemperie (neoprene).



## MESCOLE

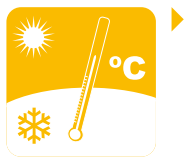
Un elastomero non è composto da un solo materiale, ma da sostanze molto diverse. Si possono realizzare mescole con diverse formulazioni, in modo da ottenere differenti stabilità e differenti caratteristiche meccaniche.



## DUREZZA

La durezza dell'elastomero dipende dalla sua formulazione e si misura mediante unità pratiche stabilite da diversi standard come possono essere la shore (A) o IRH.

AMC Mecanocaucho utilizza la scala shore (A) e fabbrica antivibranti di durezza tra 35 e 75 shore.



## TERMOSTABILITÀ

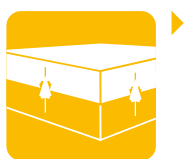
I vulcanizzati a base di gomma naturale sono termicamente stabili nell'intervallo compreso tra  $-40^{\circ}\text{C}$  fino a  $+80^{\circ}\text{C}$ , se l'azione di questa temperatura è permanente.

Se la temperatura agisce per brevi periodi, questi elastomeri possono lavorare da  $-50^{\circ}\text{C}$  a  $+120^{\circ}\text{C}$ , questi limiti possono essere variati utilizzando formulazioni specifiche.



## RESISTENZA ALL'OZONO

È una caratteristica importante per misurare la stabilità alle intemperie dell'elastomero. La velocità con cui si può deteriorare dipende dalle condizioni ambientali e dalla formulazione della mescola.



## ADESIONE

L'unione tra elastomeri e metalli si realizza mediante adesivi che si applicano alle parti metalliche che sfruttano il processo di vulcanizzazione per creare un'unione salda tra l'elastomero e il metallo.



## DEFORMAZIONE E DEFORMAZIONE PERMANENTE

La deformazione permanente degli elastomeri sottoposti a uno sforzo continuo è inevitabile. Il materiale presenta una fluttuazione che nel caso della deformazione permanente, si esprime come

percentuale del carico statico. Valori del 25 % sono abituali nei supporti antivibranti.



## TOLLERANZE

Non esiste pezzo che possa essere fabbricato con precisione assoluta, le tolleranze dimensionali degli articoli in gomma vengono stabilite nella norma ISO 3302. In merito alle proprietà fisiche la durezza può variare di  $\pm 5$  Sh A e la

rigidità "K" ammette un margine di  $\pm 20\%$ . Nel caso di richieste molto esigenti, si possono ridurre fino a  $\pm 10\%$ , grazie a un processo altamente sofisticato.

## GRAFICO DI ISOLAMENTO E ATTENUAZIONE DI VIBRAZIONI

