

# Politecnico di Torino

## Esame di Stato per L'abilitazione alla professione di Ingegnere

### I Sessione 2010

#### 29/S - Ingegneria Meccatronica

#### Prova pratica del 22/07/2010

**Argomento della prova: sistema di isolamento dalle vibrazioni.**

#### 1 - Informazioni generali

In figura 1 viene descritto schematicamente un sistema di isolamento dalle vibrazioni. Esso è costituito da una massa  $m$  sospesa sul pavimento  $g$  tramite un sistema di molle meccaniche di rigidezza  $k$  e smorzamento  $c$ . Il pavimento  $g$  è soggetto a vibrazioni verticali che devono essere trasmesse in forma attenuata alla massa  $m$ , in quanto su essa è montata una strumentazione di precisione le cui prestazioni degradano in presenza di vibrazioni. Tale attenuazione è realizzata sfruttando la risonanza meccanica della massa  $m$  sulla molla  $k$  che ha una frequenza  $f_0$ . Poiché lo smorzamento  $c_{0l}$  della molla è molto basso, la risonanza meccanica è poco smorzata. Un sistema di smorzamento attivo delle vibrazioni ha come obiettivo quello di aumentare questo smorzamento. Questo sistema è costituito da un sensore di velocità verticale tramite il quale si chiude l'anello di controllo su un attuatore a bobina mobile (voice coil) installato fra il pavimento  $g$  e la massa  $m$ .

Il voice coil è realizzato con una bobina avvolta attorno ad un nucleo a sezione circolare ed è immersa in un campo magnetico radiale di intensità  $B_0$

Il sistema di controllo realizza al suo interno due anelli:

- un anello di corrente con una banda  $f_{\text{ampli}}$ .
- Un anello di controllo basato sulla misura del sensore di velocità. L'obiettivo di questo controllo è aumentare lo smorzamento del sistema in corrispondenza della risonanza meccanica. Nel contempo il controllo non deve ridurre il livello di attenuazione fino ad una frequenza di almeno 200 Hz.

#### 2 - Dati

M	1200	kg	Massa
$f_0$	1.2	Hz	Frequenza propria
$c_{0l}/c_{cr}$	0.05	-	Smorzamento relativo allo smorzamento critico
$F_{\text{max}}$	+/- 400	N	Forza massima voice coil
R/L	50	Hz	Dinamica RL dell'attuatore a bobina mobile
$D_{\text{filo}}$	0.5	mm	Diametro filo rame del voice coil
$\rho$	0.0172	$\mu\Omega m$	Resistività del rame
$B_0$	0.6	T	Intensità campo magnetico nel voice coil
V	20	V	Tensione alimentazione amplificatore
$f_{\text{ampli}}$	100	Hz	Banda dell'amplificatore di transconduttanza

Tabella 1 : dati dell'impianto

### 3 - Quesiti

Premesso che elementi molto importanti nella valutazione degli elaborati sono

- l'ordine nello svolgimento del tema
- la chiarezza di esposizione
- l'adozione di soluzioni praticamente realizzabili

Il candidato, tenendo conto dei dati indicati al precedente paragrafo, completati dalle sue opportune assunzioni, svolga nell'ordine i seguenti punti:

- Modellare il sistema elettromeccanico tramite le equazioni in variabili di stato
- Dimensionare la rigidezza della molla meccanica  $k$
- Dimensionare l'attuatore a bobina mobile in termini di numero di spire e diametro di avvolgimento disegnare la sua sezione
- Progettare l'anello di controllo di corrente (di tipo PI), definendone nel dettaglio i parametri.
- Progettare l'anello di controllo di velocità in modo da realizzare uno smorzamento del sistema in catena chiusa pari ad almeno  $c_{cl}/c_{cr} > 0.1$
- Tracciare le funzioni di trasferimento in anello chiuso e aperto fra la velocità della massa (out) e quella del pavimento (g)

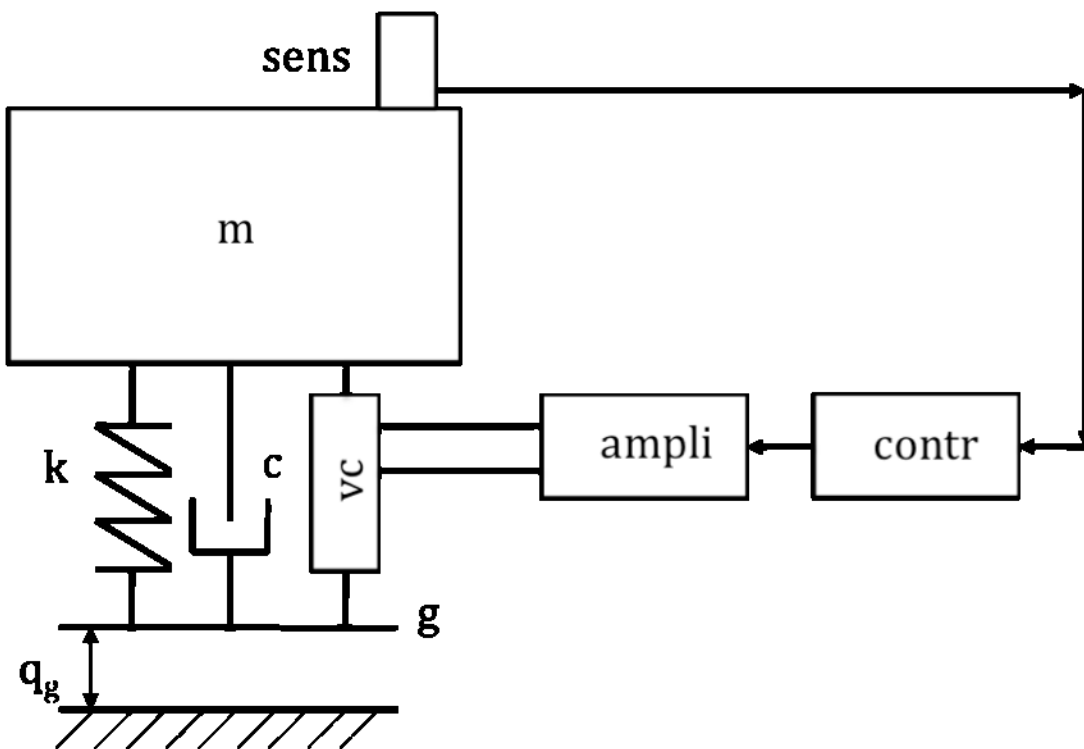


Figura 1: schema di sistema di isolamento dalle vibrazioni