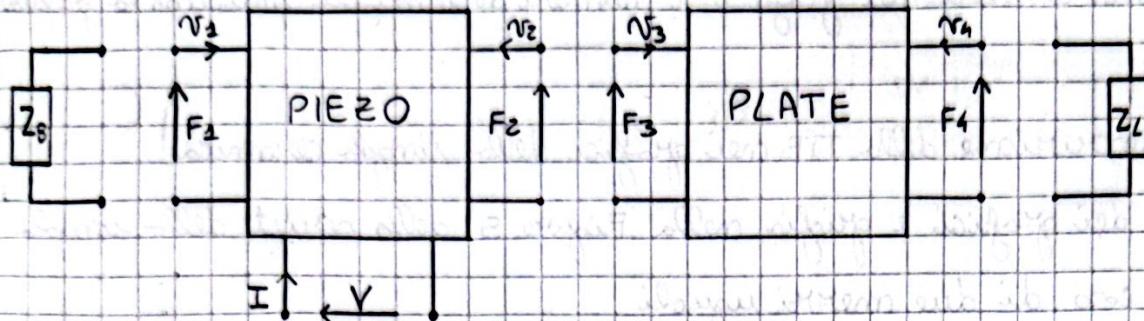


Modellazione teorica di un trasduttore elettromeccanico a doppia banda

Schematizzazione del problema con l'ausilio di reti due porte:



In generale per una porta p di un sistema, l'impedenza di ingresso (in impedenza driving-point impedance) è il rapporto tra la variabile "flusso" e la variabile "flusso" sulla stessa porta. Nel caso dell'elem. piezo, siccome siamo interessati alla conversione flusso elettr. \rightarrow def. mecc. avvenendo dall'unica porta elettrica essa è definita come:

$$Z_{in,p} = \frac{V}{I}$$

Riconoscendo semplicemente l'impedenza vista ai monetti della porta elettrica (avendo la generazione della tensione per il regime di corrente alternata CA) con tutte le sorgenti indipendenti interne disattivate.

In altre parole la Z_{in} è esattamente l'impedenza equivalente di Thévenin Z_{in} della rete avvenuta ai monetti della porta elettrica del piezo ($Z_{in} = Z_{in,p}$).

Tutto questo per dire che dal punto di vista del calcolo di Z_{in} del piezo, nel caso in cui aggiungo l'interfaccia (porta) destra del piezo e il corrispondente aggiungo (matching plate), è possibile sostituire il corrispondente F_3 con l'impedenza equivalente Z_{eq} vista alla porta meccanica 2 del piezo, che riguarda plate + corrispondente Z_2 .

Il discorso precedente porta alla seguente semplificazione della rete:



Procedo quindi a calcolare Z_{eq} . Per farlo mi concentro sul sistema trascurando del plate + corrispondente. Quest'ultimo è un sistema puramente meccanico quindi lo η_2 che lo descrivono sono ricavabili da quelli che descrivono la ceramica η_1 cancellando il fattore di accoppiamento elettro-mecccanico M_{33} :

$$\begin{bmatrix} F_3 \\ F_4 \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{cases} F_3 = M_{11} V_3 + M_{12} V_4 \\ F_4 = M_{21} V_3 + M_{22} V_4 \end{cases}$$

Termino (ovvero aggiungo) la porta 4 con $Z_1 = Z_2$:

$$\begin{cases} F_4 = -Z_2 V_4 \\ F_3 = M_{11} V_3 + M_{12} V_4 \\ F_4 = M_{21} V_3 + M_{22} V_4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} // \\ // \\ -Z_2 V_4 = M_{21} V_3 + M_{22} V_4 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \parallel \\ \parallel \\ N_3 = -\frac{M_{21}}{Z_2 + M_{22}} N_3 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \parallel \\ F_3 = M_{31} N_3 + M_{32} \left(-\frac{M_{21}}{Z_2 + M_{22}} N_3 \right) \Rightarrow \\ \parallel \\ F_3 = \left(M_{31} - \frac{M_{21} M_{32}}{Z_2 + M_{22}} \right) N_3 \Rightarrow \frac{F_3}{N_3} = M_{31} - \frac{M_{21} M_{32}}{Z_2 + M_{22}} \end{array} \right.$$

Per definizione, allo scatto 3 plate + carico si comporta come un'impedenza meccanica Z_{eq} tale che $Z_{eq} = F_3 / N_3$. Quindi:

$$Z_{eq} = M_{31} - \frac{M_{21} M_{32}}{Z_2 + M_{22}}$$

Dato che il plate è uniforme, lineare e ferma, con le variabili e i segni definiti allo stesso modo alle due polte. Allora il plate (come viene anche evidenziato nelle slide) è simmetrico e quindi:

$$\begin{aligned} M_{31} &= M_{22} \\ M_{22} &= M_{21} \end{aligned}$$

Allora Z_{eq} è scrivibile come:

$$Z_{eq} = M_{21} - \frac{M_{21}^2}{Z_2 + M_{21}}$$

(Notare come questa forma è molto simile a quella di Z_{im} visto per il filo, ma è necessario tenere a mente che qui compare gli elementi dello mat. A che è strutturante meccanica mentre li comparenno gli elementi dello mat. B che è eletromecanica. Hanno quindi funzione decisamente differente)

E infine possibile una volta calcolato Z_{eq} utilizzarlo a guisa di Z_2 per il calcolo della Z_{im} del sistema allo scatto massimo (avendo utilizzato mat. B).