

Frascati, November 30, 2004

Note: **ME-16**

STUDIO DELLA VIBRAZIONE AMBIENTALE NELLA SALA MODULATORI DI DAΦNE

L. Pellegrino, U. Rotundo

1. Introduzione

L'uso dei modulatori nel LINAC di DAΦNE comporta la generazione di vibrazioni meccaniche, anche in forma di rumore acustico, come facilmente verificabile nei pressi dei modulatori stessi.

Scopo del presente lavoro è di rilevare l'ampiezza degli spostamenti del suolo della sala in funzione della frequenza delle vibrazioni indotte. Tale misura servirà per una previsione parziale del campo di vibrazioni cui sarà soggetto l'esperimento SPARC, che impiega analoghi modulatori per il suo funzionamento.

2. Metodologia e strumentazione utilizzata

Le misure sono state effettuate all'interno della Sala Modulatori in prossimità del cancello di protezione dal lato della sala DAΦNE, durante il funzionamento del LINAC. Sono state rilevate sia la vibrazione assoluta, acquisendo i dati da due sensori separatamente, sia lo spostamento differenziale tra due punti per la verifica della coerenza.

Le misure assolute sono state effettuate contemporaneamente su tre direzioni, utilizzando sensori di tipo triassiale. Le misure differenziali sono state fatte considerando un asse per volta, cioè impiegando due canali della scheda, grazie al fatto che la scheda acquisisce in maniera sincrona tutti e quattro i canali.

Il sistema di riferimento scelto per la descrizione degli spostamenti è rappresentato in Figura 1, dove l'asse z è perpendicolare al foglio e da esso uscente, in modo da costituire una terna equiversa con i restanti assi.

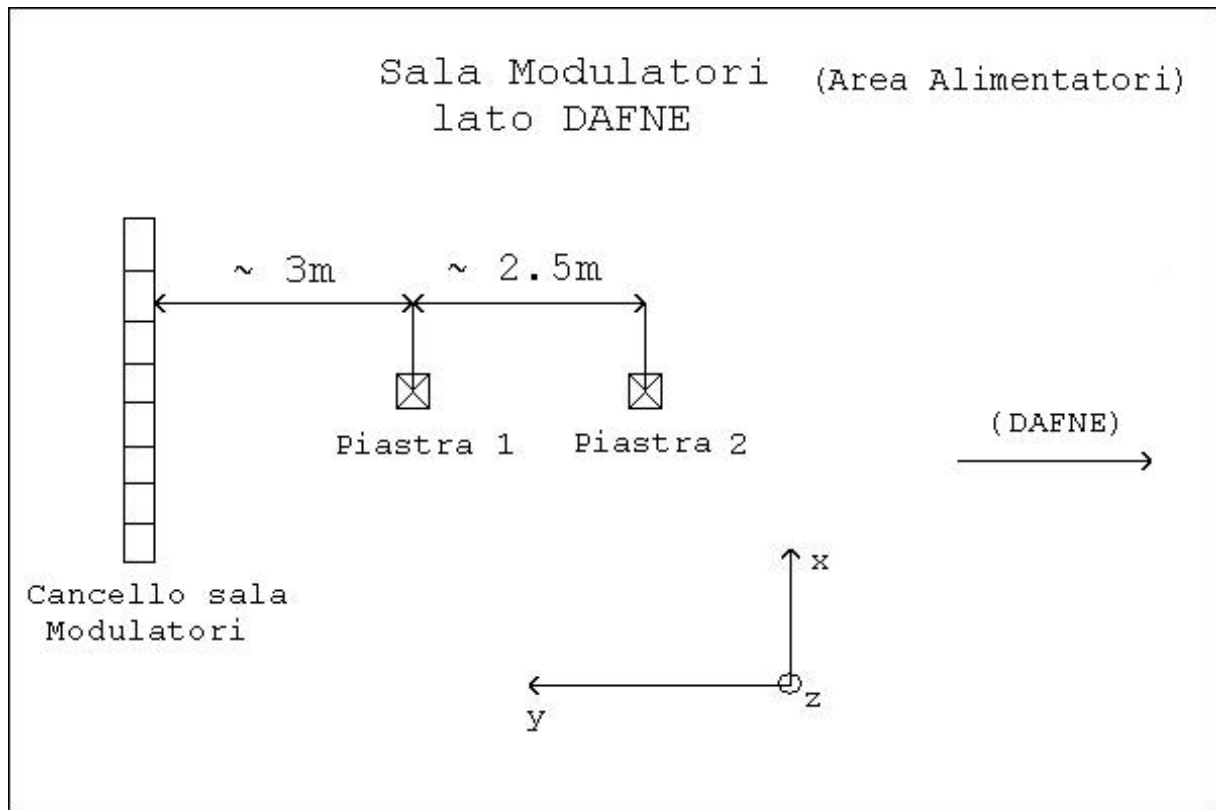


Figura 1: Sistema di riferimento per la misura delle vibrazioni

La catena di misura per l'acquisizione dati è composta da due accelerometri di tipo PCB-J356B18, una scheda di acquisizione DAQ della National Instruments tipo PCI-4474 a 24 bit e quattro canali, e dal software LabVIEW sempre della National Instruments [5]. La scheda PCI è dotata di filtri passa-basso integrati per eliminare il problema dell'aliasing, consentendoci di sfruttare l'intero campo di frequenze degli accelerometri (5-3000 Hz). Il problema del data leakage è risolto via software per mezzo di LabVIEW, con il quale è stata sviluppata un'applicazione che esegue la finestrazione del segnale nel dominio del tempo, consentendo di ottenere una misura non affetta da errori dovuti al campionamento del segnale [1,2,3,5].

L'installazione a terra degli accelerometri è stata effettuata per mezzo di due piastre di supporto di acciaio inox di dimensioni 100x100x8 mm, dotate di fori filettati. Le piastre sono state installate ad una distanza di circa 2,5 m tra di loro ed a circa 3 m dal cancello di protezione.

La scelta dell'installazione dei sensori per mezzo delle piastre è stata dettata dal fatto che per ottenere una rigidità di contatto soddisfacente i metodi più appropriati di fissaggio sono l'impiego di collegamenti filettati oppure incollati [4]. Risultando più difficoltoso l'impiego di un collante per il collegamento metallo-cemento, si è preferito realizzare dei fori filettati nelle piastre che a loro volta vengono fissate a terra per mezzo di tasselli fisher.

L'interposizione delle piastre fra i sensori ed il pavimento, tuttavia, costituisce un filtro meccanico, che taglia il campo delle frequenze in corrispondenza della prima frequenza propria del sistema (filtro passa-basso) [4]. Lo studio del comportamento vibrazionale delle piastre è stato eseguito per mezzo del codice ad elementi finiti ANSYS. I risultati di tale studio sono presentati in Figura 2. La prima frequenza propria del sistema si trova intorno ai 5000 Hz, non comportando quindi problemi di limitazione del campo di indagine.

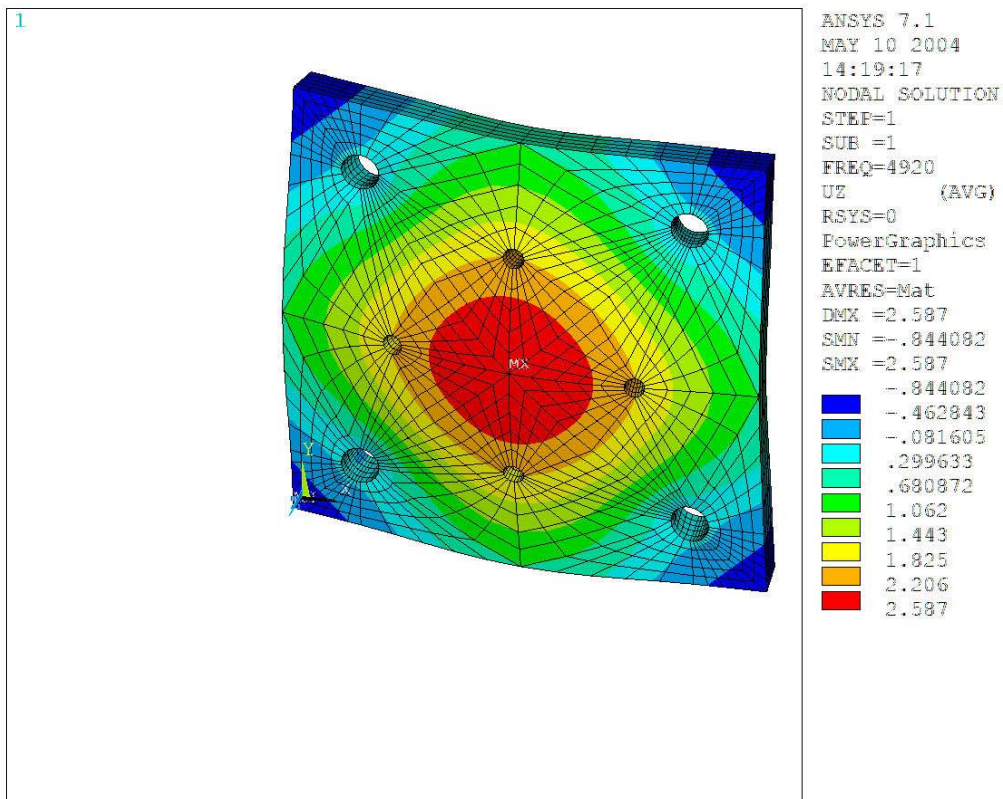


Figura 2: Studio delle caratteristiche vibratorie delle piastre di supporto per gli accelerometri

3. Analisi dei risultati

Gli spettri risultanti dalle misure hanno le seguenti caratteristiche:

- frequenza di campionamento: 102400 Hz,
- risoluzione FFT: 1Hz,
- sensibilità accelerometri: 1000 mV/g
- campo di frequenze: 5-3000 Hz
- finestratura: Flat Top,
- numero di acquisizioni mediate: 16,

e sono presentati nelle seguenti Figure, in cui il campo di frequenza è limitato all'intervallo 5-300 Hz per motivi di chiarezza di rappresentazione.

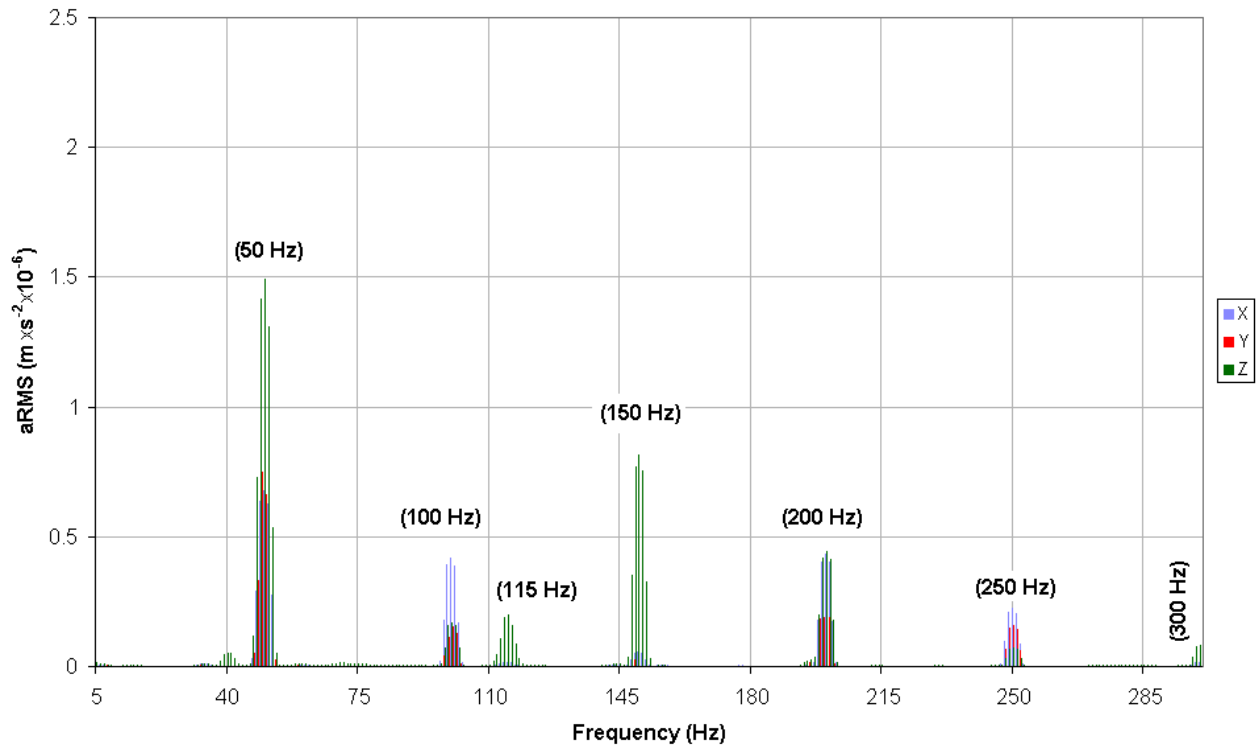


Figura 3: Accelerazione assoluta nelle tre direzioni rilevata sulla piastra numero 1

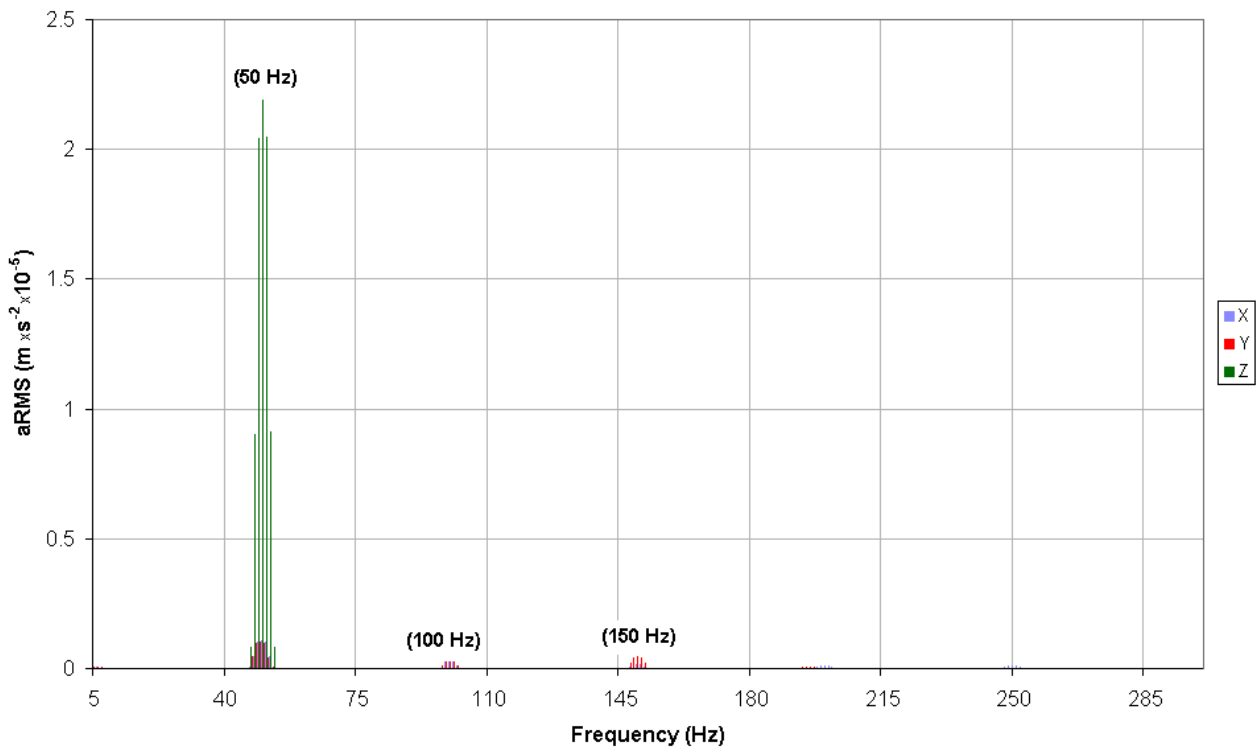


Figura 4: accelerazione assoluta nelle tre direzioni rilevata sulla piastra numero 2

Si deduce che il livello di vibrazione al suolo in sala modulatori è abbondantemente al di sotto della soglia dei sensori (50 μg , Tabella 5 in [5]), **pertanto l'ampiezza dello spostamento è minore di 0.5 μm nel campo di frequenze studiato.**

4. Conclusioni

Dai risultati ottenuti si osserva che il livello delle vibrazioni indotto sulla struttura della Sala Modulatori dal funzionamento degli stessi modulatori è di entità trascurabile relativamente all'esercizio dell'acceleratore DAΦNE. Lo stesso si può ipotizzare per il funzionamento di SPARC, che impiegherà modulatori dello stesso tipo, essendo la soglia massima tollerabile dell'ordine del micron.

Oltre alla modesta entità degli spostamenti assoluti, anche gli spostamenti differenziali sono risultati trascurabili: per questo motivo l'analisi di coerenza non è stata necessaria.

Bibliografia

- [1] S.Gade, H.Herlufsen: "**Windows to FFT Analysis (Part I)**", BRÜEL & KJÆR, Technical Review No. 3, 1987.
- [2] S.Gade, H.Herlufsen: "**Windows to FFT Analysis (Part II)**", BRÜEL & KJÆR, Technical Review No. 4, 1987.
- [3] M.Cerna, A.F.Harvey: "**The Fundamentals of FFT-Based Signal Analysis and Measurement**", National Instruments, Application Note No. 041, July 2000.
- [4] J.T.Broch: "**Mechanical Vibration and Shock Measurements**", BRÜEL & KJÆR, October 1980.
- [5] L.Pellegrino, U.Rotundo: "**Misura di Vibrazioni Meccaniche per SPARC**", SPARC Technical Note, 2004.
- [6] L.Pellegrino, U.Rotundo; "**Site vibration study for the SPARC project**", MEDSI 2004, Grenoble.