

## **Capitolo 8**

### **Analisi dei segnali di una prova senza danneggiamento**

#### **8.1 Esame spettrale di prova senza danneggiamento**

Si procede all'esame degli spettri FFT e PSD di una prova completa a 10 milioni di cicli in cui non si è registrato alcun danneggiamento, confrontando gli spettri relativi al segnale dell'accelerometro n° 2 con gli spettri relativi del segnale microfonico.

##### **8.1.1 Esame spettro 0-90 e.o.**

Confrontando l'intero campo spettrale FFT tra 0-90 e.o., figura 8-1, il microfono è caratterizzato da una maggior attività a basso numero di ordine e da una zona di ingranamento ruote test, ~ 80 e.o., in cui gli effetti di modulazione sono praticamente assenti (freccia rossa).

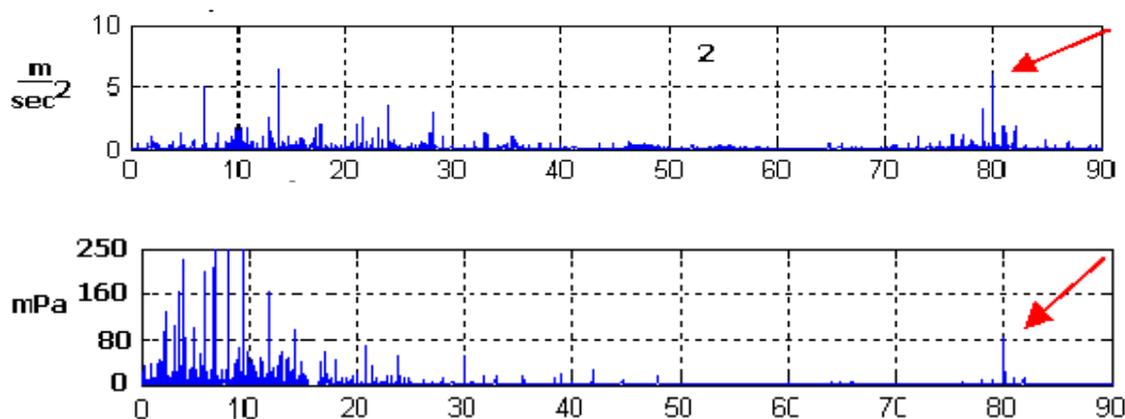


Figura 8- 1 Spettro FFT 0-90 e.o. Accelerometro 2 e Microfono

##### **8.1.2 Esame spettro 0-10 e.o.**

Nel campo a basso numero di ordine 0-10 si comprende le potenzialità del microfono, confrontando lo spettro del microfono con lo spettro relativo all'accelerometro 2, all'accelerometro triassiale in direzione z e all'accelerometro mobile, posizionato sulla nervatura centrale della zona slave sinistra.

Analizzando la figura successiva si osserva, infatti, che il microfono riproduce pressoché fedelmente le componenti frequenziali rilevate dagli accelerometri triassiale, in direzione z, e mobile, con i quali, durante le prove, veniva monitorata la zona di bassa frequenza della parte slave del banco, ed in particolare quelle frequenze che si ritengono associabili al

funzionamento dei cuscinetti, indicati con la freccia verde che sono in parte evidenziate anche dal segnale dell' accelerometro test, ma in misura inferiore.

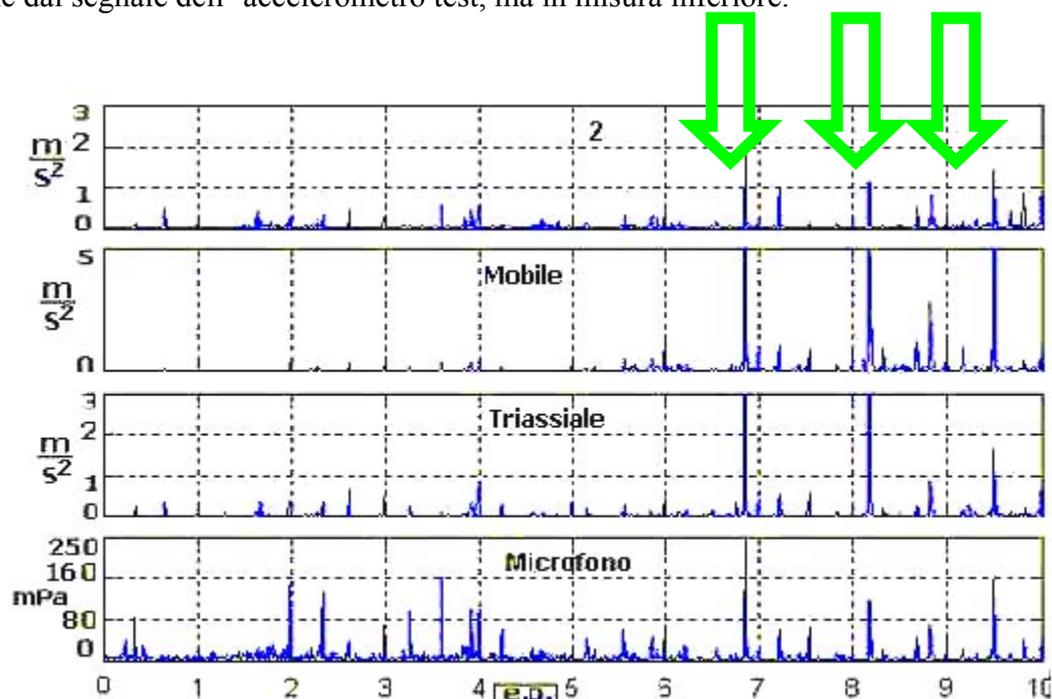


Figura 8- 2 Spettro FFT 0-10 e.o. Accelerometro 2 e Microfono

Da notare, freccia blu in figura 8-3, è il doppio picco ravvicinato ad ordine 6.8, che, per le formule relative alle frequenze caratteristiche dei difetti dei cuscinetti, identifica il difetto sull'elemento volvente del cuscinetto reggispinta, montato sulle ruote slave veloci.

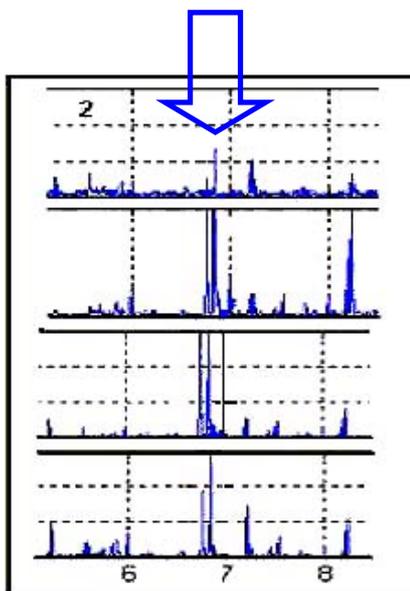


Figura 8- 3

Essendo il cuscinetto in questione a doppia corona di sfere, il doppio picco ( sorta di “battimento”) è quindi quasi certamente riconducibile a tale cuscinetto, con l'avvertenza che trattandosi di cuscinetti montati con elevato gioco, non è possibile affermare con sicurezza

che si sia generato un difetto sul corpo volvente, in quanto è possibile che il doppio picco sia associabile a giochi non completamente riassorbiti con la temperatura.

### **8.1.3 Esame spettro 37-41 e.o.**

In figura 8-4, si osserva che il segnale relativo all'accelerometro 2 non presenta la frequenza di ingranamento slave, come succede per gli altri accelerometri della zona test, come illustrato dal segnale relativo all'accelerometro 3.

Il segnale microfonico, in tale campo frequenziale è caratterizzato da effetti di modulazione. Esaminando i vari picchi di bassa intensità che accompagnano l'ordine 39, si nota che sono tutti picchi distanziati di  $\sim 0.33$  e.o., ovvero la frequenza di rotazione della ruota slave.

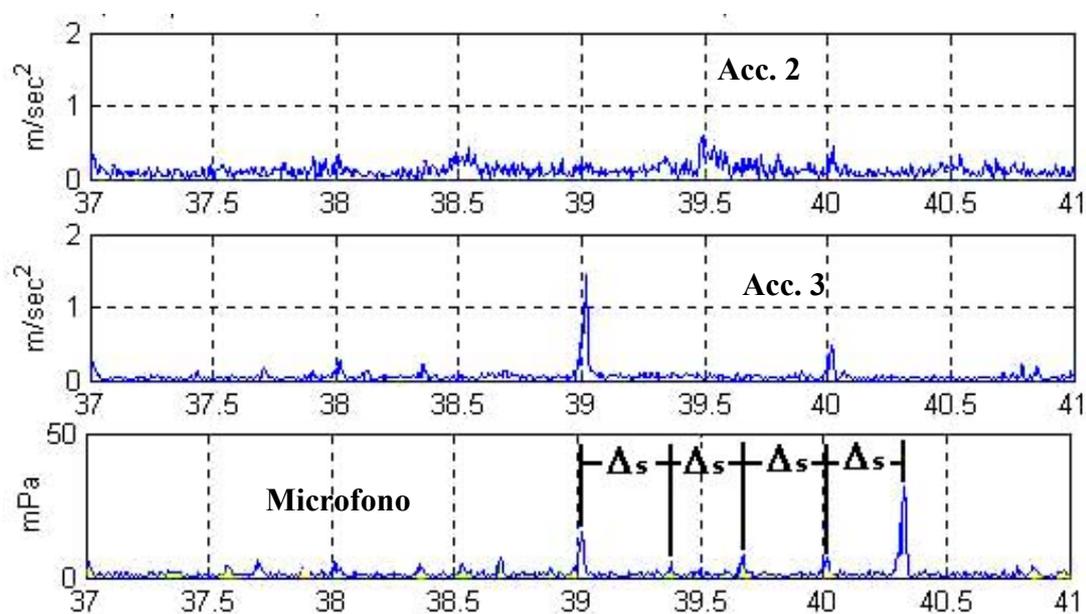


Figura 8- 4 Spettro FFT 37-41 e.o. Accelerometro 2 e Microfono

### **8.1.4 Esame spettro 77-83 e.o.**

In figura 8-5, relativa alla zona di ingranamento, si nota come il segnale accelerometrico sia caratterizzato dall'effetto di modulazione, presentando picchi a ordine 79,81 e 82, ovvero distanziati di 1-2 ordini dal picco ad ordine 80, corrispondente all'ingranamento del singolo dente della ruota test.

Il segnale microfonico, come accennato precedentemente, risulta praticamente esente dall'effetto di modulazione

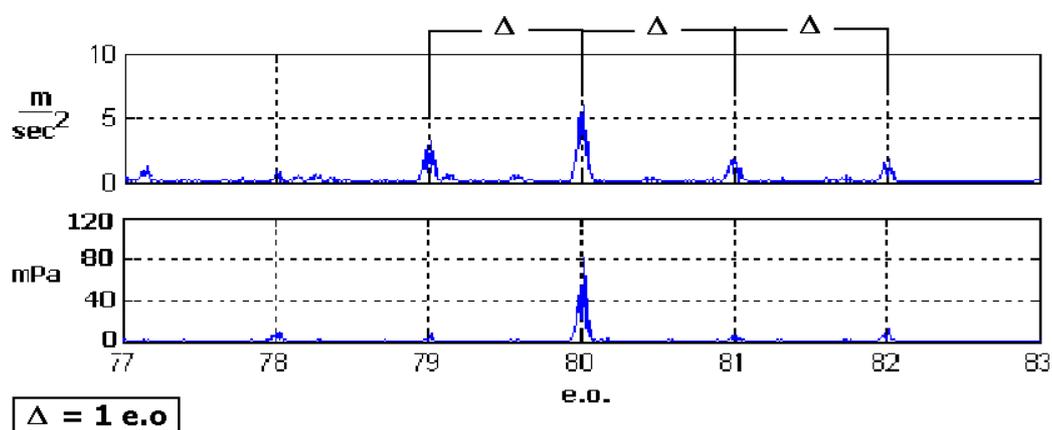


Figura 8- 5 Spettro FFT 77-83 e.o. Accelerometro 2 e Microfono

## 8.2 Conclusioni

L'esame dello spettro ha evidenziato le notevoli potenzialità del microfono nel monitorare un macchinario complesso come quello rappresentato dal banco prova Renk.

Il microfono è, in effetti, uno strumento che permette di seguire l'evoluzione delle componenti frequenziali di interesse e non presenta le componenti frequenziali legate ai fenomeni di modulazione, nell'intorno della frequenza d'ingranamento delle ruote test.

Si tratta di un aspetto particolarmente importante, in quanto nell'analisi del segnale relativo ad ingranaggi, la tecnica decisamente più funzionale è la media sincrona (TSA), la quale risente in modo deciso dei fenomeni di modulazione, nell'individuare il danneggiamento con un anticipo rilevante, essendo una tecnica basata sull'identificazione della variazione della forma del segnale.

Inoltre lo spettro FFT e lo spettro PSD si differenziano in quanto il primo permette di monitorare l'evoluzione delle componenti frequenziali ad ampiezza minore, mentre il secondo, amplificando le componenti ad ampiezza più elevata, permette di concentrare l'attenzione sull'evoluzione di quest'ultime.

In tale capitolo non si è riportato l'andamento frequenziale relativo agli altri accelerometri della zona test, in quanto, pur funzionando adeguatamente nelle zone di interesse, presentavano delle componenti frequenziali relative a disturbi elettrici ( 0.3, 0.6 e.o., relative alla frequenza di rete di 50 Hz), dovute alle ridotte dimensioni e alla non perfetta schermatura del sensore, resa difficoltosa dalla presenza di vapori e di perdite d'olio.

Si tratta di una problematica assente nel segnale microfonico data l'alimentazione a batterie da 9V.

In appendice C sono riportati gli spettri utilizzati per l'analisi riportata in questo capitolo.