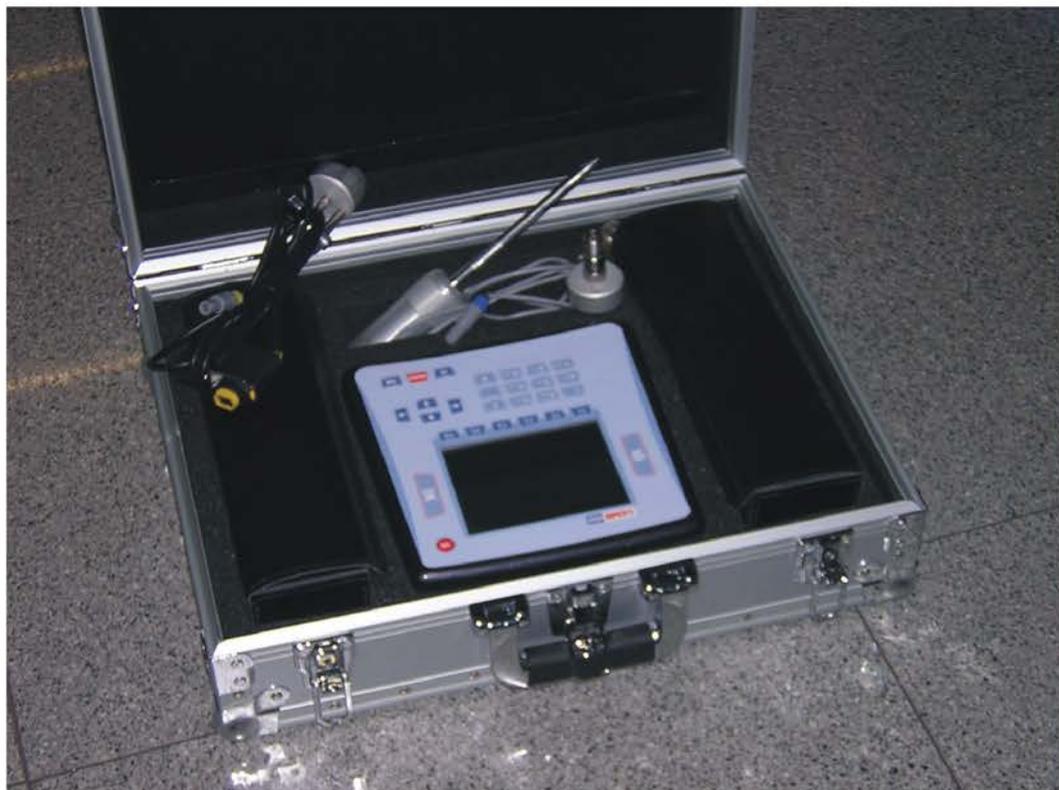




CEMB
BALANCING MACHINES

Via Risorgimento, 9
23826 - Mandello del Lario (Lc) Italy
www.cemb.com



N500

ANALIZZATORE DI SPETTRO BICANALE ED EQUILIBRATORE

Capitolo 1 - Descrizione generale

➤ Dotazione standard	1 - 1
➤ Dotazione opzionale	1 - 2
➤ Connessioni	1 - 2
➤ Batteria	1 - 3
➤ Consigli generali	1 - 4

Capitolo 2 - Panoramica generale

➤ Tasti presenti sul pannello	2 - 1
➤ Funzioni di utilizzo generale	2 - 4
- Funzioni legate alla fase di misura	2 - 4
- Funzione "Altre funzioni..."	2 - 5
- Funzioni operanti sui grafici	2 - 5
- Salvataggio misure	2 - 9
- Cattura e salvataggio immagini a video	2 - 10

Capitolo 3 - Quadro iniziale (menu)**Capitolo 4 - Funzionalità setup**

➤ Setup sensori	4 - 1
➤ Setup generale	4 - 3

Capitolo 5 - Funzionalità vibrometro

➤ Setup vibrometro	5 - 1
➤ Vibrometro - quadro di misura	5 - 3
➤ Monitoraggio nel tempo	5 - 4
➤ Monitoraggio in velocità	5 - 5

Capitolo 6 - Funzionalità FFT - Fast Fourier Transform

➤ Setup FFT	6 - 1
➤ Analisi spettrale (FFT)	6 - 4
➤ Funzione forma d'onda	6 - 6
➤ Setup trigger	6 - 6

Capitolo 7 - Funzionalità equilibratura

➤ Scelta del programma di equilibratura	7 - 2
➤ Sequenza di taratura	7 - 6
➤ Esecuzione della misura	7 - 8
➤ Misura squilibrio e calcolo della correzione	7 - 10
➤ Scomposizione del peso di correzione	7 - 13
➤ Salvataggio di un programma di equilibratura	7 - 14

Capitolo 8 - Funzionalità archivio

➤ Gestione archivio	8 - 1
➤ Copiatura / spostamento archivio su chiavetta USB ...	8 - 2
➤ Invio archivio al PC	8 - 4
➤ Visualizzazione misure presenti in archivio	8 - 5

Capitolo 9 - Programma CEMB PoInTer (opzionale)

➤ Requisiti di sistema	9 - 1
➤ Installazione e registrazione	9 - 2
➤ Archivio punti di misura	9 - 3
- Gestione dell'archivio	9 - 4
- Protezione dei dati - Password	9 - 5
➤ Lista misure	9 - 5
➤ Lettura delle misure salvate nell'apparecchio N500	9 - 6
➤ Caricamento di nuove misure in archivio	9 - 7
➤ Selezione ed eliminazione misure	9 - 8
➤ Lista delle misure da rappresentare in un grafico	9 - 8
➤ Visualizzazione grafici	9 - 9
- Cursore	9 - 10
- Zoom	9 - 10
- Spostamento dei grafici nella finestra	9 - 11
- Separa/Unisci grafici	9 - 11
➤ Creazione e stampa di certificati e report	9 - 12

Appendice A - Dati tecnici

Appendice B - Criteri di giudizio

Appendice C - Guida all'interpretazione di uno spettro

Appendice D - Codici utilizzabili nei modelli per i certificati ottenibili col programma CEMB PoInTer

Allegato: Precisione di equilibratura dei rotanti rigidi

Descrizione generale

L'apparecchio **N500**, assieme ai suoi accessori, è fornito in un'apposita valigia nella quale è consigliabile riporlo al termine di ogni utilizzo, per evitare danneggiamenti durante il trasporto.



Dotazione standard:

- n. 2 trasduttori velocimetri diam. 40
- n. 2 cavi di collegamento trasduttori
- n. 2 basi magnetiche
- n. 2 puntali
- fotocellula 18.000 RPM completa di ritto e base magnetica
- carica batterie
- rotolo nastro rifrangente
- valigia
- manuale

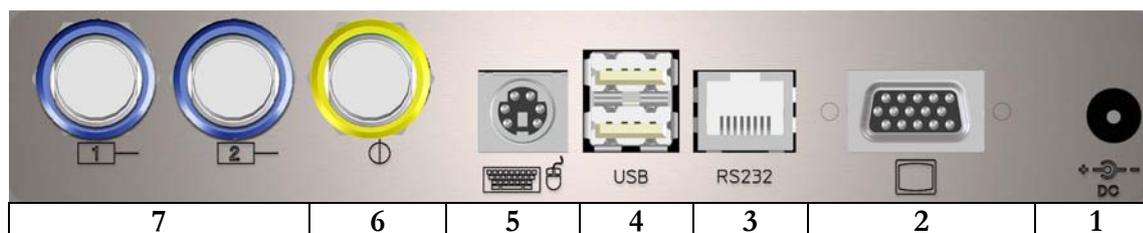
Dotazione opzionale:

- trasduttore accelerometro tipo TA-18/S completo di cavo di collegamento e base magnetica
- sensore di prossimità completo di ritto, cavo e base magnetica
- fotocellula a fibre ottiche (60.000 RPM) completa di ritto e base magnetica
- prolunga da 10 metri per trasduttori
- prolunga da 10 metri per fotocellula
- stampante portatile per la stampa diretta di certificati su carta termica normale o adesiva
- software CEMB PoInTer per archiviazione, gestione e stampa dati.

Nota:

Dopo il collegamento della stampante alla porta RS232 è necessario attendere circa 5 secondi per il completamento della procedura automatica di riconoscimento e inizializzazione. Solo a questo punto sarà possibile effettuare una stampa, premendo il tasto

Conessioni



- 1 – caricabatteria
- 2 – uscita VGA 15 pin (solo per assistenza CEMB)
- 3 – porta seriale RS232 (collegamento stampante portatile opzionale)
- 4 – 2 porte USB tipo A (master)
- 5 – ingresso tastiera PS2
- 6 – ingresso fotocellula
- 7 – 2 ingressi canali di misura

Il collegamento dei sensori e della fotocellula può essere fatto semplicemente inserendo il connettore nella corrispondente presa, spingendolo fino a che un "click" segnala l'avvenuto bloccaggio; avere cura di allineare correttamente il collegamento di sicurezza, come mostrato in figura.



Per estrarre il connettore, invece, premere la sua parte terminale (blu o gialla) e contemporaneamente tirare il corpo principale (grigio), in modo da sbloccarlo.



Attenzione:

Evitare di tirare il connettore con forza senza averlo prima sbloccato come descritto in precedenza, in quanto potrebbe danneggiarsi.

Batteria

L'apparecchio N500 è dotato di una batteria ricaricabile al litio incorporata, che consente un'autonomia superiore alle otto ore, in condizioni di normale uso dell'apparecchio. Lo stato di carica della batteria è evidenziato da un'icona nell'angolo superiore destro di ogni quadro.

-  batteria completamente carica
-  batteria parzialmente carica
-  batteria quasi scarica (quando appare, l'apparecchio ha ancora circa un'ora di autonomia)
-  batteria scarica: procedere ad una ricarica entro 5 minuti

Nel caso in cui la batteria sia scarica e l'apparecchio non venga ricaricato entro 5 minuti, appare il messaggio



quindi l'apparecchio si spegne.

In queste condizioni risultano interrotte eventuali misure ancora attive e perciò non ancora salvate.

**Attenzione:**

E' fortemente raccomandato ricaricare la batteria con l'apparecchio spento; poiché il caricamento è completato in meno di cinque ore, evitare di lasciare il carica batterie collegato per un tempo eccessivamente lungo (massimo 12 ore).

**Attenzione:**

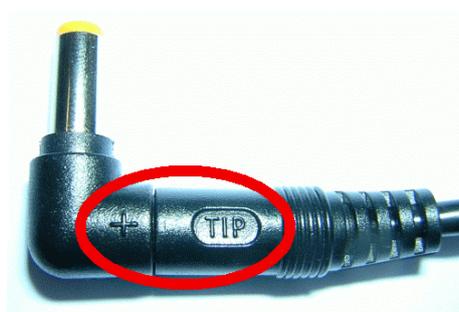
La batteria al litio può sopportare senza problemi cicli di carica-scarica anche quotidiani, mentre può essere danneggiata se scaricata completamente. Per questo motivo si consiglia di effettuare una ricarica almeno una volta ogni tre mesi, anche nel caso di non utilizzo prolungato.

Nota:

Poiché il consumo maggiore è dovuto alla retroilluminazione del display LCD, questa viene spenta automaticamente trascorsi due minuti senza che alcun tasto sia premuto. La pressione di un qualsiasi tasto (esclusi  e quelli del tastierino alfanumerico) è sufficiente a riaccenderla.

**Attenzione:**

Nel caso in cui l'apparecchio N500 sia dotato di carica batterie *Accord*, l'adattatore da inserire nella presa dello strumento stesso deve essere montato con la polarità corretta, mantenendo il simbolo + sullo stesso lato della scritta *TIP*, come mostrato nella seguente immagine. In caso contrario l'apparecchio potrebbe danneggiarsi.



Consigli generali

Conservare ed utilizzare lo strumento lontano da fonti di calore e da campi elettromagnetici di notevole intensità (inverter e motori elettrici di grande potenza).

La precisione della misura può essere inficiata dal cavo di collegamento tra trasduttore e strumento, si raccomanda pertanto di:

- non far percorrere a tale cavo tratti in comune con cavi di potenza;
- preferire una sovrapposizione in maniera perpendicolare in caso di incrocio con cavi di potenza;
- usare sempre il cavo più corto possibile; le linee flottanti funzionano infatti come antenne attive e passive.

Panoramica generale

Tasti presenti sul pannello



Il pannello dello strumento CEMB N500 integra una tastiera nella quale i tasti possono essere suddivisi per funzione:

- tasto di accensione/spengimento



Premere questo tasto per accendere l'apparecchio; tenerlo premuto per almeno 3 secondi per spegnerlo, quindi rilasciare il pulsante.

Nota:

Dopo la pressione di , l'apparecchio è pronto all'uso solo al termine della procedura di accensione, segnalata dall'apparire del quadro iniziale (v. Cap. 3).

Nota:

Dopo aver spento l'apparecchio occorre attendere circa 30 secondi prima che sia possibile riaccenderlo.

- tasti per la navigazione tra le pagine



La pressione di questo tasto in un quadro di setup conferma le impostazioni selezionate, e permette il passaggio al quadro successivo. In un quadro di misura, invece, ha la funzione di avviare/arrestare la misura stessa (v. 2-4 **Avviare / Fermare l'acquisizione**).

Nota:

Per facilitare l'utilizzo dell'apparecchio anche con la mano sinistra, il tasto  è presente ad entrambi i lati del display.



La pressione di questo tasto provoca l'abbandono del quadro attuale e il ritorno a quello precedente, senza tener conto di eventuali modifiche (o salvataggi) nelle impostazioni.

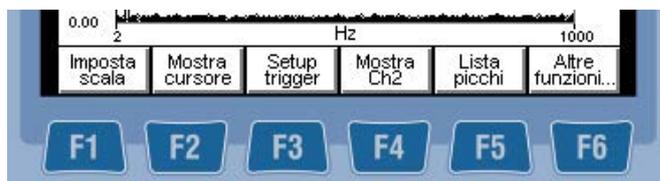


Utilizzato per il ritorno alla pagina principale, da qualsiasi altra pagina.

- tasti funzione



Nei vari quadri ognuno di essi è collegato a funzioni diverse, di volta in volta indicate sui tasti rappresentati nella parte bassa del display: ognuna di queste viene attivata premendo il tasto funzione ad essa sottostante.



Nei quadri di setup sono utilizzati per impostare i vari parametri, ognuno indicato da un numero corrispondente a quello del tasto funzione da premere per modificarlo.

- tasto tabulazione



E' utilizzato soltanto quando ci sono due grafici rappresentati sulla stessa pagina; la sua pressione cambia quello attivo, al quale si applicheranno le funzioni selezionate. Il grafico attivo è identificabile dal simbolo ◀ posto sulla parte destra.

- frecce direzionali



Nella visualizzazione di un grafico, aumentano o diminuiscono rispettivamente il valore minimo o massimo dell'asse x (← , →) o dell'asse y (↓ , ↑).
In fase di inserimento di un valore per un parametro, invece, spostano il cursore a sinistra o destra (← , →) ed incrementano o decrementano il valore in questione (↑ , ↓).

- tastierino alfanumerico

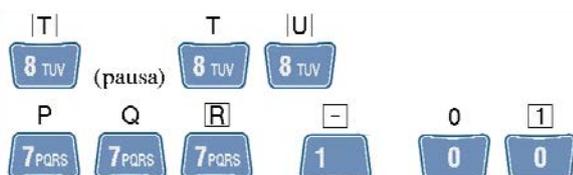


E' utilizzato per inserire caratteri alfanumerici nei campi che non permettono soltanto selezioni predefinite. Dove è possibile inserire soltanto numeri, funziona come un normale tastierino numerico.

Per inserire un carattere, invece, premere ripetutamente un tasto per scorrere quelli ad esso assegnati (ad esempio, M N O 6) fino a che viene visualizzato quello voluto. Il cursore passa automaticamente alla posizione successiva dopo una pausa di un secondo, oppure dopo aver premuto un diverso tasto.

Con **C** può essere cancellato il carattere alla sinistra del cursore.

Per esempio, nel caso si voglia inserire la parola "TUR-1" premere:



Nota:

Un'icona indica se per le lettere è abilitato lo stile MAIUSCOLO **↑** (selezionabile con **↑**) o minuscolo **↓** (selezionabile con **↓**).

- tasto di cattura immagini



La pressione di questo tasto ha la funzione di catturare l'immagine presente sul display e aprire un quadro che ne consente il salvataggio (v. 2-10 **cattura e salvataggio di immagini a video**).

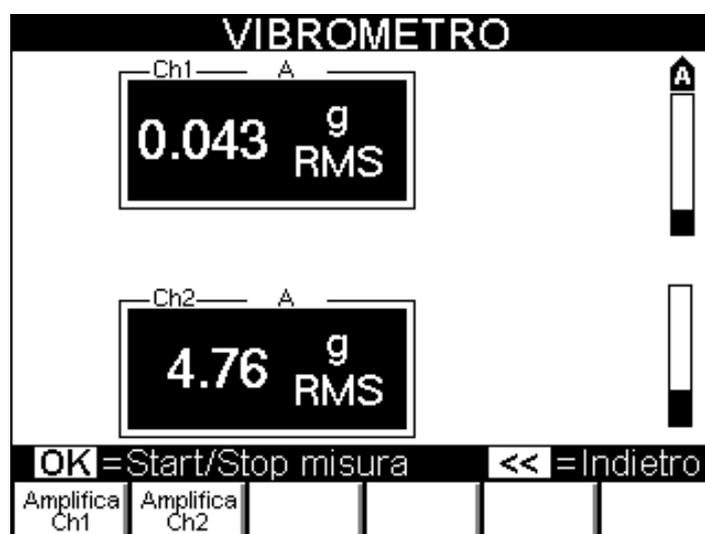
Funzioni di utilizzo generale

Accanto a numerose funzioni, specifiche per ogni diversa funzionalità e descritte nelle corrispondenti sezioni, ve ne sono alcune di utilizzo generale, che verranno di seguito presentate.

- Funzioni legate alla fase di misura

Avviare / Fermare l'acquisizione:

In tutti i quadri di misura l'acquisizione viene avviata premendo **OK** e successivamente arrestata premendo ancora lo stesso **OK**.
Lo stato di acquisizione attiva è facilmente riconoscibile (eccetto nella funzionalità Equilibratura) dalla presenza di una barra indicatrice del livello del segnale in ingresso ad ognuno dei canali attivi.



Nella funzionalità Equilibratura, invece, questo stato è segnalato da un'indicazione della qualità della misura in corso (v.7-8 **Esecuzione della misura**).

Modificare l'amplificazione dei canali:

Quando la misura è attiva (eccetto nella funzionalità Equilibratura, dove questo sarebbe controproducente), l'amplificazione analogica può essere abilitata o disabilitata separatamente per ognuno dei canali attivi: questo è possibile selezionando **Amplifica Ch1** o **Amplifica Ch2**. La condizione di amplificazione abilitata è segnalata dal simbolo **A** posto immediatamente sopra la corrispondente barra di livello segnale.

Nota:

Per ottenere una buona misura, cominciare sempre con l'amplificazione disabilitata. Avviare l'acquisizione e per ogni canale attivo osservare la barra di livello: abilitare l'amplificazione nel caso il segnale sia piccolo. Controllare nuovamente il livello del segnale: se è lontano dal fondo scala (zona di saturazione) mantenere l'amplificazione, altrimenti disabilitarla nuovamente ed eseguire la misura con canale non amplificato.

**Attenzione:**

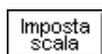
Dopo aver cambiato l'amplificazione, attendere per alcuni secondi fino a che la misura sia stabile.

- Funzione “Altre funzioni...”

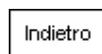
Quando le funzioni accessibili da una certo quadro sono più di sei, non ci sono sufficienti tasti funzione a cui farle corrispondere; in questi casi il tasto  viene associato

a  .

La sua pressione provoca la sostituzione delle funzioni corrispondenti a  ...  con altre cinque. La corrispondenza iniziale può essere ripristinata con un'ulteriore pressione di  .

- Funzioni operanti sui grafici**Impostazione scala:**

consente di selezionare la funzione di modifica dei valori minimo e massimo degli assi di un grafico; in questo modo può essere visualizzata unicamente la zona di maggior interesse. La sua attivazione rende disponibili le seguenti sotto-funzioni:



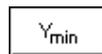
: abbandona la funzione Imposta scala



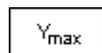
: imposta il valore minimo dell'asse x



: imposta il valore massimo dell'asse x



: imposta il valore minimo dell'asse y

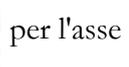


: imposta il valore massimo dell'asse y



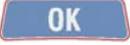
: imposta i limiti degli assi coerentemente con i dati del grafico

Il valore dell'estremo selezionato (x_{\min} , x_{\max} , Y_{\min} oppure Y_{\max} , visualizzato con scritta bianca su fondo nero), può essere aumentato o diminuito premendo rispettivamente



per l'asse x e  o  per l'asse y.

Nota:

La misura può essere avviata con  anche mentre è attiva **Imposta scala**, ma provoca automaticamente l'uscita da questa funzione.

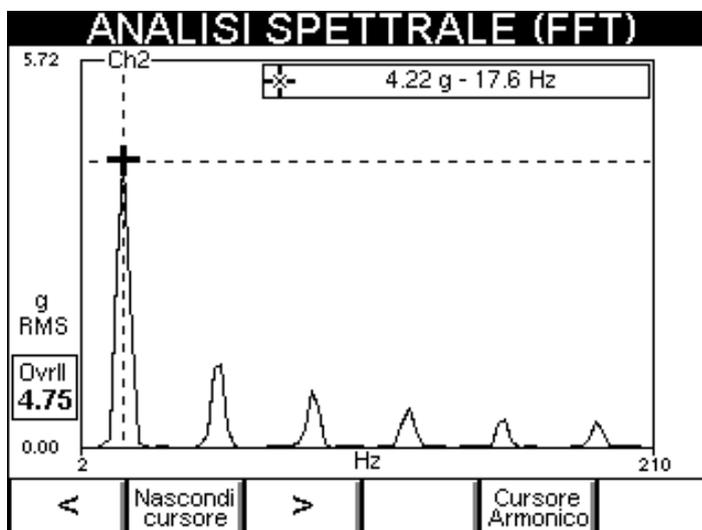
Nota:

Quando sullo stesso quadro sono rappresentati due grafici contemporaneamente, le funzioni di scala operano sul grafico attivo (identificato dal simbolo ).

Il grafico attivo può essere cambiato con la pressione del tasto .

Utilizzo del cursore

In un qualsiasi grafico, purché la regione visibile non sia vuota, è possibile introdurre un cursore, in modo da agevolare la lettura e l'interpretazione dei dati visualizzati: questo può essere fatto con . Una finestra nell'angolo superiore destro del grafico contiene le coordinate del punto in cui il cursore si trova.



Il cursore può essere mosso di un passo a destra o a sinistra utilizzando rispettivamente  o .

Per raggiungere rapidamente punti molto distanti dalla posizione attuale, tenere premuto  o . Con  il cursore viene tolto.

Nota:

La misura può essere avviata con  anche mentre è visibile il cursore; al termine della misura il cursore rimane visibile.

Nota:

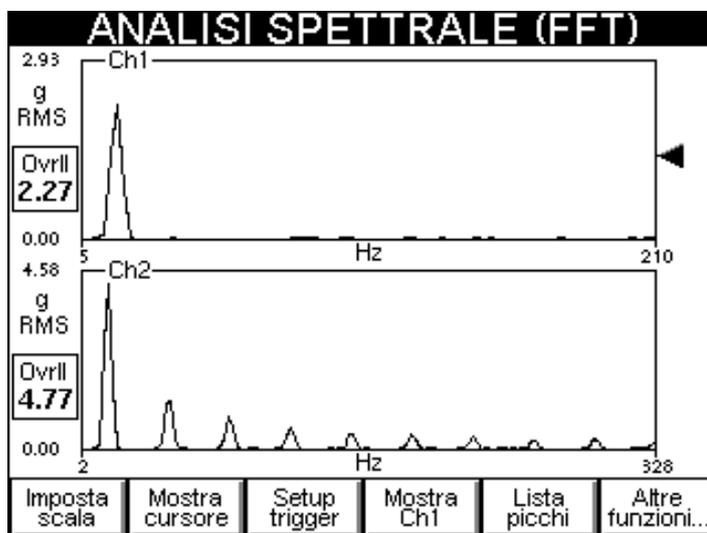
Quando sullo stesso quadro sono rappresentati due grafici contemporaneamente è possibile visualizzare il cursore su entrambi, per rendere più agevoli confronti e valutazioni. La pressione dei tasti funzione agisce, però, soltanto su quello del grafico attivo in quel momento (identificato dal simbolo ).

Il grafico attivo può essere cambiato con la pressione del tasto .

Cambio del canale visualizzato:

Nel caso entrambi i canali di misura siano abilitati, diversi tipi di visualizzazione sono possibili:

- solo grafico del canale Ch1
- solo grafico del canale Ch2
- grafici dei canali Ch1 e Ch2 contemporaneamente



Il passaggio in sequenza delle varie possibilità viene ottenuto premendo

ripetutamente il tasto **F4** che corrisponde di volta in volta alle opzioni

Mostra
Ch1+Ch2

o

Mostra
Ch1

Mostra
Ch2

Lista picchi

Selezionando questa funzione viene mostrata una tabella con i 10 picchi di valore più elevato presenti nella zona del grafico visualizzata, associati alla corrispondente posizione. Il loro valore è calcolato applicando al grafico un algoritmo di interpolazione, e questo consente, ad esempio, di individuare in una FFT anche picchi non situati in corrispondenza di una delle linee dello spettro (utilizzo più frequente).

ANALISI SPETTRALE (FFT)		
Ch1	g RMS	Freq [Hz]
	4.238	17.1
	1.327	51.2
	0.846	85.2
	0.612	119.5
	0.435	153.6
	0.370	187.5
	0.338	221.9
	0.283	255.9
	0.244	289.8
	0.239	324.2

La pressione di produce l'uscita da questa funzione, e ripropone il grafico (o i grafici) .

Nota:

I 10 picchi più elevati sono determinati in relazione al valore di quello più alto presente nel grafico; perciò in alcune circostanze la lista potrebbe contenere meno di 10 picchi.

Nota:

Nel caso siano visualizzati i grafici di entrambi i canali, la lista picchi viene calcolata per quello attivo (individuabile dal simbolo ◀).

- salvataggio misure

Lo strumento N500 consente il facile salvataggio dei dati acquisiti; a tale scopo sono disponibili quattro diversi archivi, per i quattro diversi tipi di acquisizione possibili:

- forme d'onda
- spettri (FFT)
- monitoraggi nel tempo
- monitoraggi in velocità

La pressione di  consente di visualizzare l'archivio corrispondente alla misura effettuata. Tutte le 50 posizioni complessive (contrassegnate rispettivamente con M001 ... M050) sono elencate; quelle vuote sono riconoscibili dal simbolo ----, le altre riportano nome, data e ora di salvataggio del loro contenuto.



La scelta della posizione in cui salvare la misura effettuata può essere compiuta con le frecce  e , poi è sufficiente premere  per visualizzare un *pop-up* nel quale inserire il nome voluto, come spiegato in. 2-3 - **Tastierino alfanumerico**.

Se è stata effettuata un'acquisizione bicanale, il salvataggio è automaticamente eseguito per entrambi i canali nello stesso file.

La cancellazione di una misura, e lo svuotamento della corrispondente posizione nell'archivio, può essere ottenuta premendo . Con  è invece possibile svuotare completamente l'archivio misure.

Nota:

I tasti  e , che rispettivamente incrementano e decrementano di 10 la posizione selezionata, possono essere usati per scorrere rapidamente l'archivio.

Nota:

Poiché lo spettro è il tipo di misura di maggior interesse, l'apparecchio N500 consente di memorizzare fino a 500 FFT.

- cattura e salvataggio immagini a video

In tutti i quadri dell'apparecchio N500 l'immagine visibile sul display può essere catturata con  e salvata in formato *png* in un apposito archivio. Questa può essere in seguito utilizzata a corredo di eventuale documentazione prodotta dall'operatore.

IMMAGINI DEI QUADRI	
C001: ----	----
C002: Initial unbalance	21/12/05-11:43
C003: Final unbalance	21/12/05-12:34
C004: ----	----
C005: ----	----
C006: ----	----
C007: FFT motor 1	20/12/05-14:11
C008: ----	----
C009: Monitor pump	20/12/05-16:46
C010: ----	----

Salva Elimina Elimina tutti

La scelta della posizione per il salvataggio può essere compiuta con le frecce  e , poi è sufficiente premere  per visualizzare un *pop-up* nel quale inserire il nome voluto, come spiegato in 2-3 - **Tastierino alfanumerico**.

La cancellazione di un'immagine, e lo svuotamento della corrispondente posizione nell'archivio, può essere ottenuta premendo . Con  è invece possibile svuotare completamente l'archivio immagini.

Nota:

I tasti  e , che rispettivamente incrementano e decrementano di 10 la posizione selezionata, possono essere usati per scorrere rapidamente l'archivio.

Quadro iniziale (menu)

Al completamento dell'accensione l'apparecchio N500 presenta il suo quadro principale



che, oltre a mostrare una serie di informazioni:

- logo del produttore e nome dello strumento
- numero di serie (S/N) dell'apparecchio
- versione del programma presente
- stato della batteria:
 - completamente carica 
 - parzialmente carica 
 - quasi scarica 
 - scarica 
 - apparecchio in carica (collegamento alla presa elettrica tramite il  caricabatteria fornito)

come un vero e proprio menu propone e consente la selezione delle funzionalità disponibili:

1. Vibrometro

- misura del valore totale e di quello sincrono di vibrazione
- misura e memorizzazione dell'andamento della vibrazione al variare del tempo o della velocità del rotante

2. **FFT** (Fast Fourier Transform)

- scomposizione della vibrazione nelle sue frequenze componenti
- visualizzazione della forma d'onda della vibrazione

3. **Equilibratura**

- equilibratura di rotanti

4. **Setup**

- impostazione delle caratteristiche dei sensori collegati all'apparecchio
- impostazione dei parametri generali di funzionamento dell'apparecchio

5. **Archivio**

- gestione archivio (cambio nome o eliminazione dei dati salvati sullo strumento N500)
- copiatura o spostamento archivio su chiave USB

Nota:

Da qualsiasi altro quadro è possibile ritornare a questo premendo 

Funzionalità setup

Setup sensori

SETUP SENSORI					
1. Tipo sensore Ch1—— ACCEL					
2. Sensibilità Ch1—— 100.0 mV/g					
3. Tipo sensore Ch2—— ACCEL					
4. Sensibilità Ch2—— 100.0 mV/g					
5. Setup generale					
OK = Accetta			<< = Abbandona		
1	2	3	4	5	

L'apparecchio N500 può essere utilizzato con diverse tipologie e modelli di sensori, e perciò per una corretta misura è necessario impostare esattamente tipo e sensibilità dei sensori effettivamente collegati.

Nota:

Sebbene l'apparecchio possa funzionare correttamente con qualsiasi combinazione di sensori, si consiglia di collegare sensori dello stesso tipo e modello ai due canali.

1. Tipo sensore:

Può essere selezionata una qualunque delle seguenti possibilità:

- **OFF** : sensore non presente (oppure canale da mantenere spento)
- **ACCEL** : accelerometro
- **VELOC** : velocimetro
- **DISPLC** : sensore di prossimità (non-contatto)

Nota:

Non è possibile impostare ad OFF entrambi i canali; almeno uno dei due canali deve essere attivo.

Nota:

Sebbene l'unità di misura voluta possa essere diversa da quella naturale del sensore, solo queste combinazioni sono possibili.

TIPO SENSORE	MISURA VOLUTA
ACCEL	accelerazione, velocità, spostamento
VELOC	velocità, spostamento
DISPLC	spostamento

Nota:

Lo strumento N500 è in grado di determinare automaticamente se ad un canale abilitato (cioè non impostato **OFF** nel **Setup sensori**) non è collegato alcun sensore e lo segnala visualizzando il simbolo  in prossimità della barra di segnale del canale corrispondente (soltanto durante la misura).

Per evitare la sua visualizzazione è consigliato disabilitare il canale eventualmente non utilizzato, impostando **OFF**.



Attenzione:

La comparsa di questo simbolo per un canale al quale un sensore è in realtà collegato, indica un possibile malfunzionamento del sensore, oppure un problema nel collegamento (ad esempio il cavo potrebbe essersi tranciato).

In questo caso è consigliabile fare alcune prove collegando al canale in questione un sensore sicuramente funzionante, nel caso l'indicazione persista, contattare l'assistenza CEMB.

2. Sensibilità del sensore

E' il numero di volt per unità prodotti dal sensore: per i vari tipi si esprime in:

TIPO SENSORE	SENSIBILITA'	VALORE TIPICO
ACCEL	mV/g	100
VELOC	mV/(mm/s)	21,2
DISPLC	mV/ μ m	0.25



Attenzione:

Diversi modelli possono avere sensibilità diverse dai valori tipici; prestare attenzione nel ricavare dalla documentazione del sensore il valore corretto ed impostarlo.

Setup generale

SETUP GENERALE					
1. Data (gg/mm/aaaa)——		15/12/2005			
2. Ora (hh:mm:ss)——		09:12:50			
3. Lingua——		ITALIANO			
4. Sistema misura——		g; mm/s; μ m			
6. Aggiornamento firmware					
OK = Accetta			<< = Abbandona		
1	2	3	4		6

Nota:

Premendo il tasto  è visualizzato il *pop-up* SYSTEM INFO, contenente le informazioni complete sul sistema. Premendo un qualsiasi tasto, è possibile chiudere questa finestra .

In questa pagina devono essere impostati i parametri di utilizzo generale nell'apparecchio.

1. Data

Usando il tastierino alfanumerico inserire la data nel formato GG/MM/AAAA.

2. Ora

Usando il tastierino alfanumerico inserire l'ora nel formato HH:MM:SS.

3. Lingua

Selezionare una delle lingue possibili:

- ITALIANO
- ENGLISH
- DEUTSCH
- FRANÇAIS
- ESPAÑOL

4. Sistema misura

Le unità di misura usate per i valori di accelerazione, velocità e spostamento possono essere rispettivamente:

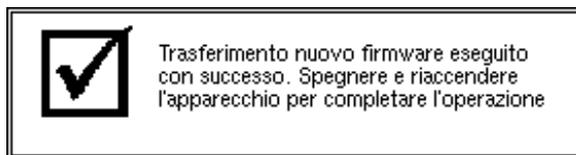
- g; mm/s; μ m : unità metriche
- g; inc/s; mils : unità anglosassoni

6. Aggiornamento firmware

La pressione del tasto  non imposta alcun parametro, ma consente di aggiornare il programma (*firmware*) all'interno dell'apparecchio, nel caso ciò si renda necessario.

Ogni nuova versione del *firmware* è costituita da un file con estensione *fmw*, che deve essere copiato nella directory principale sulla chiave USB fornita.

E' sufficiente inserire la *pendrive* in una delle porte USB dell'apparecchio, e successivamente premere  per avviare la procedura di aggiornamento automatico, al termine della quale il *pop-up*

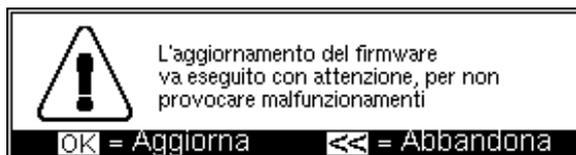


segnala l'avvenuto trasferimento del file e richiede di spegnere e riaccendere l'apparecchio per completare l'operazione.



Attenzione:

L'aggiornamento del *firmware* è un'operazione delicata, che può durare parecchi minuti, e va eseguita attenendosi attentamente alle istruzioni fornite, per non causare malfunzionamenti o perdita di dati; per questo motivo è richiesta una conferma esplicita prima di attivare questa procedura.



E' necessario utilizzare solamente *firmware* ottenuti direttamente dall'assistenza CEMB, ed è opportuno estrarre la chiave USB prima di riavviare l'apparecchio.



Attenzione:

Nel caso in cui l'operazione di aggiornamento automatico non vada a buon fine, contattare l'assistenza CEMB, riportando il tipo di errore segnalato.

Funzionalità vibrometro

Una delle informazioni più semplici, ma allo stesso tempo più significative nell'analisi di vibrazioni, è il valore globale (*overall*) della vibrazione stessa. Questo è infatti molto spesso il primo parametro da tenere in considerazione per valutare le condizioni di funzionamento di un motore, un ventilatore, una pompa, una macchina utensile...

Opportune tabelle consentono di discriminare tra uno stato ottimo ed uno buono, ammissibile, tollerabile, inammissibile o addirittura pericoloso. (v. **Appendice B - Criteri di giudizio**).

In talune situazioni, invece, può essere interessante conoscere i valori di modulo e fase della vibrazione sincrona (*1xRPM*), cioè corrispondente alla velocità di rotazione del rotante.

La funzionalità vibrometro realizza questo tipo di misure, e mette a disposizione anche due funzioni di monitoraggio, per osservare l'andamento della vibrazione nel tempo, oppure al variare della velocità del rotante.

Setup vibrometro

Le impostazioni necessarie per ottenere una corretta misura di valore globale (*overall*) sono selezionate nella pagina **SETUP VIBROMETRO**.

SETUP VIBROMETRO					
1. Unità di misura	_____				g
2. Tipo misura	_____				RMS
3. Campo frequenza	_____				10-1000 Hz
6. Nr. medie	_____				1
OK = Accetta		<< = Abbandona			
1	2	3			

1. Unità di misura

Selezionare l'unità di misura nella quale si vuole sia fornita la vibrazione: le possibilità sono

- accelerazione (g)
- velocità (mm/s o inch/s)
- spostamento (μm o mils)

2. Tipo misura

Come tutte le grandezze fisiche, la vibrazione ha un valore che può variare istante per istante: matematicamente può essere descritta da una funzione del tempo. Il suo valore globale, allora, può essere calcolato in tre diverse tipologie:

- **RMS** (Root Mean Square): valore quadratico medio
è il valor medio della vibrazione preventivamente elevata al quadrato;
è quello tipicamente utilizzato, in particolare per misure di accelerazione o velocità.
- **PK** (Peak): valore di picco
è il valor massimo raggiunto dalla vibrazione in un certo intervallo di tempo.
- **PP** (Peak-to-Peak): valore di picco-picco
è la differenza tra il valore massimo e quello minimo raggiunti dalla vibrazione in un certo intervallo di tempo;
è utilizzato solitamente per le misure di spostamento.

3. Campo frequenza

Il valore globale della vibrazione è solitamente originato dalla somma di vari contributi, causati da molteplici fenomeni, che quindi si presentano associati a frequenze diverse. A seconda dei casi potrebbe interessare tener conto nell'*overall* solamente di quelli corrispondenti ad una certa banda di frequenze:

- 3-300 Hz se l'interesse è limitato a fenomeni con basse frequenze
- 10-1000 Hz per rispettare le condizioni della norma ISO 10816-1 (tipico)
- 10-10000 Hz per tenere conto di un'ampia banda

Per utenti esperti (e per condizioni estremamente particolari) è disponibile un campo di frequenza CUSTOM, che consente di impostare a piacere sia la frequenza di campionamento f_s che il numero di campioni N_s . L'*overall* è calcolato, infatti, con tecniche digitali a partire dallo spettro del segnale, e perciò i parametri di campionamento determinano i limiti di banda secondo le relazioni:

$$f_{min} = 2 \frac{f_s}{N_s} \qquad f_{max} = \frac{f_s}{2.56}$$

SETUP VIBROMETRO					
1. Unità di misura	_____				g
2. Tipo misura	_____				RMS
3. Campo frequenza	_____				CUSTOM
4. Freq. campion. [Hz]	_____				4500
5. Nr. campioni	_____				512
6. Nr. medie	_____				1
OK = Accetta		<< = Abbandona			
1	2	3	4	5	

Nota:

L'utilizzo di una banda di frequenza CUSTOM è consigliato solo ad utenti esperti, che abbiano approfondita conoscenza dei concetti base dell'elaborazione digitale del segnale. Un errata scelta dei parametri di campionamento infatti, può portare a risultati inadeguati. Con una f_{max} troppo bassa, ad esempio, si possono perdere informazioni significative ad alta frequenza; con una troppo alta, di contro, la risoluzione potrebbe essere insufficiente per distinguere due picchi.

4. Nr. Medie

E' il numero di valori che devono essere calcolati e mediati tra loro per aumentare la stabilità della misura. Quattro medie sono più che sufficienti per normali misure di vibrazione su macchine rotanti.

Dopo aver effettuato le impostazioni volute, premendo  si accede al quadro di misura **VIBROMETRO**.

Vibrometro – quadro di misura

La pagina di misura presenta una serie di informazioni, organizzate come in figura:

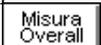


1. canale misurato
2. informazioni di misura: indicano l'unità del sensore (A, V o D) e l'eventuale conversione effettuata per fornire l'*overall* (ad esempio $A \rightarrow V$ significa che la lettura è fatta con un accelerometro, ma la vibrazione è fornita in velocità)
3. valore globale della vibrazione
4. unità di misura
5. tipo misura
6. valore della vibrazione sincrona
7. fase della vibrazione sincrona

8. velocità di rotazione del rotante
9. barra di livello del segnale
10. stato dell'amplificazione del canale

Nota:

I valori ottenuti in questo modo possono essere utilizzati per valutare lo stato di funzionamento di un'apparecchiatura impiegando, ad esempio, le tabelle ed i diagrammi presentati nell'**Appendice B** di questo manuale.

La misura di *default* è quella del valore totale di vibrazione, ma premendo  è possibile passare alla misura del valore sincrono: appaiono in questo modo le informazioni sul modulo, la fase e la velocità di rotazione. La pressione di  consente di ritornare alla misura dell'*overall*. E' opportuno ricordare che per eseguire una misura sincrona è necessario collegare la fotocellula e verificare che si appostata correttamente (v. Monitoraggio in velocità 5-6).

Stampa diretta del valore di vibrazione (opzionale).

Collegando la stampante portatile fornita (opzionale), premendo  è possibile stampare direttamente in campo i valori di vibrazione visualizzati nella pagina VIBROMETRO.

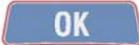
Monitoraggio nel tempo

La funzione di monitoraggio nel tempo consente di osservare (ed eventualmente memorizzare) l'andamento nel tempo del valore globale di vibrazione. A tale scopo è necessario impostare un valore adeguato per il parametro  scegliendo tra le possibilità:

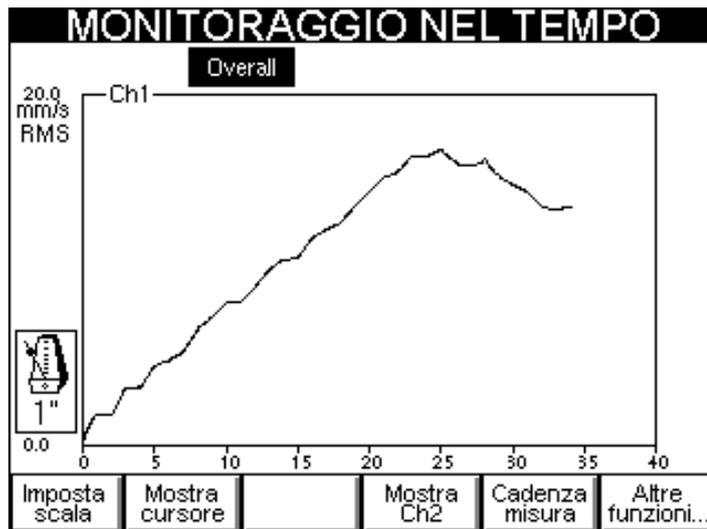
- 1" - un secondo
- 10" - dieci secondi
- 1' - un minuto
- 15' - quindici minuti

Dopo la pressione di  viene effettuata una misura di *overall*, indicata da un punto sul grafico; con la cadenza impostata tale misura è automaticamente ripetuta, ed un nuovo punto è rappresentato nel grafico. La disponibilità di una nuova misura è segnalata visualizzando per un attimo in bianco su fondo nero il valore della cadenza temporale (sotto l'icona con il metronomo ).

Quando il numero di misure effettuate supera quaranta, solo le quaranta più recenti sono visibili nel grafico.

Il monitoraggio si arresta con un'ulteriore pressione di  e diventano disponibili le tipiche funzioni di gestione dei grafici (v. **2-5 Funzioni operanti sui grafici**).

- Imposta scala (con la quale, volendo, si possono visualizzare anche tutte le misure effettuate)
- Mostra cursore
- Cambio del canale visualizzato
- Lista picchi



Selezionando e quindi l'intero monitoraggio può essere salvato in un file, per successive analisi.
 Se è abilitata l'acquisizione per entrambi i canali, il salvataggio è automaticamente eseguito per entrambi i canali nello stesso file.

Nota:

Poiché alla funzione **Monitoraggio nel tempo** si accede dal quadro **VIBROMETRO**, le impostazioni utilizzate per il calcolo dell'*overall* sono quelle selezionate nella schermata **SETUP VIBROMETRO**.

Nota:

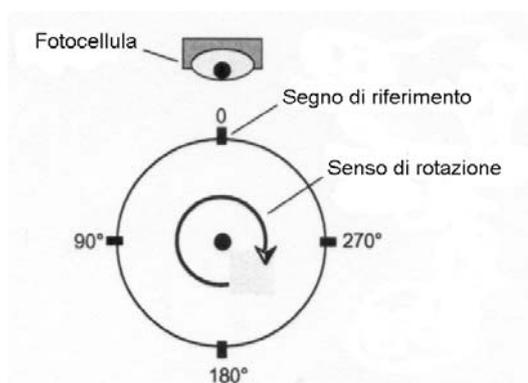
La memoria riservata ad un singolo monitoraggio consente di memorizzare al massimo 1024 valori per canale: al raggiungimento del limite l'acquisizione viene automaticamente arrestata per non avere perdita di dati. Per questo motivo è importante utilizzare la cadenza più opportuna in base alla durata del fenomeno in esame.

Monitoraggio in velocità

In molte situazioni può essere utile legare il valore della vibrazione a quello della velocità di rotazione di un albero; in questo modo si può indagare, ad esempio, come variano l'*overall* o la componente sincrona durante la fase di avviamento o fermata della macchina, individuando eventuali zone di criticità, o di rischio risonanza, che è sempre bene evitare.

Per l'utilizzo di questa funzione è essenziale il segnale tachimetrico; occorre quindi

- applicare una targhetta catarifrangente sul rotante come segno di riferimento (0°). A partire da questa posizione, gli angoli sono misurati in senso opposto a quello di rotazione dell'albero.



- collegare la fotocellula e posizionarla correttamente (50 – 400 mm), in modo che il led posto sul retro della stessa si accenda una sola volta al giro, quando il raggio di luce illumina il segno di riferimento. Se il funzionamento non fosse regolare allontanare o avvicinare la fotocellula, oppure inclinarla rispetto alla superficie del pezzo.

Il monitoraggio in velocità può essere eseguito secondo due differenti modalità:

- monitoraggio della vibrazione globale (*overall*)
- monitoraggio di modulo e fase della vibrazione sincrona alla velocità di rotazione ($1 \times RPM$)

Un'icona nella parte alta della pagina indica quale modalità è attualmente selezionata, che può essere cambiata premendo **F3**

In un monitoraggio sincrono vengono sempre visualizzati due grafici contemporaneamente, che possono essere:

- modulo e fase della vibrazione del canale 1
- modulo e fase della vibrazione del canale 2
- moduli della vibrazione di entrambi i canali

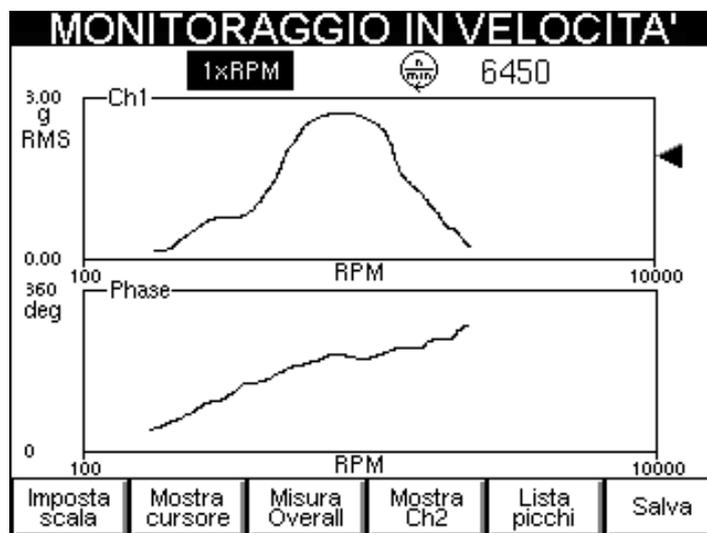
Il passaggio tra le varie modalità è possibile premendo **F4**

Dopo la pressione di **OK** vengono effettuate una misura di vibrazione e una lettura della velocità, rappresentandole poi con un punto sul grafico; tali misure sono automaticamente ripetute, ed ogni volta un nuovo punto è aggiunto al grafico.

In alto a destra, accanto al simbolo  è visualizzata per comodità la velocità attuale del rotante, espressa in RPM.

Il monitoraggio si arresta con un'ulteriore pressione di **OK**, e diventano disponibili le tipiche funzioni di gestione dei grafici (v. 2-5 **Funzioni operanti sui grafici**).

- Imposta scala
- Mostra cursore
- Cambio del canale visualizzato
- Lista picchi



Selezionando **Salva** l'intero monitoraggio può essere salvato in un file, per successive analisi.

Se è abilitata l'acquisizione per entrambi i canali, il salvataggio è automaticamente eseguito per entrambi i canali nello stesso file.

Nota:

La memoria riservata ad un singolo monitoraggio consente di memorizzare al massimo 1024 valori per canale: al raggiungimento del limite l'acquisizione viene automaticamente arrestata per non avere perdita di dati. Per questo motivo è importante utilizzare la cadenza più opportuna in base alla durata del fenomeno in esame.

Funzionalità FFT - Fast Fourier Transform

Una completa analisi della vibrazione non può prescindere dallo studio dei vari contributi che concorrono a formare il suo valore globale, e per questo motivo è indispensabile poter eseguire un'analisi spettrale con algoritmo FFT (Fast Fourier Transform).

Questa tecnica consente di scomporre un segnale misurato e memorizzato in un certo periodo di tempo, nelle sue frequenze componenti, rendendo più agevole la scoperta delle loro cause.

L'analisi dei picchi più elevati presenti nello spettro, unitamente a quella delle frequenze alle quali corrispondono consente di stabilire quali siano le principali sorgenti di vibrazione e, di conseguenza, gli aspetti su cui agire per ridurla.

Sebbene uno spettro contenga una serie di informazioni molto significative, la sua interpretazione richiede una certa esperienza ed attenzione; a questo scopo può risultare utile il materiale presentato nell'**Appendice C – Guida all'interpretazione di uno spettro**.

Setup FFT

La scelta delle corrette impostazioni è fondamentale per mettere in evidenza nello spettro le informazioni significative, separandole dall'ineliminabile rumore di fondo.

SETUP FFT					
1. Unità di misura	_____				mm/s
2. Tipo misura	_____				RMS
3. Unità di frequenza	_____				Hz
4. Frequenza max [Hz]	_____				1000
5. Nr. linee	_____				400
6. Nr. medie	_____				1
OK = Accetta		<< = Abbandona			
1	2	3	4	5	6

1. Unità di misura

Selezionare l'unità di misura nella quale si vuole sia fornita la vibrazione; le possibilità sono:

- accelerazione (g) – esalta le frequenze più alte ed attenua quelle basse
- velocità (mm/s o inch/s)
- spostamento (μm o mils) – esalta le frequenze più basse ed attenua quelle alte

2. Tipo misura

E' la modalità in cui è fornita ogni componente (linea) dello spettro, e può essere:

- **RMS** (Root Mean Square): valore quadratico medio
è quello tipicamente utilizzato, in quanto strettamente legato al valore globale RMS.
- **PK** (Peak): valore di picco
è il valor massimo raggiunto dalla componente in esame in un certo intervallo di tempo;
è scarsamente utilizzato perché non dà informazioni sul valore globale PK;
linea per linea è semplicemente pari al valore RMS moltiplicato per 1,41.
- **PP** (Peak-to-Peak): valore di picco-picco
è la differenza tra il valore massimo e quello minimo raggiunti dalla vibrazione in un certo intervallo di tempo;
è scarsamente utilizzato perché non dà informazioni sul valore globale PP;
linea per linea è semplicemente pari al valore RMS moltiplicato per 2,82.

3. Unità di frequenza

La scelta può essere:

- Hz – cicli (giri) al secondo
- RPM – giri al minuto

Nota:

Tra le due unità sussiste evidentemente la relazione $1 \text{ Hz} = 60 \text{ RPM}$

4. Frequenza max

E' la massima frequenza di interesse nel fenomeno in esame; in pratica è la massima frequenza visualizzabile nello spettro. Può essere scelta tra i valori predefiniti 25, 100, 500, 1000, 2500, 5000, 10000 e 15000 Hz, in base ai quali lo strumento N500 sceglie l'appropriata frequenza per l'acquisizione dati.

Nota:

La scelta tipica, adeguata per una larga maggioranza delle situazioni, è 1000 Hz (60.000 RPM), coerentemente con quanto indicato dalla norma ISO 10816-1.

Nota:

Una considerazione pratica solitamente utilizzata è quella di verificare che la frequenza massima impostata sia almeno 20-30 volte quella di rotazione dell'albero in esame. Questo consente di includere nello spettro anche la zona di alta frequenza dove solitamente si manifestano i problemi dovuti ai cuscinetti.

Nota:

A parità di altre condizioni, la scelta di una bassa frequenza massima (inferiore ai 1000 Hz) provoca un notevole aumento dei tempi necessari all'acquisizione e alla misura.

5. Nr. linee

Questo parametro definisce il numero di linee usate nell'algoritmo di FFT, legato in pratica alla risoluzione in frequenza nello spettro. Questa determina quanto vicina possa essere la frequenza di due picchi, affinché risultino ancora distinti nel grafico di FFT. Tale risoluzione è pari a

$$\frac{f_{max}}{N_{linee}}$$

e quindi per mantenerla costante, se la frequenza massima viene aumentata anche il numero di linee deve esserlo.

E' utile ricordare che il tempo necessario all'acquisizione del corretto numero di campioni è esattamente pari all'inverso della risoluzione; a questo va poi aggiunto quello necessario all'elaborazione dei dati. Esempio del legame risoluzione-tempo di acquisizione può essere ricavato dalla seguente tabella:

Risoluzione [Hz]	t _{acquisizione} [sec]
5	0,2
2,5	0,4
1,25	0,8
0,625	1,6
0,3125	3,2

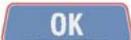
Nota:

L'utilizzo di un numero di linee troppo elevato non è consigliato, se non in situazioni dove è indispensabile una risoluzione estrema. Questa scelta si traduce, infatti, in un aumento dei tempi di calcolo e dello spazio necessario al salvataggio dati, spesso senza aggiungere particolari informazioni.

Una scelta ragionevole è quella di 200, 400 o al massimo 800 linee, avendo cura di impostare una frequenza max. coerente con la situazione in esame.

6. Nr. medie

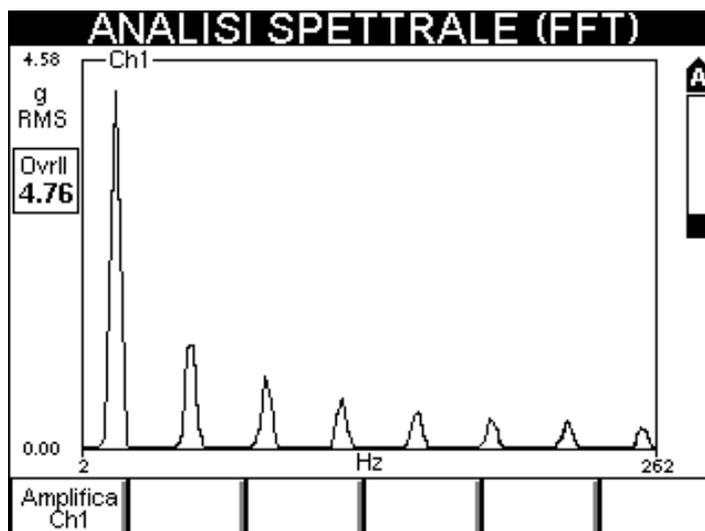
E' il numero di spettri che devono essere calcolati e mediati tra loro per aumentare la stabilità della misura. Quattro medie sono più che sufficienti per normali misure di vibrazione su macchine rotanti.

Premendo  si accede al quadro di misura **ANALISI SPETTRALE (FFT)**.

Analisi spettrale (FFT)

Ai segnali acquisiti rispettando le impostazioni effettuate è applicato l'algoritmo detto FFT; coerentemente con le raccomandazioni derivate dalla trattazione matematica da cui è ricavato, questa elaborazione numerica è preceduta dall'applicazione di una finestra di Hanning al segnale acquisito; questo consente di attenuare gli effetti di bordo dovuti alla digitalizzazione, e di ridurre i fenomeni di *leakage* (dispersione) nello spettro.

La pagina di misura ha l'aspetto visibile in figura, ed è organizzata in modo da massimizzare il più possibile l'area dedicata alla rappresentazione del grafico di FFT.



Sul lato sinistro è presente un riquadro *Ovrll*, in cui è riportato il valore globale (*overall*) del segnale per il canale visualizzato; le sue unità di misura sono le stesse della FFT. Questa informazione consente di tenere sotto controllo la vibrazione totale, anche durante l'analisi delle sue singole componenti.

Oltre alle usuali funzioni di gestione dei grafici (v. 2-5 **Funzioni operanti sui grafici**):

- Imposta scala
- Mostra cursore
- Cambio del canale visualizzato
- Lista picchi per visualizzare la lista dei picchi più elevati nello spettro (v. 2-8 **Lista picchi**).

sono disponibili:

- Forma d'onda (v. 6-6 **Funzione Forma d'onda**).
- Setup trigger per impostare un trigger da usare per avviare l'acquisizione (v. 6-6 **Setup trigger**).

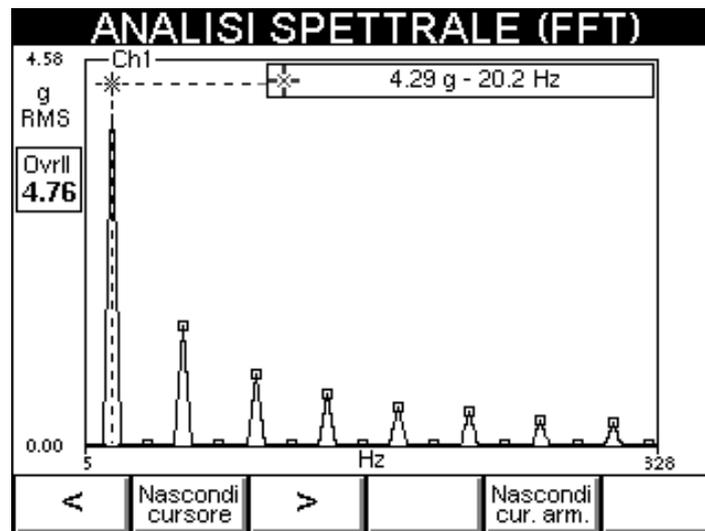
Cursore armonico

La visualizzazione del cursore su un grafico FFT (v. 2-6 **Utilizzo del cursore**) rende disponibile una particolare modalità detta *cursore armonico*.

La frequenza sulla quale il cursore si trova al momento della pressione di **Cursore Armonico** viene considerata come quella fondamentale del segnale in esame, e sul grafico vengono marcate tutte le armoniche di ordine superiore (2^a, 3^a, 4^a, ...)

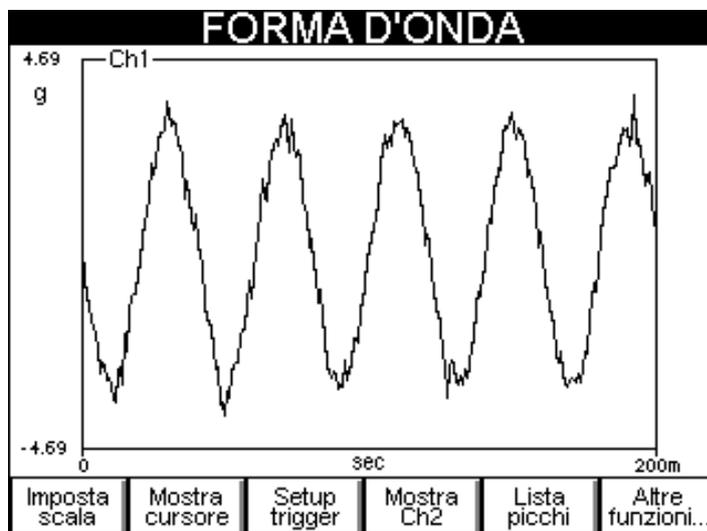
Lo spostamento del cursore, che varia la frequenza considerata come fondamentale, provoca l'aggiornamento automatico della posizione di tutte quelle multiple.

L'utilizzo del cursore armonico consente di riconoscere con facilità nello spettro famiglie di picchi in corrispondenza di frequenze tra loro multiple, tipicamente indicativi di particolari difettosità (v. **Appendice C**).



Funzione Forma d'onda

Nella seconda serie di funzioni (accessibile premendo) è presente che fa accedere ad una pagina in cui i segnali di vibrazione sono rappresentati nel dominio del tempo.



In questa modalità l'apparecchio N500 è utilizzabile come un vero e proprio oscilloscopio, e arricchisce ulteriormente la varietà di informazioni ricavabili dai segnali di vibrazione. Sono presenti anche qui tutte le tipiche funzioni di gestione grafici (v. **2-5 Funzioni operanti sui grafici**).

Il ritorno alla pagina **ANALISI SPETTRALE** è possibile selezionando e poi .

Setup trigger

In alcuni casi può essere utile che l'inizio acquisizione corrisponda non alla pressione di da parte dell'operatore, ma ad una qualche condizione legata al fenomeno che si sta osservando; questo è possibile abilitando il cosiddetto *trigger*. In questo modo la misura non comincia immediatamente dopo la pressione di , ma solo quando il segnale del canale di trigger supera una soglia impostata.

Il funzionamento con un trigger può essere abilitato in due distinte modalità:

- **Cont.** (modalità continua)
- **Single** (singola misura)

e necessita dell'impostazione di

- un canale
- una soglia

Uno degli utilizzi più comuni è il cosiddetto *Impact test*: un martello è utilizzato per sollecitare una struttura e provocarne la vibrazione, allo scopo di rilevarne le frequenze naturali. A questo scopo occorre posizionare un sensore nella zona che si vuole esaminare, e scegliere un valore di soglia superiore al rumore di fondo letto, ma inferiore a quello prodotto dalla martellata con cui la struttura verrà sollecitata.

Nota:

Dopo aver abilitato il trigger ed selezionato le impostazioni volute, premendo **OK** si ritorna alla pagina di misura, nella quale la modalità scelta per il trigger è identificata da una specifica icona:

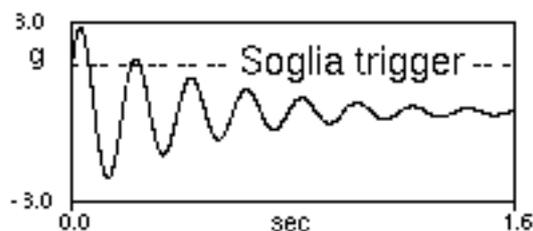
-  modalità continua
-  modalità "misura singola"

E' ora sufficiente premere **OK**, ed attendere che la soglia di trigger sia superata. Nel caso si voglia manualmente arrestare il procedimento (prima o dopo il superamento della soglia) è sufficiente un'ulteriore pressione di **OK**.

1. Modalità

E' il parametro che indica se il trigger è:

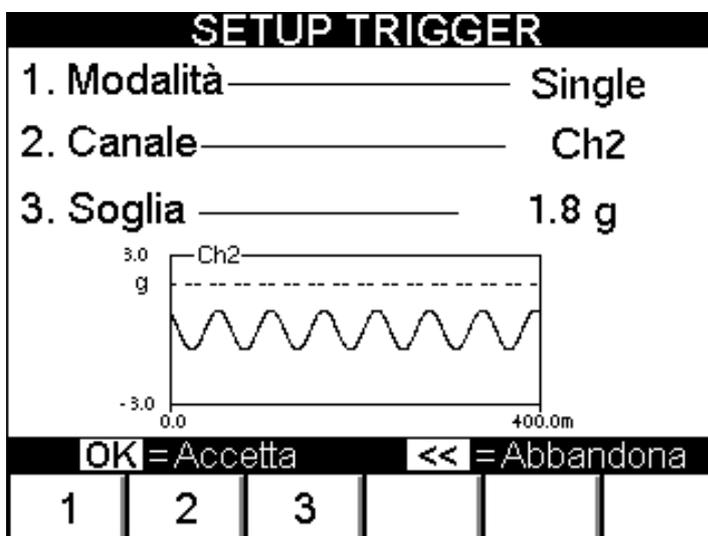
- **OFF** (disabilitato) :
la misura è avviata e fermata manualmente dall'operatore con la pressione di **OK**
- **Cont.** (abilitato in modalità continua) :
l'acquisizione viene avviata quando il segnale supera la soglia di trigger, e continua fino a che l'operatore la arresta manualmente (premendo **OK**)
- **Single** (abilitato in modalità "misura singola") :
quando il segnale supera la soglia di trigger viene eseguita una singola misura (rispettando i parametri impostati per la FFT), poi l'acquisizione è arrestata automaticamente; è la modalità più utilizzata, perché consente di analizzare fenomeni di tipo transitorio; impostando adeguatamente i parametri per la FFT è possibile ottenere un tempo di acquisizione sufficientemente lungo da contenere tutta l'informazione significativa.



Successive acquisizioni riuscirebbero a catturare soltanto rumore, quindi sarebbero controproducenti.

Se il trigger viene abilitato, nella pagina **SETUP TRIGGER** diventano visibili le impostazioni:

- Canale
- Soglia



2. Canale

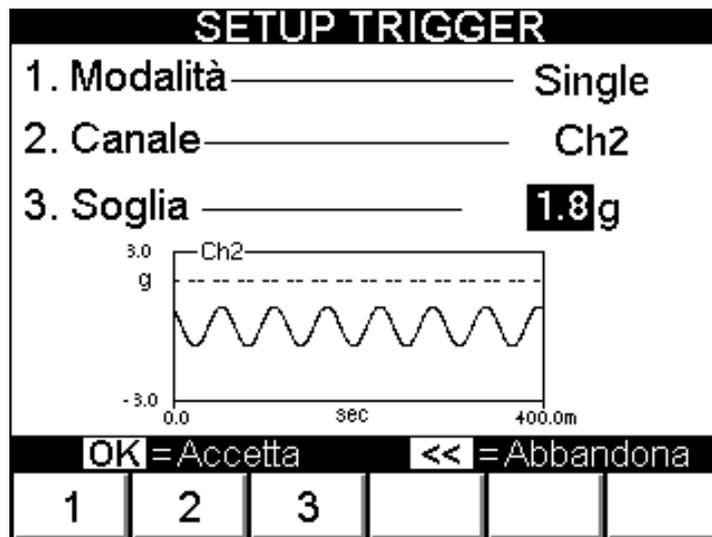
Indica su quale canale (Ch1 o Ch2) viene effettuato il confronto tra il valore del segnale e quello della soglia, per attivare l'acquisizione.

Nota:

Se uno solo dei due canali di misura è abilitato, la scelta del canale di trigger è evidentemente obbligata, e viene quindi automaticamente forzata.

3. Soglia

E' il livello che il segnale deve superare (in un fronte di salita della forma d'onda) affinché l'acquisizione sia automaticamente avviata. La scelta di un adeguato valore è di solito una delle operazioni più delicate, ma utilizzando lo strumento N500 è notevolmente semplificata. Nel grafico situato nella parte bassa della pagina sono rappresentati in tempo reale il segnale del canale di trigger (in linea continua) e l'attuale soglia (tratteggiata). Gli effetti di diversi valori per tale soglia possono quindi essere immediatamente valutati, agevolando così una rapida scelta di quello più opportuno.



Dopo la pressione di **F3** il valore di soglia può essere impostato in due modi:

- digitandolo col tastierino numerico (solo dopo la pressione di **OK**, la linea tratteggiata nel grafico si sposta);
- utilizzando **↑** e **↓** per aumentare o diminuire il valore di una singola cifra, che può essere selezionata con **←** e **→** (la linea tratteggiata nel grafico si sposta immediatamente, ma alla fine la pressione di **OK** è comunque necessaria per confermare).

Nota:

La soglia di trigger deve comunque essere impostata nell'unità di misura naturale del sensore. Nella pagina di misura, però, la vibrazione può anche essere fornita in altre unità, anche se nel caso di misura con trigger attivato, questo è sconsigliato.

Funzionalità equilibratura

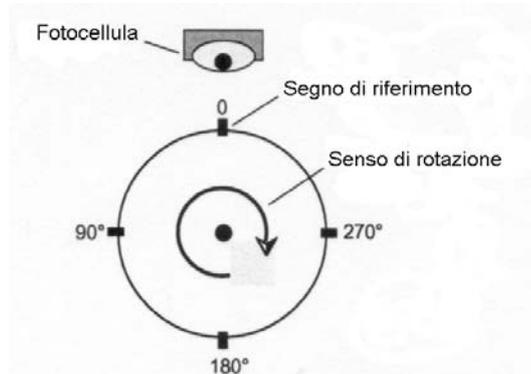
Una delle cause di vibrazione che maggiormente si riscontra nella pratica è lo squilibrio di una parte rotante (disuniformità della massa attorno al suo asse di rotazione), che può essere corretto con una procedura di equilibratura.

L'apparecchio N500 permette di equilibrare un rotante qualsiasi in condizioni di servizio, su uno o due piani, utilizzando uno o due rilevatori di vibrazione ed una fotocellula.

Per le situazioni più comuni (equilibratura su un piano con un solo sensore ed equilibratura su due piani con due sensori) sono state realizzate delle procedure ad hoc, che guidano passo-passo l'operatore lungo la sequenza di operazioni. In tutti gli altri casi (di raro utilizzo), è disponibile una procedura guidata generale.

Alcune norme che devono essere rispettate per eseguire una corretta equilibratura sono:

- disporre i sensori il più vicino possibile ai supporti del rotante da equilibrare, utilizzando la base magnetica o il fissaggio mediante foro filettato per ottenere una buona ripetibilità;
- applicare una targhetta catarifrangente sul rotante come segno di riferimento (0°). A partire da questa posizione, gli angoli sono misurati in senso opposto a quello di rotazione dell'albero.



- collegare la fotocellula e posizionarla correttamente (50 – 400 mm), in modo che il led posto sul retro della stessa si accenda una sola volta al giro, quando il raggio di luce illumina il segno di riferimento. Se il funzionamento non fosse regolare allontanare o avvicinare la fotocellula, oppure inclinarla rispetto alla superficie del pezzo.

Ulteriori considerazioni si possono trovare nell'allegato **Precisione di equilibratura dei rotanti rigidi**.

La procedura di equilibratura è composta da due parti:

- taratura: una serie di lanci consente di determinare per un determinato rotante i parametri necessari all'equilibratura
- misura dello squilibrio e calcolo della correzione

Poiché la taratura è solitamente un procedimento laborioso, i parametri ricavati possono essere memorizzati, e successivamente richiamati nel caso di successivi interventi sulla stessa macchina. Questo è possibile attraverso i programmi di equilibratura: un programma è definito con una serie di impostazioni, per operare su un particolare rotante, e contiene tutte le informazioni ed i dati acquisiti su di esso. In qualsiasi momento è possibile salvare il programma in uso in un apposito archivio, per poterlo avere a disposizione in momenti successivi.

Nota:

Volendo utilizzare dati e parametri di un programma precedentemente memorizzato, è indispensabile che i trasduttori vengano montati sul rotante esattamente nella stessa posizione.

Scelta del programma di equilibratura

La selezione della funzionalità Equilibratura propone all'operatore una pagina in cui selezionare il programma di equilibratura da utilizzare, scegliendo tra le opzioni:

- Nuovo programma
- Carica programma da archivio
- Usa programma attuale (disponibile solo se un programma è stato precedentemente creato o caricato)

PROGRAMMA EQUILIBRATURA					
1. Nuovo programma					
2. Carica programma da archivio					
3. Usa programma attuale					
1	2	3			

1. Nuovo programma – SETUP EQUILIBRATURA

La creazione di un nuovo programma richiede l'impostazione di una serie di parametri, effettuata nel quadro **SETUP EQUILIBRATURA**.

SETUP EQUILIBRATURA					
1. Nr. piani		_____ 1			
2. Precisione filtro		_____ ★★★★★			
3. Unità misura vibrazione		— mm/s			
4. Tipo misura vibrazione		— RMS			
OK = Accetta			<< = Abbandona		
1	2	3	4		

1. Numero piani

E' il numero di piani su cui si vuole agire per correggere lo squilibrio del rotante, e può essere pari a 1 o 2.

2. Precisione filtro

L'equilibratura in condizioni di segnale non particolarmente stabile è certamente critica, e richiede un'acquisizione per tempi più lunghi, per raggiungere una soddisfacente qualità del valore misurato. Questo può essere ottenuto agendo sulla precisione del filtro:

★★★ acquisizione effettuata con un filtro largo: più veloce, ma adatta solo in condizioni di segnale particolarmente stabile (elevati valori di squilibrio).

★★★★ acquisizione effettuata con un filtro stretto: adatta nella maggior parte delle condizioni.

★★★★★ acquisizione effettuata con un filtro molto stretto: adatta in condizioni di segnale particolarmente critico (bassi valori di squilibrio); richiede tempi più lunghi.

Nota:

In base alla precisione selezionata per il filtro, l'apparecchio determina automaticamente il numero di giri che occorrono per ogni acquisizione. Poiché in alcune situazioni possono essere necessari fino a cento giri, il tempo richiesto da una singola misura può anche essere pari a diverse decine di secondi. Considerato che occorrono alcune acquisizioni consecutive affinché la qualità della misura

raggiunga livelli accettabili, il tempo necessario ad un'acquisizione può essere anche di parecchi minuti, nel caso di rotanti lenti.

Ad esempio, per un rotante a 600 RPM potrebbero occorrere fino a 10 secondi prima di vedere visualizzato il primo risultato di misura.

3. Unità di misura della vibrazione

E' l'unità di misura nella quale si desidera venga fornita la vibrazione ai sensori:

- accelerazione (g (acc))
- velocità (mm/s, inc/s)
- spostamento (μm o mils)

Nota:

Per evitare possibile confusione con i grammi (spesso utilizzati per esprimere lo squilibrio nel sistema metrico), nella funzionalità Equilibratura al simbolo g ($1\text{ g} = 9.81\text{ m/s}^2$) viene affiancata tra parentesi l'indicazione esplicita acc (accelerazione).

4. Tipo misura vibrazione

La vibrazione rilevata ai sensori può essere espressa in tre diverse tipologie:

- **RMS** (Root Mean Square): valore quadratico medio
è il valor medio della vibrazione preventivamente elevata al quadrato;
è quello tipicamente utilizzato, in particolare per misure di accelerazione o velocità.
- **PK** (Peak): valore di picco
è il valor massimo raggiunto dalla vibrazione in un certo intervallo di tempo.
- **PP** (Peak-to-Peak): valore di picco-picco
è la differenza tra il valore massimo e quello minimo raggiunti dalla vibrazione in un certo intervallo di tempo;
è utilizzato solitamente per le misure di spostamento.

La conferma delle impostazioni selezionate (con ) crea un nuovo programma di equilibratura, al quale non è associato alcun nome, visto che risulta accessibile direttamente come programma corrente. Solo nel momento di un eventuale salvataggio in archivio, viene richiesto all'operatore l'inserimento uno specifico nome, che da quel momento lo caratterizzerà.

2. Carica programma da archivio

Selezionando questa opzione si accede all'archivio programmi.



Le frecce  e  consentono di scorrere le 10 posizioni disponibili, selezionando quindi il programma desiderato (visibile in negativo, cioè con scritta bianca su fondo nero); questo può quindi essere caricato premendo .

Nel caso l'operazione richiesta non possa essere eseguita correttamente (ad esempio si cerchi di caricare un programma da una posizione vuota, indicata dal simbolo ----), un messaggio di errore appare nella banda nera posta nella zona inferiore della pagina.

Dopo il caricamento, all'operatore viene presentato:

- il quadro di misura e correzione squilibrio, se la procedura di taratura è già stata completata;
- il quadro di taratura, in caso contrario.

3. Usa programma attuale

Permette di riprendere l'ultimo programma utilizzato (nuovo o caricato), esattamente dal punto nel quale lo si è abbandonato.



Attenzione:

Lo spegnimento dell'apparecchio provoca la perdita dei dati non salvati (e quindi anche del programma corrente); questa opzione non è perciò inizialmente disponibile ad una nuova accensione; lo diventa solo dopo che un programma è stato creato o caricato dall'archivio.

Sequenza di taratura

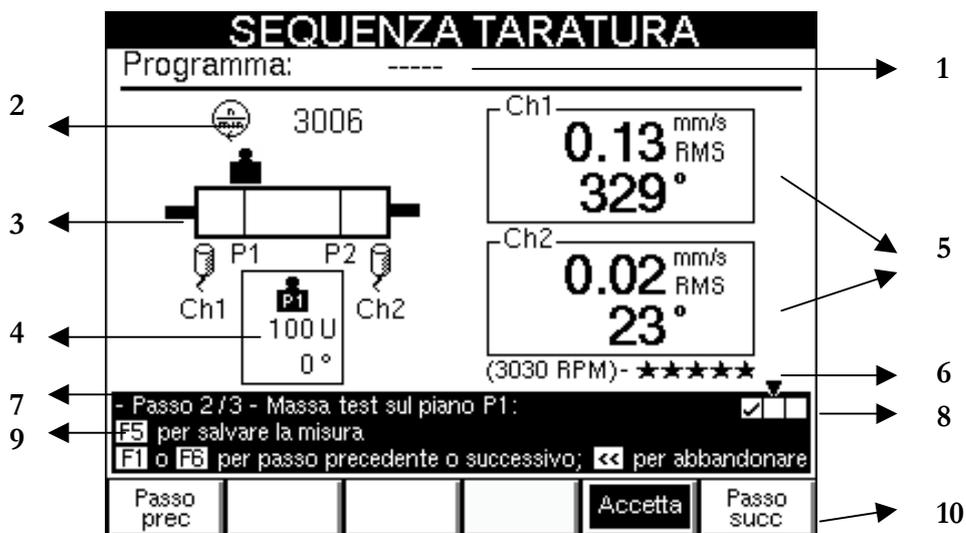
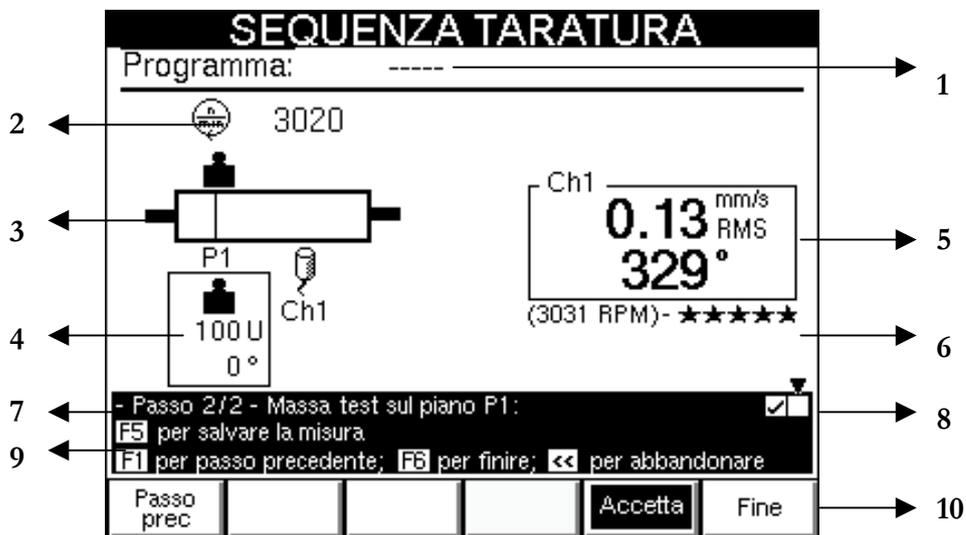
L'operazione di taratura, necessaria per poter valutare lo squilibrio di un rotante, è in generale una procedura composta da più passi. In particolare per i due casi più comuni essa consiste in:

- Taratura per equilibratura su un piano:
 - 1) primo lancio senza massa test
 - 2) secondo lancio con massa test sul piano di equilibratura
- Taratura per equilibratura su due piani:
 - 1) primo lancio senza massa test
 - 2) secondo lancio con massa test solo sul primo piano di equilibratura
 - 3) terzo lancio con massa test solo sul secondo piano di equilibratura

Per le due configurazioni

- correzione su un piano con un sensore
- correzione su due piani con due sensori

il quadro della sequenza di taratura sull'apparecchio N500 è organizzato come nelle figure.



- 1 - numero e nome del programma di equilibratura (se caricato dall'archivio), altrimenti ----
- 2 - velocità di rotazione attuale, in giri al minuto
- 3 - schema della posizione dei sensori e dei piani di correzione sul rotante; indicazione del piano su cui applicare l'eventuale massa test

Nota:

Questa raffigurazione è puramente indicativa; i sensori e i piani di correzione possono essere scelti in qualsiasi posizione relativa tra loro (sensori esterni o interni ai piani, ...) visto che la taratura serve appositamente a determinare i parametri corretti per l'equilibratura in ogni configurazione.

- 4 - valore e posizione angolare dell'eventuale massa test
- 5 - indicazione della componente di vibrazione sincrona alla rotazione (squilibrio) in valore e fase per ogni canale di misura
- 6 - velocità di rotazione media e precisione del filtro con i quali la vibrazione è stata misurata



Nota:

Il valore medio della velocità è molto importante poiché la procedura di taratura può ritenersi ben eseguita solo se tra un passo e l'altro tale velocità non presenta differenze superiori al 5%. Il controllo di questa condizione è lasciato all'operatore.

- 7 - indicazione del numero del passo di taratura selezionato
 - 8 - indicazione dello stato dei passi di taratura
- completato
 da effettuare
- 9 - istruzioni per il passo di taratura corrente
 - 10 - funzioni per la scelta del passo di taratura

: vai al passo precedente

: vai al passo successivo (nel caso quello corrente sia l'ultimo passo della sequenza, questa funzione, indicata con , termina la taratura e carica la pagina di misura dello squilibrio)

Nota:

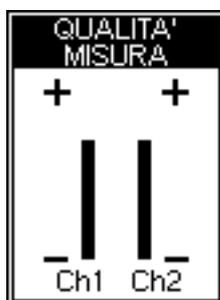
Alla selezione di ogni passo già completato vengono presentati a schermo i dati disponibili (vibrazione, velocità media di misura, ...). Queste informazioni sono utili, anche in un secondo momento, per decidere se ripetere o meno la misura.

Nota:

Pur essendo consigliabile eseguire i passi di taratura nell'ordine con i quali sono presentati, nulla vieta di sceglierne uno diverso secondo le proprie esigenze.

Esecuzione della misura

Per ognuno dei passi la misura deve essere iniziata premendo **OK** ; viene visualizzato un pannello *pop-up* che mostra in tempo reale la qualità della misura in atto (per ogni canale).



Quanto più il livello delle barre è elevato, tanto più la misura (che è mediata nel tempo) è qualitativamente buona. Raggiunto il livello voluto, la misura va arrestata con un'ulteriore pressione di **OK** .

Se l'operatore decide di accettare il valore ottenuto deve premere **F5** corrispondente all'opzione **Accetta** , che lampeggia per segnalare all'operatore che è importante venga premuta.

Quando la misura è accettata, il corrispondente passo di taratura è segnalato come completato  .

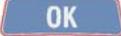
Nota:

Segnali instabili producono misure la cui qualità non riesce ad arrivare a livelli accettabili; in queste condizioni è consigliabile aumentare la precisione del filtro (v. 7-3 **Precisione filtro**) e di conseguenza ripetere tutta la procedura.

Nota:

Se la qualità di una particolare misura è stata alterata da un evento specifico (per esempio un urto), il tempo necessario a farla risalire potrebbe risultare eccessivamente lungo; per velocizzarlo è possibile resettare manualmente la misura premendo **Reset** .

Massa test

La taratura richiede l'utilizzo di una massa test, da applicare in successione in corrispondenza dei vari piani di correzione. Questi due parametri devono essere impostati mediante le apposite funzioni  e  digitando gli opportuni valori con il tastierino numerico, e confermandoli con .

Per coprire le diverse esigenze di utilizzo, nel caso di equilibratura su due piani è possibile specificare una differente massa test (valore e posizione angolare) sul piano 1 e sul piano 2.

Nota:

Il valore della massa test va indicato in unità generiche U: l'operatore può autonomamente decidere di far corrispondere queste U alle unità fisiche che preferisce, tenendo conto che anche lo squilibrio e la correzione necessaria saranno indicate nelle stesse unità U.



Attenzione:

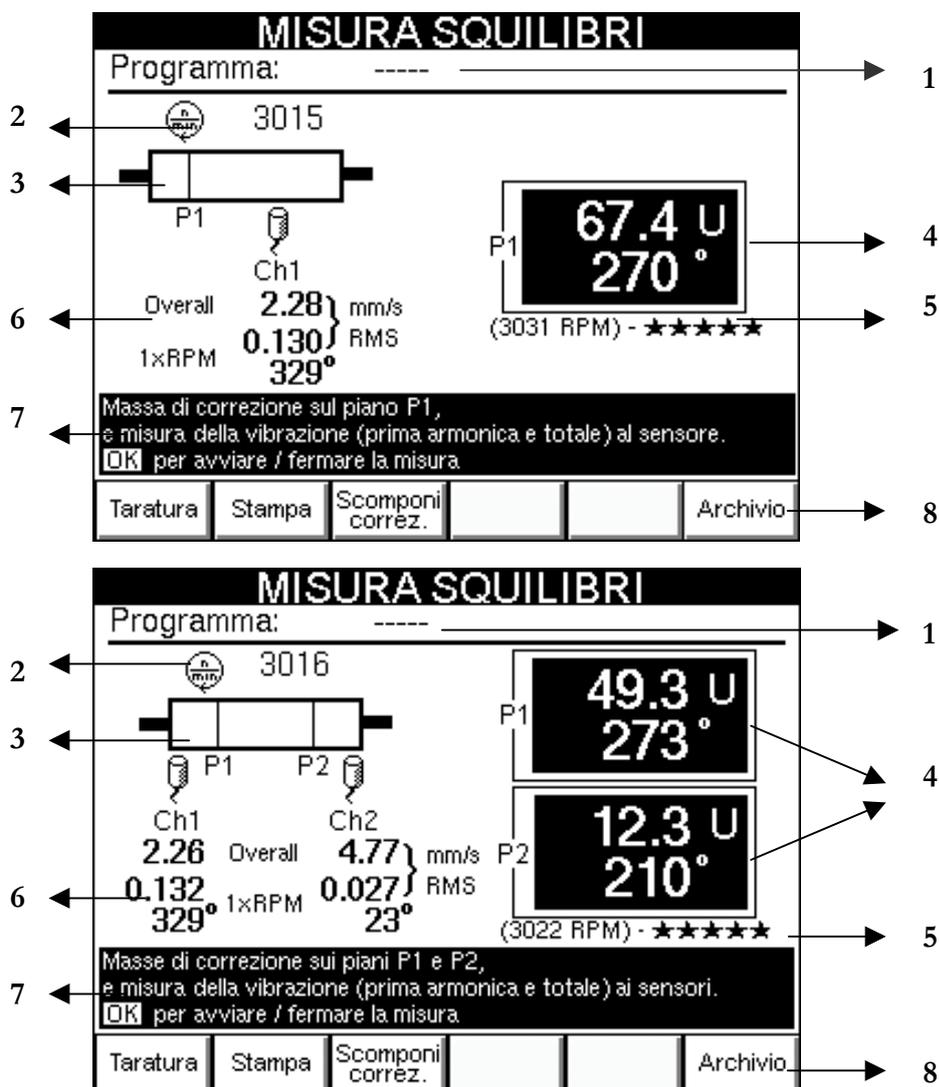
La massa test è scelta correttamente se in ognuno dei lanci produce una sufficiente variazione della vibrazione, rispetto a quella del lancio iniziale.

Questo si può ritenere soddisfatto se è verificato almeno uno tra:

- variazione del modulo di almeno il 30%
- variazione della fase di almeno 30°

Misura squilibrio e calcolo della correzione

La pagina MISURA SQUILIBRI è esteticamente molto simile a quella di taratura:



e sono individuabili le seguenti informazioni:

- 1 - numero e nome del programma di equilibratura (se caricato dall'archivio), altrimenti ----
- 2 - velocità di rotazione attuale, in giri al minuto
- 3 - schema della posizione dei sensori e dei piani di correzione sul rotante

Nota:

Questa raffigurazione è puramente indicativa; i sensori e i piani di correzione possono essere scelti in qualsiasi posizione relativa tra loro (sensori esterni o interni ai piani, ...) visto che la taratura serve appositamente a determinare i parametri corretti per l'equilibratura in ogni configurazione.

- 4 - indicazione della massa di correzione, in valore e posizione, su ogni piano.

Nota:

Il modulo è indicato in unità generiche U, corrispondenti a quelle usate nell'impostazione della massa test. Poiché il programma utilizza correzioni per apporto di materiale, la posizione indicata è quella in cui la massa di correzione va aggiunta. Volendo procedere all'asportazione di materiale occorre agire in una posizione diametralmente opposta (sommare 180° alla fase visualizzata)

- 5 - velocità di rotazione media e precisione del filtro con i quali lo squilibrio è stato misurato



Attenzione:

Il valore medio della velocità è importante poiché consente di controllare che la misura sia effettuata ad una velocità non troppo diversa da quelle usate nei lanci di taratura (differenze inferiori al 5%). A causa di piccole non linearità sempre presenti nella pratica, non è consigliabile procedere al calcolo della correzione ad una velocità troppo diversa da quella di taratura. Il controllo di questa condizione è lasciato all'operatore.

- 6 - valore e fase della vibrazione sincrona alla rotazione ($1\times RPM$) e valore totale (*Overall*) misurata ai sensori

Nota:

Questa informazione ha una notevole importanza come indicatore della bontà dell'equilibratura: nella pratica ciò che interessa è ridurre la vibrazione al di sotto di un certo valore ritenuto tollerabile (v. **Appendice B**). La riduzione dello squilibrio, però, ha effetto soltanto sulla componente $1\times RPM$. Basso valore di questa componente, accompagnato ad alto *Overall* indica problematiche diverse dallo squilibrio, che quindi non possono essere corrette con un'equilibratura.

- 7 - istruzioni per la misura dello squilibrio e il calcolo della correzione

- 8 - funzioni disponibili

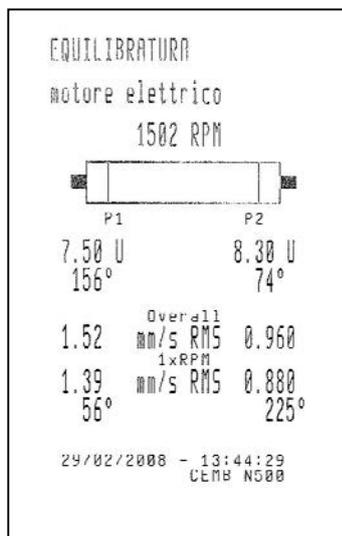
Taratura : procedura di taratura

Nota:

Se la procedura di taratura non è stata completata, questo tasto lampeggia, per indicare all'operatore che è necessario ritornare alla procedura di taratura prima di poter effettuare misure di squilibrio. In caso contrario vengono già indicate le masse di correzione e le posizioni in cui operare, ricavate dai lanci di taratura.

Stampa

: stampa diretta di un certificato di equilibratura, utilizzando la stampante portatile fornita (opzionale). Sul certificato sono indicati gli squilibri ai piani di correzione (in unità U), oltre ai valori di vibrazione (globale e sincrona) agli stessi piani. Un esempio di questo certificato è il seguente:



Scomponi
correz.

: funzione di scomposizione del peso di correzione su due angoli impostabili (v.7-13 **Scomposizione del peso di correzione**).

Archivio

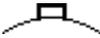
: mostra l'archivio programmi (per consentire salvataggio o eliminazione di un programma)

Come nella taratura la misura è avviata e fermata con **OK**; mentre è attiva appare un *pop-up* che segnala la qualità della misura di ogni canale.

Effettuate le correzioni indicate è possibile ripetere il procedimento misura-correzione fino a che le condizioni volute siano rispettate (tipicamente vibrazione ai sensori inferiore ad un certo valore).

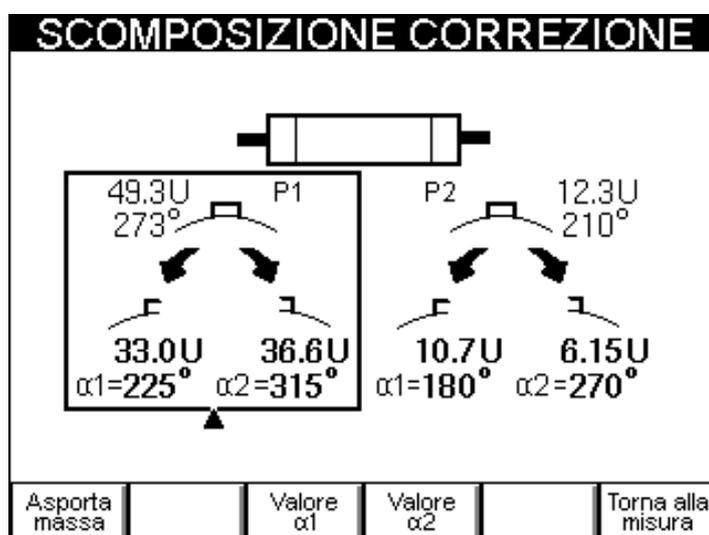
Scomposizione del peso di correzione

In questa pagina è possibile scegliere tra le modalità di correzione:

- per aggiunta di materiale 
- per asportazione di materiale 

premendo rispettivamente i pulsanti **Aggiungi massa** e **Asporta massa**.

In alcune situazioni pratiche non è possibile correggere nella posizione calcolata in teoria come quella ottimale: nel caso di una ventola, ad esempio, tale posizione potrebbe cadere nello spazio tra due pale, dove evidentemente risulta impossibile aggiungere o togliere materiale. Spesso anche per rotanti uniformi, però, si preferisce correggere in corrispondenza di fori già presenti, o comunque evitare di agire su particolari zone.



La funzione di scomposizione dello strumento N500 calcola i pesi da applicare o da asportare in corrispondenza di due posizioni qualsiasi $\alpha 1$ e $\alpha 2$, in modo che i loro effetti siano equivalenti a quelli della correzione calcolata dall' algoritmo di equilibratura.

Premendo **Valore $\alpha 1$** o **Valore $\alpha 2$** l'utente può assegnare a queste due posizioni il valore più opportuno, scegliendo tra quelli effettivamente disponibili nella pratica per il particolare rotante. Premendo **OK** sono automaticamente calcolati e visualizzati i due pesi di correzione corrispondenti.

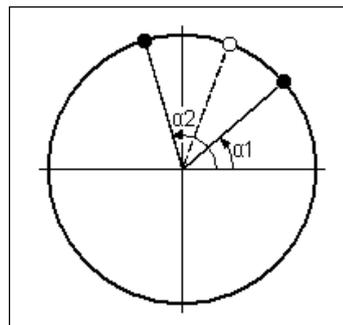
Questa operazione può essere eseguita separatamente su ognuno dei piani, dopo aver selezionato con la pressione di **TAB** quello voluto.



Attenzione:

Qualsiasi sia il valore di α_1 e α_2 , l'angolo giro risulta suddiviso in due parti, una delle quali convessa ($<180^\circ$) e l'altra concava ($>180^\circ$).

Per rendere possibile la scomposizione, gli angoli α_1 e α_2 devono essere scelti in modo che la posizione della correzione calcolata in equilibratura sia contenuta nella zona convessa. In caso contrario questa scomposizione è impossibile e lo strumento N500 indica zero come peso di correzione per entrambe le posizioni α_1 e α_2 .



Nota:

E' utile osservare che quanto più le posizioni α_1 e α_2 si allontanano da quella calcolata in equilibratura, tanto più i valori delle corrispondenti masse diventano elevati. E' consigliabile pertanto, scegliere α_1 e α_2 il più vicini possibile all'angolo di correzione ottenuto dall'equilibratura e comunque, fare in modo che questi differiscano meno di 150° .

Salvataggio di un programma di equilibratura

Una volta visualizzato l'archivio programmi, è possibile selezionare con  e  la posizione nella quale salvare quello in uso.

Premendo  viene visualizzato un *pop-up* nel quale inserire il nome del programma, come spiegato in 2-3 **Tastierino alfanumerico**.



Premendo invece  è possibile eliminare il programma selezionato, purché non sia quello corrente.

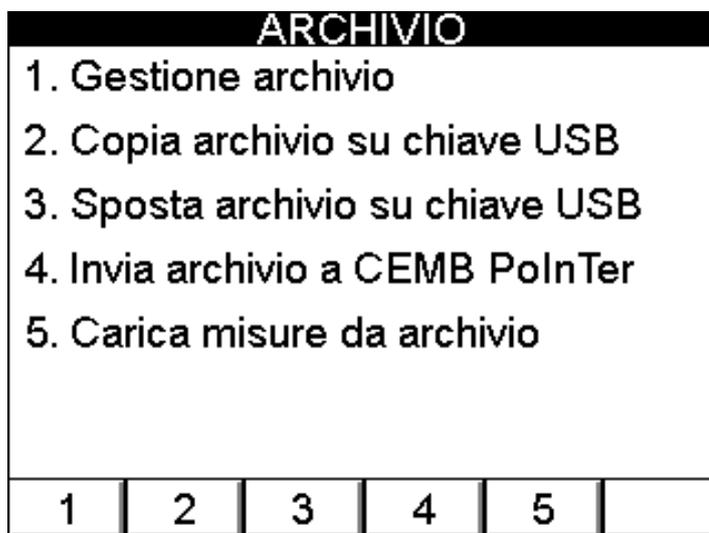
Con  è invece possibile eliminare tutti i programmi di equilibratura presenti in archivio.

Funzionalità archivio

Lo strumento N500 consente il salvataggio delle misure effettuate (FFT, forme d'onda e monitoraggi) in appositi archivi, che possono essere gestiti attraverso questa specifica funzionalità direttamente accessibile dal quadro iniziale.

La pressione di  propone all'operatore un quadro **ARCHIVIO** nel quale scegliere tra le possibilità:

- gestire l'archivio (cioè rinominare o eliminare i dati presenti)
- copiare l'archivio sulla chiavetta USB (*pendrive*) fornita, lasciando sull'apparecchio N500 una copia dei dati
- spostare l'archivio sulla chiavetta USB (*pendrive*) fornita, cancellando i dati dall'apparecchio N500
- inviare l'archivio al PC utilizzando il software CEMB PoInTer
- caricare (visualizzare) misure già presenti in archivio



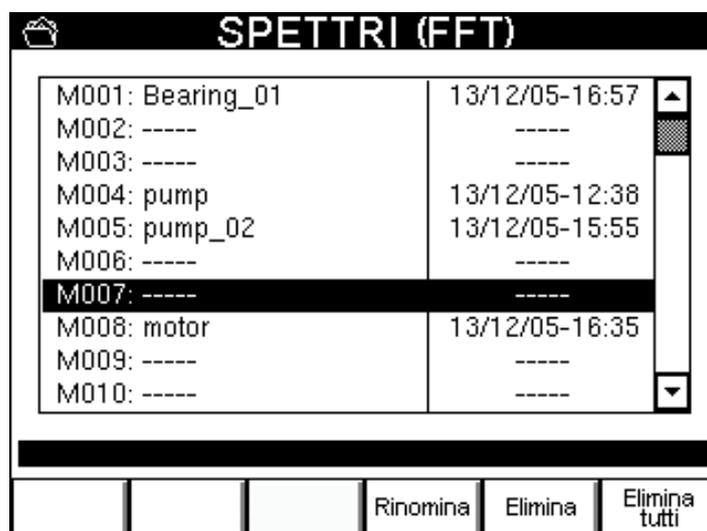
Gestione archivio

Le misure salvate con lo strumento N500 sono suddivise per tipo in differenti archivi:

- forme d'onda
- FFT
- Monitoraggi nel tempo
- Monitoraggi in velocità

Un quinto archivio è riservato alle immagini dei quadri, catturate premendo  (v. 2-10 - **Cattura e salvataggio immagini a video**).

Scegliendone uno nella schermata **SELEZIONE ARCHIVIO**, il suo contenuto viene visualizzato distinguendo le posizioni vuote (----), da quelle occupate (nome, data e ora del salvataggio).

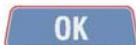


SPETTRI (FFT)	
M001: Bearing_01	13/12/05-16:57
M002: ----	----
M003: ----	----
M004: pump	13/12/05-12:38
M005: pump_02	13/12/05-15:55
M006: ----	----
M007: ----	----
M008: motor	13/12/05-16:35
M009: ----	----
M010: ----	----

Buttons: Rinomina, Elimina, Elimina tutti

Dopo aver selezionato uno dei dati, questo può essere rinominato, oppure eliminato (per liberare spazio) nel caso non serva più.

Per svuotare completamente l'archivio premere  quindi confermare premendo



Nota:

L'archivio può essere scorso una posizione alla volta con i tasti  e , oppure più rapidamente con  e  (rispettivamente +10 e -10).

Copiatura/spostamento archivio su chiavetta USB

I dati presenti sullo strumento N500 possono essere copiati o spostati sulla chiavetta USB fornita, e quindi facilmente importati su un normale PC col software CEMB PoIn'Ter (v. Cap. 9). Senza tale software è comunque possibile utilizzare le immagini catturate nei vari quadri, per esempio allegandole ad eventuale documentazione prodotta con un qualsiasi editor di testi.



Attenzione

La chiavetta USB fornita da CEMB è formattata in modo che possa essere utilizzata sia sull'apparecchio N500 che su un normale PC con sistema operativo Windows o Linux. Evitare assolutamente di eseguire una nuova formattazione della chiavetta, altrimenti potrebbe non essere più utilizzabile con l'apparecchio N500. In tale caso contattare l'assistenza CEMB.

Dopo aver inserito la *pendrive* in una delle due porte USB presenti sull'apparecchio



è necessario selezionare quale (o quali) degli archivi si vogliono trasferire. Questi saranno marcati col simbolo posto accanto al loro nome.

SELEZIONE ARCHIVIO					
1. Forme d'onda	_____	<input type="checkbox"/>			
2. Spettri (FFT)	_____	<input checked="" type="checkbox"/>			
3. Monitoraggi nel tempo	_____	<input checked="" type="checkbox"/>			
4. Monitoraggi in velocità	_____	<input type="checkbox"/>			
5. Immagini dei quadri	_____	<input type="checkbox"/>			
OK = Scarica		<< = Abbandona			
1	2	3	4	5	

La pressione di **OK** dà inizio alla procedura di trasferimento dati, segnalata dal *pop-up* di attesa



Al termine, il simbolo sta ad indicare che l'operazione è stata portata a termine con successo.

Eventuali errori, invece, sono riportati nel medesimo *pop-up* accanto al simbolo  .



Attenzione

Non estrarre la chiavetta USB mentre è visibile il *pop-up* di attesa e prima di procedere attendere comunque che il suo led lampeggi lentamente. Se il lampeggio è veloce il trasferimento è ancora in corso, ed estrarre la *pendrive* potrebbe bloccare il sistema, oltre che causare la perdita dei dati. In questo caso può anche essere necessario riavviare l'apparecchio.

Gli archivi vengono copiati sulla *pendrive* all'interno della cartella Db_N500, in una sottodirectory appositamente creata, il cui nome è la data del trasferimento nel formato AAMMGG (ad esempio 051221 per il 21 dicembre 2005). Per consentire lo scarico di più archivi in uno stesso giorno, a questo nome viene aggiunto un suffisso “_*” dove * è una lettera assegnata progressivamente dalla A alla Z.

E' quindi evidente che in uno stesso giorno non possono essere trasferiti sulla chiavetta più di 26 archivi prima di procedere ad un loro caricamento su PC, col software CEMB PoInTer (v. 9-7 - **Caricamento di nuove misure in archivio**), o manualmente.



Attenzione:

Non spostare, rinominare o cancellare le cartelle o i file scaricati sulla *pendrive* dall'apparecchio N500, perché questo potrebbe causare malfunzionamenti o incompatibilità del software CEMB PoInTer.



Attenzione:

Nel caso in cui si presenti il messaggio di errore



pur con la *pendrive* inserita correttamente, potrebbe essersi verificato un problema di riconoscimento della chiavetta.

Provare a toglierla e poi reinserirla, ed eventualmente spegnere e riaccendere l'apparecchio; se il problema persiste contattare l'assistenza.

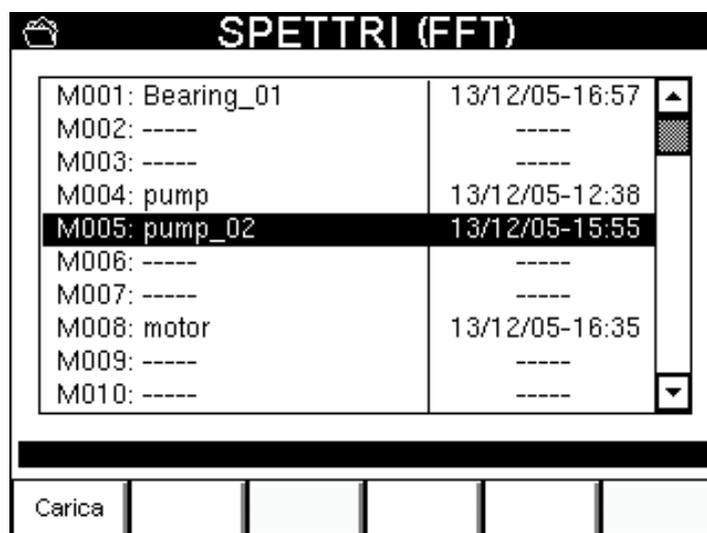
Invio archivio al PC (necessita del software CEMB PoInTer)

I dati presenti sullo strumento N500 possono essere inviati direttamente ad un PC sul quale sia installato il software CEMB PoInTer versione 2.6 o superiore.

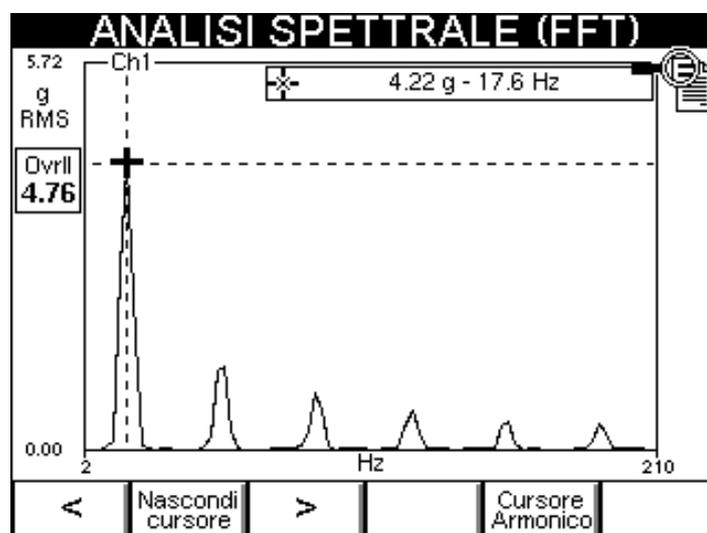
Per eseguire con successo questa operazione è sufficiente collegare l'apparecchio N500 alla porta seriale (RS232) del PC utilizzando unicamente l'apposito cavo fornito da CEMB. Dopo aver attivato la funzione 'Importa dati' nel software CEMB PoInTer è sufficiente attendere il messaggio di comunicazione in corso (v. 9-6: **Lettura delle misure salvate nell'apparecchio N500.**), quindi selezionare sull'apparecchio N500 gli archivi da inviare, ed infine premere  analogamente a ciò che si fa per il trasferimento su chiave USB.

Visualizzazione misure presenti in archivio

Tutte le misure e le immagini salvate nello strumento N500 possono essere visualizzate, selezionandole dal rispettivo archivio e premendo .



Questo rende molto agevole effettuare comparazioni e formulare valutazioni direttamente "in campo". I diversi dati vengono presentati in quadri del tutto analoghi ai corrispondenti quadri di misura



nel quale l'icona  in alto a destra serve a ricordare che essendo pagine di visualizzazione, non è, ad esempio, possibile avviare una nuova acquisizione.

Sono invece disponibili le funzioni:

- imposta scala
- mostra cursore
- cambio canale visualizzato (solo per misura bicanale)
- lista picchi (solo per FFT)

L'uscita dai quadri di visualizzazione è possibile premendo  .

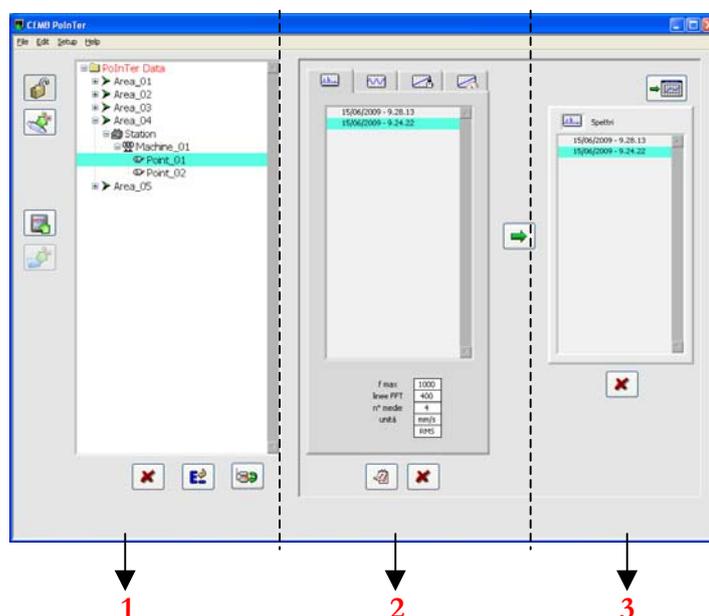
Nota:

Nel caso in cui venga caricato un elemento dall'archivio immagini, non è evidentemente disponibile alcuna funzione.

Programma CEMB PoInTer (opzionale)

I dati raccolti e memorizzati con l'apparecchio N500 possono essere facilmente importati da un PC (direttamente o attraverso una chiave USB), e successivamente analizzati, elaborati, confrontati, stampati... Questa operazione è notevolmente facilitata dall'uso del software CEMB PoInTer (Portable Instruments Terminal), disponibile per sistemi operativi Windows.

La sua pagina principale



può essere immaginata suddivisa in tre zone, che consentono di gestire rispettivamente:

- 1 - l'archivio dei punti di misura
- 2 - le misure disponibili per il punto selezionato
- 3 - la lista delle misure da rappresentare in un grafico

Requisiti di sistema

L'installazione e l'utilizzo del programma CEMB PoInTer richiedono:

- processore: almeno Intel Pentium IV 1GHz, o equivalente Athlon;
- memoria: 512MB (consigliata: 1GB o superiore);
- spazio su disco: almeno 300MB liberi prima dell'installazione (non comprende lo spazio successivamente occupato dall'archivio dati);
- sistema operativo:
 - Microsoft Windows 2000 almeno Service Pack 4
 - Microsoft Windows XP almeno Service Pack 2
 - Microsoft Windows Vista
- risoluzione video 1024x768 o superiore.

Installazione e registrazione

L'installazione del software CEMB PoInTer deve essere effettuata lanciando il programma *setup.exe*, presente nel CD-ROM, e successivamente cliccando sul tasto  senza cambiare alcuna opzione.

In questo modo il software verrà installato nella *directory* predefinita per i programmi.

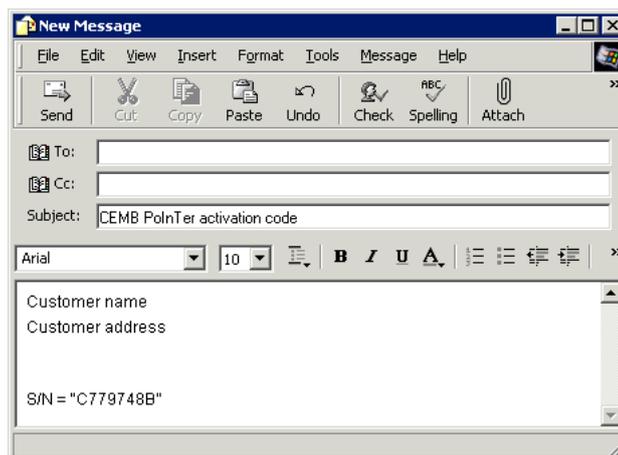
Alla prima esecuzione del software occorre selezionare la lingua di default tra quelle proposte; premendo poi il tasto  viene visualizzato un *pop-up* con il numero di serie (S/N) del software e viene richiesto l'inserimento del corrispondente codice di attivazione.

Questo può essere ottenuto contattando via mail l'assistenza tecnica CEMB divisione strumentazione (v. www.cemb.com)

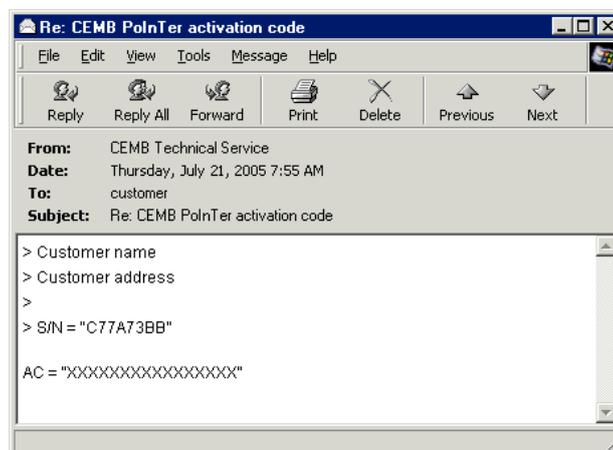
specificando l'oggetto:

"CEMB PoInTer activation code"

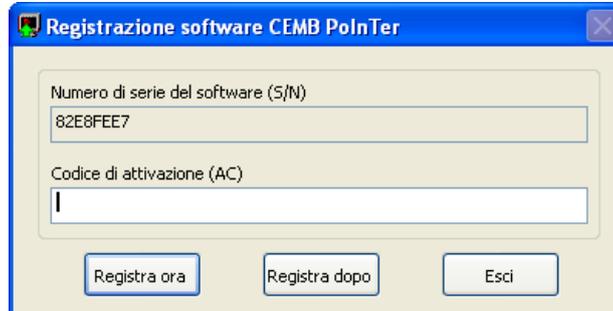
ed indicando nel messaggio i propri dati e il numero di serie (S/N) visibile nel *pop-up*.



L'assistenza CEMB risponderà con e-mail contenente il corrispondente codice di attivazione (AC)



Lo stesso dovrà essere inserito per completare la procedura di registrazione e consentire l'utilizzo del software.



Nota:

La pressione di  consente un temporaneo utilizzo del software in attesa di ricevere il corretto codice di attivazione dall'assistenza CEMB.

Nota:

Per poter eseguire correttamente l'installazione e l'attivazione del prodotto è consigliato possedere i diritti di amministratore sul PC utilizzato; questo è possibile effettuando un *login* come utente *Administrator*.

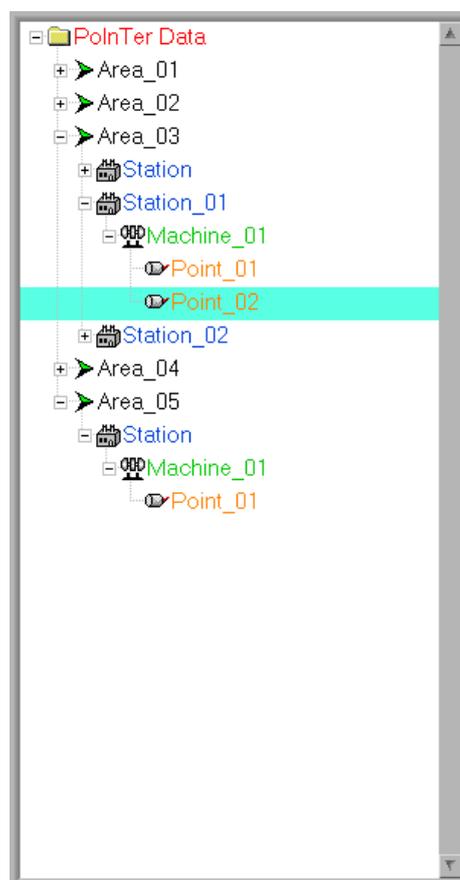
**Attenzione:**

L'installazione del software CEMB PoInTer necessita di un codice di attivazione differente su ogni PC, ognuno dei quali deve essere richiesto a CEMB con le modalità sopra descritte.

Archivio punti di misura

Un archivio di misure, specialmente se di notevoli dimensioni, deve necessariamente essere in qualche modo strutturato, in modo da rendere veloce ed efficiente l'accesso ai dati. Il software CEMB PoInTer lega ogni misura al punto in cui è stata acquisita, ed organizza i vari punti in una struttura gerarchica ad albero su quattro livelli, la cui interpretazione suggerita è:

-  **Impianto (cliente):**
può indicare un vero e proprio impianto (o il nome di un cliente presso il quale sono state eseguite le misure);
-  **Stazione:**
può identificare, ad esempio, un reparto;
-  **Macchina:**
può essere una turbina, un motore, una pompa, un ventilatore, ...;
-  **Punto:**
indica dove sulla macchina sono state raccolte le misure (ad es. un certo cuscinetto, uno degli appoggi, ...).



Ogni elemento dell'albero (nodo) può avere uno o più figli: in questo modo possono essere rappresentate e gestite molteplici configurazioni diverse.

Gestione dell'archivio

Poche semplici operazioni con il mouse possono gestire completamente l'archivio:

- selezionare un elemento: click sul nome;
- espandere / chiudere un nodo (cioè visualizzare o nascondere i suoi figli): doppio click sul nome oppure click sul simbolo  ;
- aggiungere un elemento: click su  e digitarne il nome;
- eliminare un elemento (con tutti i suoi figli) : click su  , poi confermare quando richiesto;
- rinominare un elemento : click su  e digitarne il nuovo nome;
- copiare un punto : click su  ;

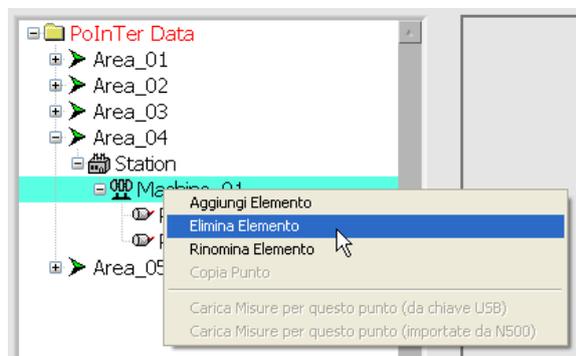
Nota:

Mentre le funzioni “*elimina*” e “*rinomina*” agiscono sull'elemento selezionato, “*aggiungi elemento*” ne crea un figlio. Per inserire un nuovo impianto occorre quindi selezionare la cartella  **PoInTer Data** per creare una stazione occorre selezionare l'impianto di cui deve fare parte, e così via....

Per velocizzare l'operazione, assieme ad un impianto vengono automaticamente creati anche una stazione, una macchina ed un punto, che l'utente può in seguito rinominare secondo le sue esigenze.

Nota:

Le funzioni per aggiungere / eliminare / rinominare un nodo e quella per copiare (solo un punto) sono accessibili dal menu contestuale (selezionare un elemento e cliccare con il tasto destro del mouse).



Nota:

Mentre per creare un impianto, una stazione o una macchina è sufficiente digitarne il nome, per un punto è necessario scegliere anche le impostazioni utilizzate (o da utilizzare) per le misure di FFT (v. **6.1 Setup FFT**):

- frequenza massima (25, 100, 500, 1000, 2500, 5000, 10.000, 15.000 Hz)
- numero di linee (100, 200, 400, 800, 1600, 3200)
- unità di misura (g, mm/s, μ m, inc/s, mils)
- tipo di misura (RMS, PK, PP)
- numero di medie (1, 4, 8, 16)

Questo garantisce che misure effettuate in tempi successivi sullo stesso punto siano tra loro sempre coerenti e quindi confrontabili.

**Attenzione:**

Le impostazioni di misura sono dati essenziali di un punto, e per questo non possono essere modificate successivamente alla sua creazione. In caso di errato inserimento, è necessario eliminare il punto e poi ricrearlo.

Nota:

La copiatura di un punto ha l'effetto di crearne un altro (sulla stessa macchina) con identiche impostazioni di misura; è quindi pensata per velocizzare la creazione di punti di misura simili, evitando il reinserimento degli stessi parametri per ognuno di essi. L'utente dovrà poi soltanto rinominarli opportunamente.

Protezione dei dati - Password

Una gestione affidabile di un archivio richiede un'adeguata protezione contro la perdita accidentale di dati, che nel software CEMB PoInTer è ottenuta mediante l'impiego di una password.

Se è facile comprendere come cancellare per errore un elemento dell'archivio possa provocare la perdita irrimediabile di informazioni, occorre osservare come anche soltanto aggiungere o rinominare un nodo possa alterare la corrispondenza tra la struttura dell'archivio e la situazione reale, rendendo difficile l'interpretazione dei dati.

Per questi motivi una password consente di impedire totalmente la modifica dell'archivio.

Nella condizione di *default* (segnalata da un lucchetto chiuso ) le funzioni "elimina", "aggiungi", "rinomina" e "copia punto" sono disabilite. Solo premendo il tasto  ed inserendo la password corretta il lucchetto può essere aperto  e la struttura dell'archivio modificata.

Nota:

La password di default è CEMB, ma l'utente può cambiarla scegliendo Cambia password nel menu Setup.



Lista misure

Le misure disponibili in archivio per il punto selezionato sono visualizzate nell'apposita finestra, divise in quattro gruppi:

- FFT : 
- Forma d'onda : 
- Monitoraggio nel tempo : 
- Monitoraggio in velocità : 

Ognuna di esse è indicata con la data e l'ora in cui è stata effettuata.

Ognuna di queste misure può essere monocanale (solo ch1 o solo ch2) o bicanale, in base ai canali abilitati sullo strumento N500 al momento della misura.

Nota:

Sotto la lista delle FFT sono mostrate le impostazioni di misura associate al punto.

Letture delle misure salvate nell'apparecchio N500

Il software CEMB PoInTer permette di importare direttamente nel PC le misure salvate nell'apparecchio N500, attraverso l'apposito cavo di collegamento. Per eseguire questa operazione è sufficiente collegare lo strumento alla porta seriale del PC, quindi premere  per avviare la comunicazione.

In un *pop-up* dedicato vengono visualizzati tutti i messaggi e le informazioni relative allo stato della comunicazione.

Dopo alcuni secondi, durante i quali il collegamento N500 - PC viene stabilito correttamente, l'utente viene avvisato che può avviare il trasferimento dati.



Questo può essere fatto dallo strumento N500 (come descritto in 8.4 - **Invio archivio al PC**); un apposito messaggio segnalerà la conclusione dell'operazione sia sull'apparecchio N500 che sul PC.

I dati vengono salvati sul PC in una cartella temporanea, in attesa di essere caricati nell'archivio del programma CEMB PoInTer (v. paragrafo seguente).



Attenzione

All'uscita del programma, e quando si avvia una nuova lettura dall'apparecchio N500 il contenuto di questa cartella temporanea viene cancellato. Si consiglia pertanto di provvedere **sempre** al caricamento dei dati nell'archivio del software PoInTer dopo averli importati dallo strumento N500.



Attenzione:

Nel caso il PC abbia più di una porta RS232, o si stia utilizzando un convertitore USB/RS232 è necessario impostare correttamente il numero della porta COM utilizzata per il collegamento **prima** di avviare il trasferimento dati: questa informazione può essere ottenuta dalla finestra *Gestione Periferiche* nel pannello di controllo di Windows

A questo punto è sufficiente selezionarla tra quelle elencate all'interno del menu Setup → Porta COM N500. Se si utilizza un convertitore USB/RS232 è necessario che questo sia già collegato al PC prima di lanciare il programma CEMB PoInTer.

Nota

Il trasferimento dati può essere interrotto in qualsiasi momento dall'utente premendo,  e successivamente chiudendo la comunicazione con lo strumento premendo .

In questo caso l'apparecchio N500 segnalerà che non è stato possibile completare con successo l'operazione.

Caricamento di nuove misure in archivio

Il caricamento in archivio di nuove misure può essere fatto prelevandole dalla chiave USB (v. 8.2 - **Copiatura/spostamento archivio su chiavetta USB**), o da quelle importate direttamente dall'apparecchio N500 e salvate in una cartella temporanea (v. paragrafo precedente).

Dopo aver selezionato il punto nel quale si vogliono caricare, premendo



si apre un pannello nel quale è possibile scegliere i file con estensione:

- fft
- wfm (forma d'onda)
- mnT (monitoraggio nel tempo)
- mnV (monitoraggio in velocità del valore totale o dell'armonica sincrona 1x)

Nel caso di caricamento da chiave USB, i dati si trovano in apposite sottocartelle della directory Db_N500 (v. 8 - 2 **Copiatura/spostamento archivio su chiavetta USB**).



Attenzione:

In ogni punto dell'archivio è possibile caricare anche misure con impostazioni differenti da quelle specificate per il punto stesso: tali misure vengono evidenziate dal simbolo . Sarà compito dell'utente, in questo caso, prestare particolare attenzione nel caso decida di visualizzare in uno stesso grafico misure tra loro non omogenee.



Attenzione:

I monitoraggi in velocità della sola componente sincrona sono identificati dal simbolo . Si possono presentare quindi le seguenti situazioni:

- nessun simbolo: monitoraggio in velocità dell'*overall* con impostazioni coerenti con quelle impostate per il punto
-  monitoraggio in velocità dell'*overall* con impostazioni differenti da quelle impostate per il punto
-  monitoraggio in velocità della componente sincrona con impostazioni coerenti con quelle impostate per il punto
-  monitoraggio in velocità della componente sincrona con impostazioni differenti da quelle impostate per il punto

E' compito dell'utente prestare particolare attenzione nel caso decida di visualizzare in uno stesso grafico misure tra loro non omogenee.

Nota:

Nel caso in cui la struttura di un impianto venga salvata sulla chiave USB, e poi caricata sullo strumento N500, a ciascuna misura successivamente effettuata verrà direttamente associato il corrispondente punto. Il caricamento in archivio di tutte le misure potrà quindi essere fatto in maniera automatica (e non punto per punto) semplicemente premendo .



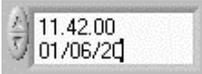
Attenzione:

Inserire la chiave USB in una delle porte del PC prima di procedere al caricamento delle misure.

Selezione ed eliminazione misure

L'eliminazione di una misura può essere fatta selezionandola con un click e premendo il tasto  situato sotto la lista delle misure; questo apre un *pop-up* che richiede una conferma esplicita per procedere alla cancellazione. Questa operazione, che provoca perdita di dati, è consentita solo con lucchetto aperto (v. **9-5 Protezione dei dati - Password**).

Nel caso si vogliano cancellare più misure, è possibile farlo contemporaneamente dopo averle selezionate:

- tenendo premuto il tasto  sulla tastiera e cliccandole una ad una
- tenendo premuto il tasto  sulla tastiera e cliccando la prima e l'ultima di un blocco da prendere interamente.
- premendo  per effettuare una selezione tra due date, ciascuna delle quali può essere digitata  , oppure scelta su un calendario visualizzabile premendo .

Lista delle misure da rappresentare in un grafico

La scelta delle misure che si vogliono visualizzare in un grafico deve essere fatta selezionandole tra quelle disponibili e aggiungendole all'apposita lista con la pressione di  , o con un doppio click su di esse. La rimozione da questa lista, invece, può essere fatta premendo  , o con un doppio click.

Nota:

Per poter essere aggiunta alla lista, una misura non deve necessariamente essere dello stesso tipo di quelle già presenti, può provenire da un punto qualsiasi. Il software provvede automaticamente alle conversioni necessarie, ma questo può generare confusione nell'interpretazione dei dati, se non si presta la dovuta attenzione.



Attenzione:

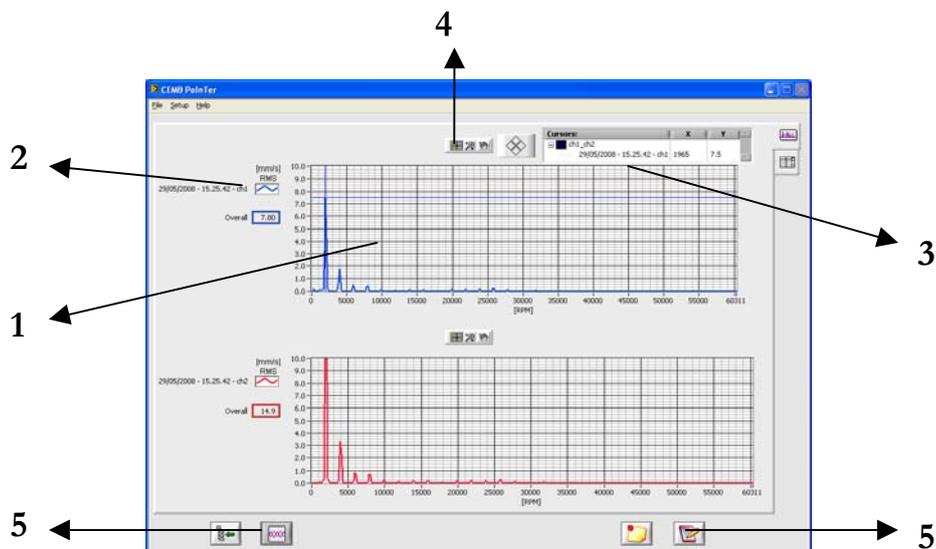
Misure tra loro non omogenee (ad esempio accelerazione e velocità, oppure accelerazione e spostamento) non possono ovviamente essere rappresentate in un unico grafico: in questo caso, l'unica visualizzazione possibile è quella con grafici separati.

Nel caso di FFT o forme d'onda (ma solo se tutte dello stesso punto) sono disponibili due diverse modalità di visualizzazione:

-  : ogni misura è rappresentata così com'è, assieme a tutte le altre (consigliata solo se il numero di misure selezionate è basso, tipicamente inferiore a 5);
-  : per ogni misura è calcolato un valore globale di vibrazione (*overall*), che viene rappresentato; quello che si ottiene è un grafico dell'andamento dell'*overall* in misurazioni successive. Questo ha il pregio di mantenere chiarezza anche per un elevato numero di misure.

Per accedere alla pagina di visualizzazione del grafico premere .

Visualizzazione grafici



- 1 – area del grafico
- 2 – elenco delle misure rappresentate (con indicazione del canale a cui appartengono)
- 3 – informazioni sul cursore
 - misura alla quale è legato
 - punto dell'archivio a cui appartiene tale misura
 - coordinate attuali
 - tasti per spostarlo
- 4 – funzioni grafiche:
 - trascinamento cursore
 - zoom
 - spostamento dei grafici nella finestra
- 5 – funzioni generali
 - torna al quadro principale "Gestione Archivio"
 - separa / unisci grafici
 - aggiungi note
 - crea certificato (*report*)

Nota:

Il ritorno alla pagina "Gestione Archivio" è possibile, oltre che premendo



anche selezionando **File** → **Torna Indietro** dal menu.

Attraverso l'opzione **Setup** → **unità di misura** è possibile scegliere tra unità metriche (g, mm/s, μm) e anglosassoni (g, inc/s, mils), così come tra Hz e RPM.

cursore

Sul grafico è presente un cursore, associato di default alla prima misura rappresentata. Questa può essere cambiata cliccando sul grafico col tasto destro del mouse e operando la scelta voluta nel menu contestuale.



Il cursore può essere mosso di un passo alla volta a sinistra o a destra cliccando su  oppure premendo le frecce sulla tastiera.

Selezionando, invece,  è possibile cliccare direttamente sul cursore e, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, trascinarlo rapidamente in una posizione voluta (sempre sulla misura a cui il cursore è legato).

Zoom

Cliccando sul tasto  è possibile scegliere tra differenti modalità di zoom:

-  (ingrandisci rettangolo) : cliccando in un punto e trascinando il cursore è possibile selezionare il rettangolo che si vuole ingrandire;
-  (zoom x) : cliccando in un punto e spostando orizzontalmente il cursore è possibile selezionare la porzione di asse x che si vuole ingrandire;
-  (zoom y) : cliccando in un punto e spostando verticalmente il cursore è possibile selezionare la porzione di asse y che si vuole ingrandire;
-  (autoscale) : cliccando sul grafico gli estremi degli assi sono automaticamente impostati ai valori più appropriati, sulla base di ciò che è visualizzato;
-  (zoom in) : cliccando in un punto viene ingrandita la zona attorno a quel punto;
-  (zoom out) : cliccando in un punto viene visualizzata una regione più ampia attorno a quel punto;

Spostamento dei grafici nella finestra

Dopo aver selezionato  è possibile cliccare in un punto del grafico e, tenendo premuto, spostare tutto il grafico all'interno della finestra. In pratica questo corrisponde a cambiare gli estremi minimo e massimo di entrambi gli assi, senza però alterare la scala. Portando il cursore fuori dalla finestra, il grafico torna nella posizione precedente allo spostamento.

Nota:

I valori minimo e massimo degli assi possono essere modificati uno a uno semplicemente cliccandoli e inserendo un nuovo valore da tastiera.

Nota:

Dopo aver modificato lo zoom, o spostato il grafico, è possibile ritornare alla vista iniziale con l'opzione



del menu contestuale.

Separa/Unisci grafici

Nel caso in cui si vogliono rappresentare più misure, è possibile farlo in un unico grafico (default) o in più grafici separati (al massimo tre), con una misura in ognuno di essi. Il passaggio da una modalità all'altra è possibile rispettivamente con  o .

Creazione e stampa di certificati e *report*

L'uso del software CEMB PoInTer consente facilmente di creare e stampare certificati e *report* di analisi vibrazioni, che includano dati e/o grafici delle misure effettuate e salvate con lo strumento N500.

La pressione del tasto  richiede all'utente di selezionare un modello (*template*) per il certificato che intende produrre. Tale modello è un semplice *file* HTML che l'utente stesso può creare secondo le proprie necessità, utilizzando un qualsiasi editor HTML o un programma di videoscrittura (es. *Microsoft Word*, *OpenOffice Writer*, ...); in entrambi i casi è comunque necessario, dopo aver preparato il modello, salvarlo in formato HTML. Il programma CEMB PoInTer provvede a generare il *report* sostituendo automaticamente all'interno del *template* alcuni codici predefiniti con i corrispondenti valori.

Il risultato è visualizzato nella finestra *Report*, dalla quale è possibile:



: salvare il *report* appena generato, specificandone nome e posizione



: aprire e visualizzare un qualsiasi *report* salvato in precedenza



: stampare il *report* visualizzato, selezionando una stampante tra quelle installate sul PC

Nota:

Selezionando una stampante PDF virtuale (es. *PDFCreator*, ...), è possibile ottenere un certificato in formato *PDF*, anziché cartaceo.



: uscire dalla finestra *Report*

Nota:

Per agevolare l'utente, il programma CEMB PoInTer mette già a disposizione alcuni *template* dimostrativi, che possono essere utilizzati come base per crearne altri. Questi modelli si trovano nella sottocartella *certif_templates* della directory in cui è installato il programma.

Nota:

La lista dei codici utilizzabili nei *template* e dei loro significati è riportata nell'**Appendice D**.

**Attenzione:**

Se si desidera personalizzare uno dei *template* già presenti nella cartella *certif_templates* è opportuno salvare il modello modificato con un diverso nome. Un successivo aggiornamento del software PoInTer, infatti, sovrascriverà i *template* forniti da CEMB.

Utilizzando il programma CEMB PoInTer è molto semplice aggiungere note, commenti e analisi ai *report* prodotti. Questo può essere ottenuto premendo il tasto , digitando il testo voluto e confermando con . Questa operazione deve essere necessariamente compiuta **prima** di generare il certificato con .

**Attenzione:**

Una volta inseriti, le note e i commenti verranno utilizzati per tutti i report creati successivamente (fino alla chiusura del programma CEMB PoInTer), a meno che vengano cancellati premendo .

Dati tecnici

- **Apparecchio**
 - Dimensioni: ca. 230 x 230 x 58 mm
 - Peso: 1.75 kg

- **Campo di lavoro**
 - Temperatura: da -10° a +50° C
 - Umidità dell'aria: da 0 a 95% senza condensa

- **Alimentazione**
 - batteria al Litio ricaricabile da 6 Ah
 - tempo di carica: meno di 5 ore (da batteria completamente scarica)
 - alimentatore-caricabatteria per 100-240 V, 50/60 Hz (24 V, 1.5 A)
 - autonomia: superiore a 8 ore con un uso normale dell'apparecchio

- **Display**
 - ¼ VGA TFT colori 320x240 – 5.7” retroilluminato

- **Tastiera**
 - 28 tasti, compresi 6 tasti funzione

- **Canali in ingresso**
 - 2 canali di misura (alimentazione DC max 5 mA, abilitata o meno automaticamente secondo il tipo di sensore)
 - 1 canale fotocellula (velocità e riferimento angolare)

- **Sensori collegabili**
 - accelerometro
 - velocimetro
 - sensore di prossimità
 - generico, con segnale max 5 V-PP
 - fotocellula 60-18.000 RPM
 - fotocellula alta velocità

- **Stampante portatile (opzionale)**
 - Dimensioni: 146 x 88 x 65 mm
 - Peso: 0,360 kg (senza rotolo di carta)
 - stampa su carta normale o adesiva
 - larghezza carta: 57,5 mm ± 1 mm

- **Specifiche di misura**

- Convertitore A/D: risoluzione 24 bit
- Range dinamico: > 100 dB
- Numero di medie: da 1 a 16
- Risoluzione: 100, 200, 400, 800, 1600, 3200 linee
- Campo di frequenza: DC – 15kHz max
- Rumore di fondo: tipicamente minore di 1.50 μ V per uno spettro a 400 linee con una frequenza massima di 1 kHz
- Finestra: Hanning (sempre abilitata)
- Velocità d'analisi: 2.5 medie/sec (400 linee – 1kHz)
- Capacità di memorizzazione dati: max 500 spettri e 150 forme d'onda o monitoraggi
- Limite di errore dello strumento: 5%

Criteria di giudizio

TABELLA A
CATEGORIE DI MACCHINE PER I CRITERI DI GIUDIZIO

Gruppo secondo ISO 10816 VDI 2056	MACCHINE
I – K	Parti di macchine che nelle condizioni di normale funzionamento sono strettamente solidali con l'insieme della macchina. Rettifiche. Alesatrici. Motori elettrici (fino a 15 kW) con buona esigenza di equilibratura, ad esempio per trapani da dentista, aerosol, apparecchi elettromedicali ed elettrodomestici di elevata qualità. Turbine e compressori di motori a getto. Compressori veloci.
II – M	Macchine di medie dimensioni, come motori elettrici da 15 a 100 kW, senza particolari fondazioni. Torni. Fresatrici. Macchine e azionamenti fino a 300 kW di costruzione rigida, senza parti con moto alternativo, su proprie fondazioni. Motori elettrici di serie con altezza dell'asse inferiore a 130 mm.
III – G	Categoria media più comune per una prima approssimazione. A questa categoria appartengono le macchine che non trovano collocazione in altre categorie. Grandi macchine con fondazioni rigide e pesanti, senza masse con moto alternativo. Turbine a gas, a vapore, turbosoffianti, grandi alternatori. Motori normali in genere e in particolare motori con altezza dell'asse da 130 a 230 mm. Ventilatori rigidi (classe A). Parti di macchine utensili.
IV – T	Grandi macchine con fondazioni a bassa rigidità, senza masse con moto alternativo. Turbine, alternatori, grandi motori, su fondazioni leggere e su navi. Motori elettrici con altezza dell'asse da 230 a 330 mm. Macchine idrauliche, pompe centrifughe. Ventilatori su struttura elastica (classe B). Riduttori di turbine. Macchine operatrici con elevate esigenze: per stampa, per filatura, per cartiere.
V – D	Macchine con masse alternative non equilibrabili, su fondazioni rigide nella direzione delle vibrazioni maggiori. Ventilatori su antivibranti (classe C). Motori con alberi a gomito a sei o più cilindri su fondazioni proprie. Motori a pistoni per vetture, autocarri, locomotori non montati su isolanti durante le prove. Macchine operatrici con masse non equilibrabili come telai per tessitura, scrematrici, depuratori centrifughi, lavatrici solo se fissate su basamenti rigidi senza ammortizzatori.
VI – S	Macchine con masse dotate di moto alternativo non equilibrabili, montate su fondazioni elastiche. Macchine con masse rotanti libere, con squilibri variabili non compensabili, con montaggio elastico, funzionanti senza collegamenti rigidi con altre parti come: lavatrici, ceste di centrifughe, setacci a vibrazione, macchine per le prove a fatica dei materiali, macchine vibranti per processi tecnologici, battitori di mulini, vibratorii. Macchine agricole, moltipiatrici, trebbiatrici. Motori a 4 o più cilindri montati su autoveicoli e locomotori. Motori diesel a 4 o più cilindri. Motori diesel marini. Grandi motori a due tempi.

CRITERI DI GIUDIZIO BASATI SULLA VELOCITÀ DI VIBRAZIONE MISURATA SU PARTI FISSE

Per quasi tutte le macchine la misura della velocità totale della vibrazione in valore efficace (RMS) su parti fisse della struttura è in grado di caratterizzare la macchina dal punto di vista vibratorio.

Il valore totale è calcolato nel campo di frequenza $10 \div 1000$ Hz oppure per macchine lente (< 600 RPM) nel campo $2 \div 1000$ Hz. Si fa riferimento alla velocità massima sul supporto nelle tre direzioni di misura.

Con l'utilizzo della **Tabella A** si individua la classe di appartenenza della macchina in esame. Il grafico di pag. **B - 3** fornisce direttamente un giudizio dello stato vibratorio, ad esempio se la vibrazione misurata sul supporto di una rettifica (classe 1) è 5 mm/s (RMS) il giudizio è: la vibrazione è inammissibile per cui occorre investigare la causa e rimuoverla.

Il criterio basato sulla velocità è valido per frequenze comprese fra 10 Hz e 400 Hz. Al di sotto della frequenza di 10 Hz si potrebbero avere giudizi errati poiché le vibrazioni pur avendo velocità ammissibili avrebbero ampiezze di spostamento proibitive.

Per frequenze inferiori a 10 Hz occorre considerare il criterio basato sugli spostamenti. Invece per frequenze superiori a 400 Hz talvolta anche nel campo da 300 a 400 Hz, i giudizi in base alle velocità devono essere considerati con precauzione, poiché a tali frequenze alcuni fenomeni assumono un aspetto diverso ed occorre tenere conto dell'energia irradiata nell'ambiente circostante, delle vibrazioni dell'edificio o dell'ambiente (nave, aereo, veicolo) e dei disturbi fisiologici dell'uomo. Per alte frequenze possono essere utili le misure di accelerazione.

La classificazione di **Tabella A** e i valori di accettabilità riportati nel grafico sono conformi alla norma ISO 10816 in modo parziale. La norma ISO non contempla le classi V e VI ed inoltre rimanda a norme specifiche già pubblicate o che saranno pubblicate per ogni tipo di macchina (motori elettrici, macchine idrauliche, turbine a gas, ecc.).

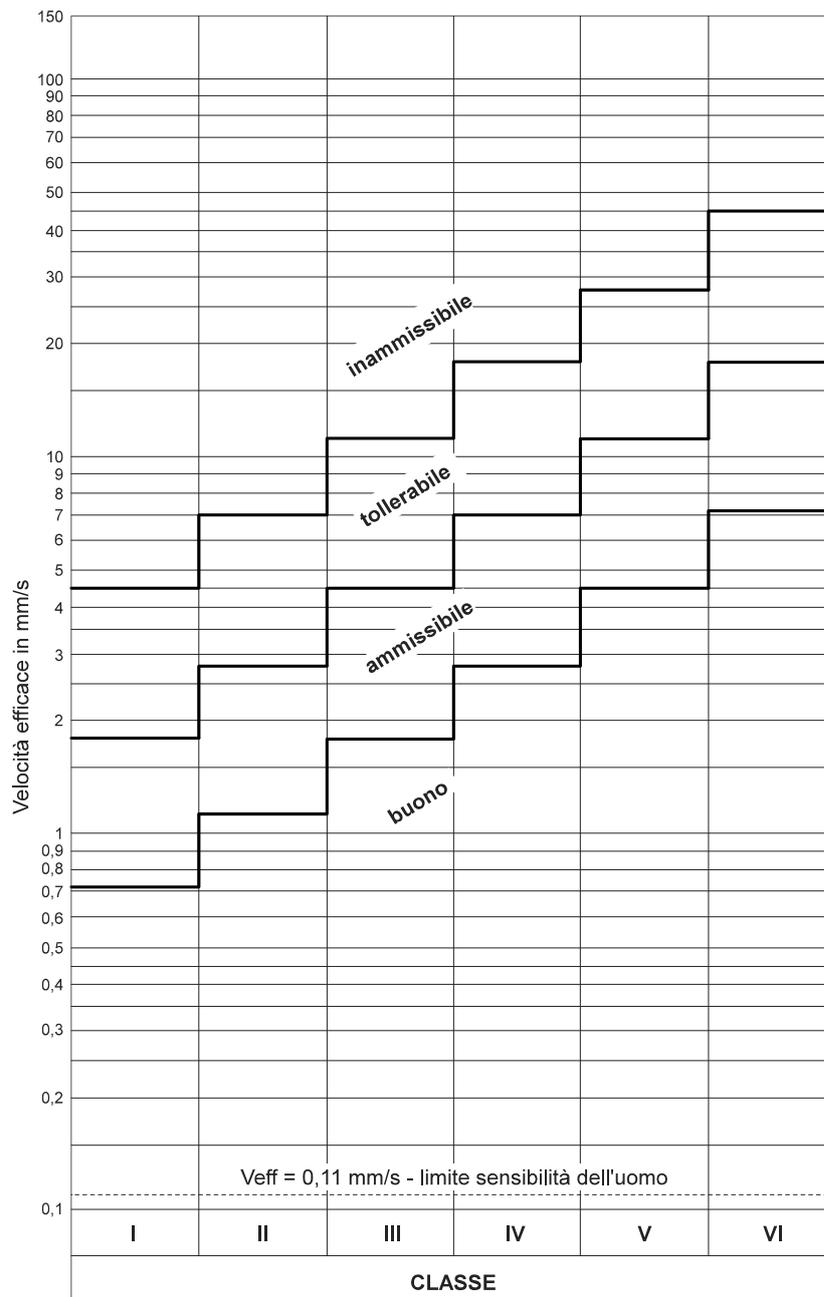


Grafico per giudicare le vibrazioni meccaniche in base alla velocità efficace di vibrazione.

Guida all'interpretazione di uno spettro

CASI TIPICI DI VIBRAZIONI DELLE MACCHINE

1. GUIDA RAPIDA DI PRIMO ORIENTAMENTO

Valori misurati nel controllo	f = frequenza di vibrazione [cicli/min] o [Hz]
	s = ampiezza di spostamento [μm]
	v = velocità di vibrazione [mm/s]
	a = accelerazione di vibrazione [g]
	n = velocità di rotazione di un pezzo [giri/min]

Rilevamenti frequenza	Cause	Note
1) $f = n$	Squilibri di corpi rotanti.	Intensità proporzionale allo squilibrio, prevalentemente in direzione radiale, cresce con la velocità.
	Inflessione del rotante.	Talvolta vibrazioni assai sensibili.
	Risonanza di corpi rotanti.	Velocità critica vicino a n , intensità di vibrazione molto alta.
	Cuscinetti a rotolamento montati eccentrici.	Conviene equilibrare il rotante montato sui suoi cuscinetti.
	Disallineamenti.	Presente anche una vibrazione assiale notevole, oltre 50% della vibrazione trasversale; anche frequenti $f = 2n, 3n$.
	Eccentricità di pulegge, ingranaggi, ecc.	Quando l'asse di rotazione non coincide con l'asse geometrico.
	Irregolarità del campo magnetico in macchine elettriche.	La vibrazione scompare interrompendo la corrente.
	Cinghia con lunghezza un multiplo esatto dello sviluppo della puleggia.	Con lo stroboscopio si possono bloccare contemporaneamente cinghia e puleggia.
2) $f \cong n$ con battimenti	Ingranaggio con un dente difettoso.	Sovvente si sovrappone a una vibrazione di squilibrio.
	Forze alterne	È presente la seconda e terza armonica
	Sovrapposizione di difetti di squilibrio meccanico e irregolarità del campo magnetico.	Nei motori asincroni; il battimento è dovuto allo scorrimento.
3) $f \cong (0,40 \div 0,45) n$	Cuscinetti a strisciamento con lubrificazione difettosa.	Per n elevato, sopra la 1° critica. Controllare con stroboscopio. Moto di precessione del perno (oil whirl).
	Gabbia cuscinetto rotolamento difettosa.	Eventuali armoniche
4) $f = \frac{1}{2} n$	Labilità meccanica del rotante.	È una sub-armonica che spesso si presenta ma quasi mai è importante.
	Gusci allentati del cuscinetto a strisciamento. Cedimenti meccanici.	Presente spesso anche $f = 2n, 3n, 4n$ e mezzarmoniche.
5) $f = 2n$	Disallineamento Allentamento meccanico	È presente forte vibrazione assiale. Bulloni allentati, gioco eccessivo delle parti mobili e dei cuscinetti, cricche e rotture nella struttura: presenti sub-armoniche e armoniche superiori.

6) f è un multiplo esatto di n	Cuscinetti a rotolamento disallineati oppure forzati nella sede. Ingranaggio difettoso	Frequenza = $n \times$ numero sfere o rulli. Controllare con stroboscopio. $f = \xi n$ (ξ = numero denti difettosi). Per usura generale, denti mal fatti se ξ = numero totale denti.
	Disallineamenti con eccessivi giochi assiali.	Sovente dovuti ad allentamenti meccanici.
	Giranti con pale (pompe, ventilatori).	$f = n \times$ numero pale (o canali)
7) f molto maggiore di n non un multiplo esatto	Cuscinetti a rotolamento danneggiati.	Frequenza, intensità e fase instabili. Vibrazione assiale.
	Cuscinetti a strisciamento con attrito eccessivo.	Lubrificazione difettosa totalmente o in zone. Udibile stridio.
	Cinghie troppo tese.	Udibile stridio caratteristico.
	Cinghie multiple non omogenee.	Scorrimento fra le cinghie.
	Ingranaggi a basso carico.	Urti fra denti per mancanza di carico; vibrazione instabile.
	Giranti con pale per azione del fluido (cavitazione, riflusso, ecc.).	Frequenza e intensità instabili. $f = n \times$ numero di pale \times numero di canali Frequente vibrazione assiale.
8) $f =$ frequenza naturale di altre parti	Cuscinetti a strisciamento con giochi eccessivi.	Esaltazione per urto (oil whip) delle vibrazioni di altre parti. Controllare con stroboscopio.
	Cinghie eccitate da vibrazione di altre parti.	Esempi: pulegge eccentriche o squilibrate, disallineamenti, squilibri di rotanti.
9) f instabile con battimenti	Cinghie multiple non omogenee. Cinghia con più giunte.	Intensità instabile.
10) $f = n_c$ $n \neq n_c$	($n_c =$ velocità critica dell'albero) Cuscinetti a rotolamento.	Per rotanti sopra la velocità critica.
	($n_r =$ frequenza di rete) Motori elettrici, generatori.	Presenti anche armoniche.
12) $f = f_c < n$ oppure $f = 2f_c$	Cinghia con una zona con difetto di elasticità.	f_c è la frequenza della cinghia. $f_c = \pi D n / l$ ($D =$ diametro puleggia; $l =$ lunghezza cinghia).

Vibrazioni assiali sensibili, sopra il 10% della vibrazione trasversale, indicano alcune tipiche cause:

- disallineamento (sopra il 40%);
- inflessione dell'albero, specie di motori elettrici;
- cuscinetti reggispinta difettosi;
- eccentricità ellittica del rotore di motori elettrici;
- forze derivanti da tubazioni;
- fondazioni distorte;
- attrito delle tenute premistoppa, ecc.;
- sfregamenti assiali del rotante;
- cuscinetti radiali difettosi;
- accoppiamenti difettosi;
- cinghie difettose.

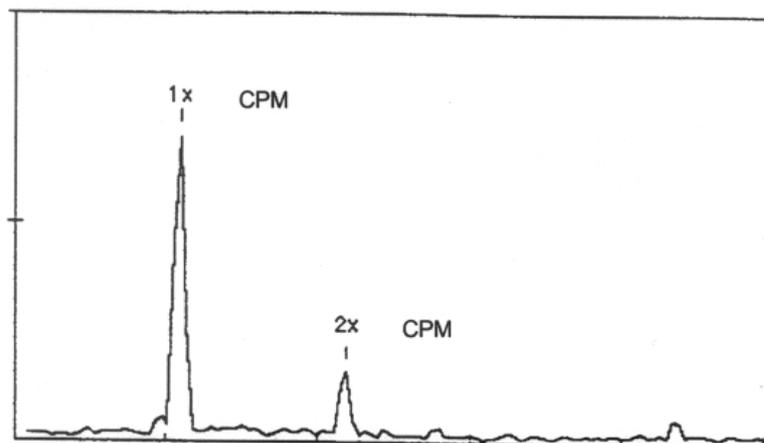
2. SPETTRI TIPICI DELLE VIBRAZIONI RELATIVI AI DIFETTI PIU' COMUNI

Nota: I seguenti spettri sono puramente indicativi. Quelli ottenuti con lo strumento N500 hanno aspetto grafico differente.

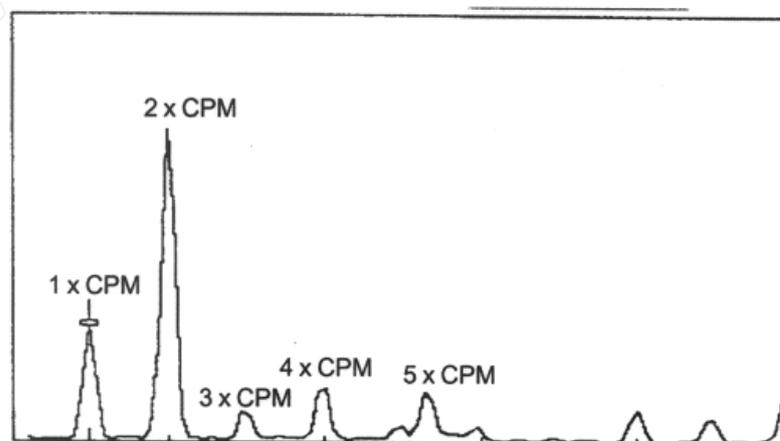
Nel seguito si riportano gli spettri delle vibrazioni tipiche, originate dai difetti più comuni che si trovano nella esperienza pratica.

CPM = velocità di rotazione dell'albero in giri al minuto.

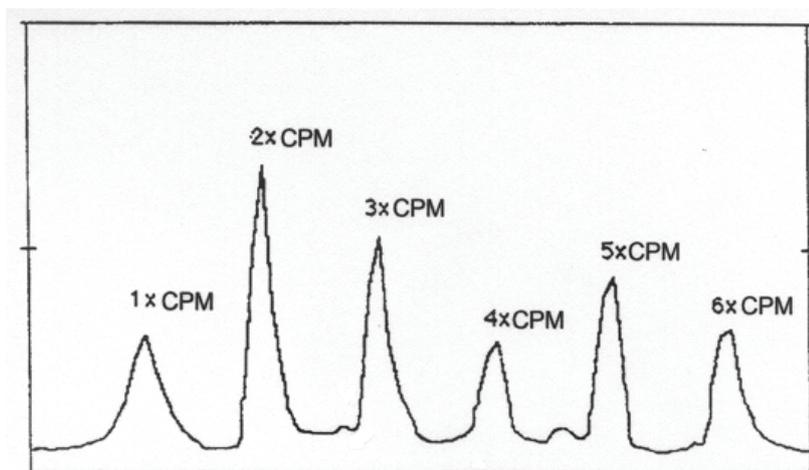
1. SQUILIBRIO



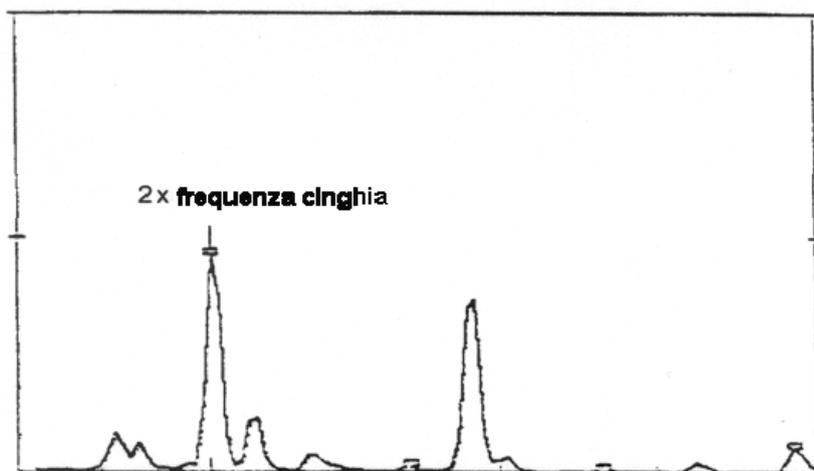
2. DISALLINEAMENTO



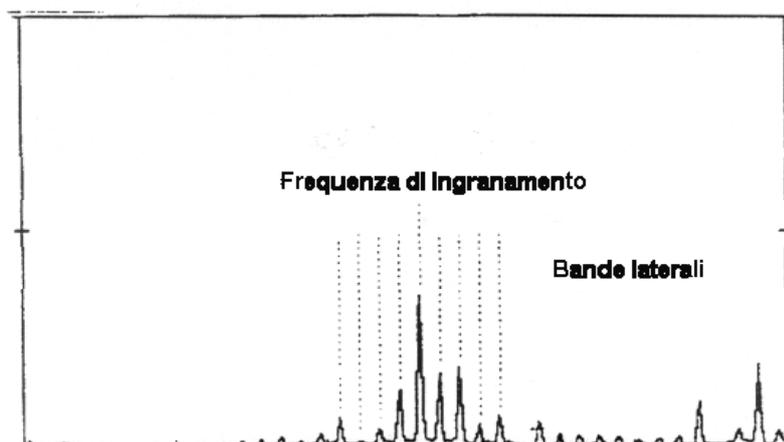
3. ALLENTAMENTO MECCANICO/GIOCO



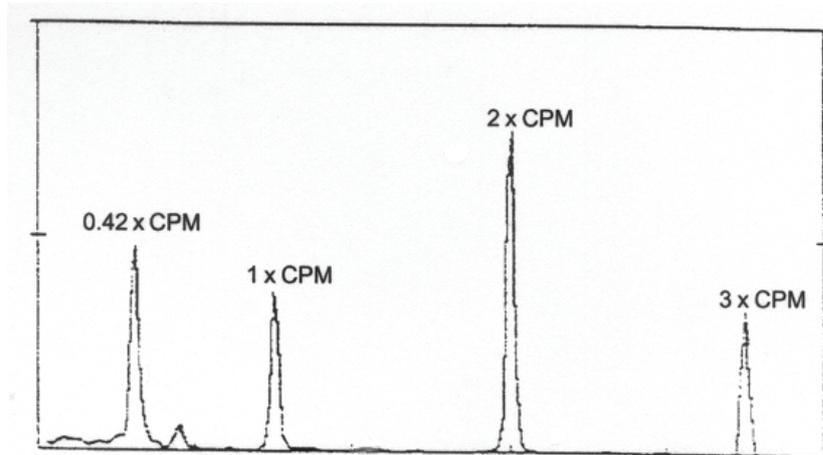
4. CINGHIA



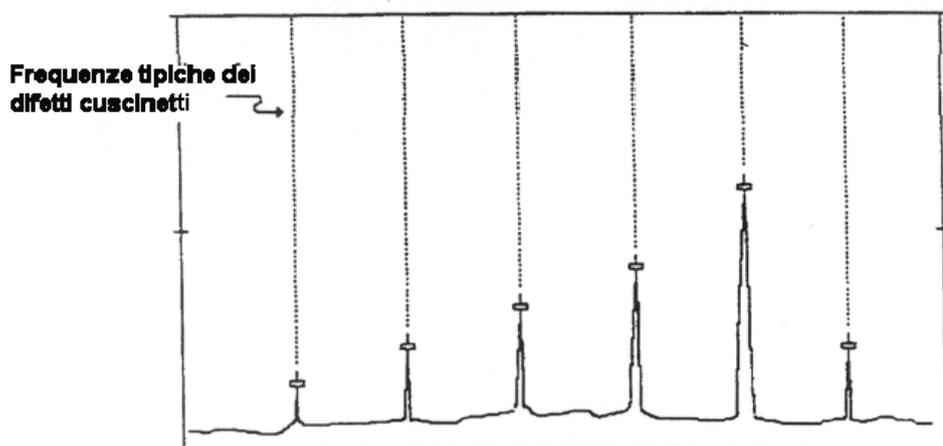
5. INGRANAGGI



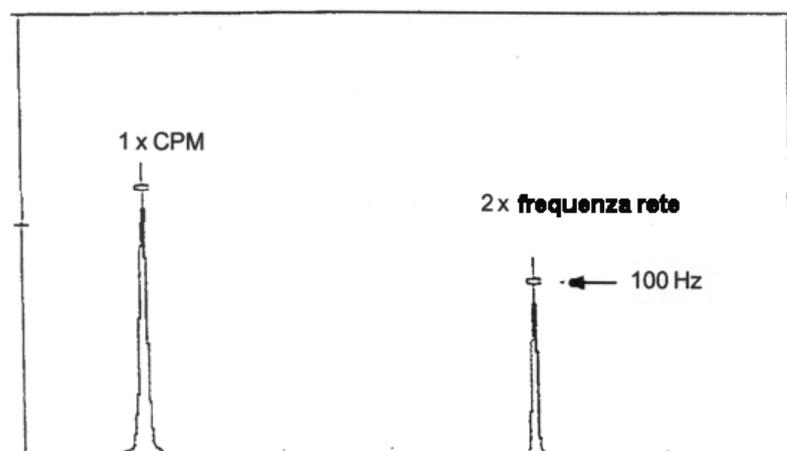
6. CUSCINETTI A STRISCIAMENTO



7. CUSCINETTI A ROTOLAMENTO



8. MOTORI ELETTRICI



3. FORMULE PER IL CALCOLO DELLE FREQUENZE TIPICHE DEI DIFETTI CUSCINETTI

SIMBOLI:

FTF = frequenza gabbia
BPFO = difetto su pista esterna
BPFI = difetto su pista interna
BSP = difetto su rullo/sfera

Le frequenze dei cuscinetti possono essere calcolate conoscendo:

S = numero giri albero
PD = diametro primitivo
BD = diametro sfera/rullo
N = numero di sfere/rulli
Θ = angolo di contatto

Caso più comune:

a - anello esterno fisso (anello interno rotante)

$$FTF = \frac{S}{2} \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$
$$BPFO = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$
$$BPFI = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$
$$BSP = \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{PD}{BD} \right) \cdot \left[1 - \left(\left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right)^2 \right]$$

b - anello esterno rotante (anello interno fisso)

$$FTF = \frac{S}{2} \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$
$$BPFO = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$
$$BPFI = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$
$$BSP = \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{PD}{BD} \right) \cdot \left[1 - \left(\left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right)^2 \right]$$

Formule di calcolo approssimate ($\pm 20\%$)

FTF = 0.4 x S **(a)** oppure 0.6 x S **(b)**
BPFO = 0.4 x N x S **(a)** oppure **(b)**
BPFI = 0.6 x N x S **(a)** oppure **(b)**
BSP = 0.23 x N x S (N < 10) **(a)** oppure **(b)**
= 0.18 x N x S (N ≥ 10) **(a)** oppure **(b)**

Codici utilizzabili nei modelli per i certificati ottenibili col programma CEMB PoInTer.

Al momento della creazione del certificato, il software CEMB PoInTer sostituisce automaticamente nel modello alcuni codici predefiniti (della forma #x#) con le corrispondenti informazioni, relative alle misure in quel momento visualizzate.

Affinché la sostituzione sia effettuata correttamente, utilizzare soltanto i codici seguenti:

#1#	data attuale
#2#	ora attuale
#3#	note/commenti/analisi
#4#	immagine del grafico (o dei grafici) visualizzato
#10#	Tipo del grafico (FFT, wave, monT, monV)
#11#	Tipo della misura (Pk, PP, RMS)
#50#	Unità di misura dell'asse x (valida per tutte le misure visualizzate)
#51#	Data/Ora in cui è stata acquisita la misura 1
#52#	Data/Ora in cui è stata acquisita la misura 2
#53#	Data/Ora in cui è stata acquisita la misura 3
#101#	Impianto a cui appartiene la misura 1
#102#	Impianto a cui appartiene la misura 2
#103#	Impianto a cui appartiene la misura 3
#151#	Stazione a cui appartiene la misura 1
#152#	Stazione a cui appartiene la misura 2
#153#	Stazione a cui appartiene la misura 3
#201#	Macchina a cui appartiene la misura 1
#202#	Macchina a cui appartiene la misura 2
#203#	Macchina a cui appartiene la misura 3

#251#	Punto a cui appartiene la misura 1
#252#	Punto a cui appartiene la misura 2
#253#	Punto a cui appartiene la misura 3
#301#	Valore totale (overall) della misura 1
#302#	Valore totale (overall) della misura 2
#303#	Valore totale (overall) della misura 1
#351#	Unità di misura dell'asse y per la misura 1
#352#	Unità di misura dell'asse y per la misura 2
#353#	Unità di misura dell'asse y per la misura 3
#401#	Frequenza del picco n°1 del grafico 1
#402#	Frequenza del picco n°2 del grafico 1
#...#	Frequenza del picco n°... del grafico 1
#425#	Frequenza del picco n°25 del grafico 1
#426#	Valore del picco n°1 del grafico 1
#427#	Valore del picco n°2 del grafico 1
#...#	Valore del picco n°... del grafico 1
#450#	Valore del picco n°25 del grafico 1
#451#	Frequenza del picco n°1 del grafico 2
#452#	Frequenza del picco n°2 del grafico 2
#...#	Frequenza del picco n°... del grafico 2
#475#	Frequenza del picco n°25 del grafico 2
#476#	Valore del picco n°1 del grafico 2
#477#	Valore del picco n°2 del grafico 2
#...#	Valore del picco n°... del grafico 2
#500#	Valore del picco n°25 del grafico 2
#501#	Frequenza del picco n°1 del grafico 3
#502#	Frequenza del picco n°2 del grafico 3
#...#	Frequenza del picco n°... del grafico 3
#525#	Frequenza del picco n°25 del grafico 3

#526#	Valore del picco n°1 del grafico 3
#527#	Valore del picco n°2 del grafico 3
#...#	Valore del picco n°... del grafico 3
#550#	Valore del picco n°25 del grafico 3