

# SPM A30/T30



**SPM Instrument srl Via L. Corsi, 52 60044 Fabriano AN**  
**Telefono 0732/629272 Fax 0732/629277**  
**E-mail: [spminst@tin.it](mailto:spminst@tin.it)**  
**Sito Internet: [www.spminstrument.se](http://www.spminstrument.se)**

# INDICE

|    |                                                              |
|----|--------------------------------------------------------------|
| 2  | Funzioni in manuale e in modalità data-logger                |
| 3  | Layout dello strumento, schermo e tastiera                   |
| 4  | Layout dello strumento, connessioni d'ingresso               |
| 5  | Impostazioni generali                                        |
| 6  | Batterie                                                     |
| 7  | EPROM e memoria                                              |
| 8  | Orario e luminosità del display                              |
| 9  | Modalità di misurazione manuale                              |
| 10 | Annotazione delle registrazioni e intervalli di misura       |
| 11 | SPM - Misurazione degli shock pulse                          |
| 12 | SPM punti di misura                                          |
| 13 | Trasduttore di shock pulse con la sonda                      |
| 14 | Trasduttore ad innesto rapido, terminale                     |
| 15 | Differenza tra T e A                                         |
| 16 | La tecnica dBm/dBc (Tester T30)                              |
| 17 | Letture normalizzate e non normalizzate - T30                |
| 18 | Inserimento di dati per il T30                               |
| 19 | Misurazione SPM con il T30                                   |
| 20 | Indicatore di picco e cuffia, T30                            |
| 21 | Diversi modelli caratteristici di shock pulse                |
| 22 | La tecnica LR/HR: Analyzer A30                               |
| 23 | Dati di base per l'A30 SPM                                   |
| 24 | COMP e ACC                                                   |
| 25 | Valori LR/HR e CODE                                          |
| 26 | Il numero LUB                                                |
| 27 | Il numero COND e i codici di errore                          |
| 28 | Inserimento dei dati di base per l'A30                       |
| 29 | Misurazioni SPM con l'A30                                    |
| 30 | Cuffia e indicatore di picco - A30                           |
| 31 | Punti di misura e trasduttori per VIB                        |
| 32 | Misurazione della severità di vibrazione                     |
| 33 | Registrazione di uno spettro di vibrazione                   |
| 34 | Impostazione della sensibilità del trasduttore di vibrazioni |
| 35 | Misura della velocità                                        |
| 36 | Misura della temperatura                                     |
| 37 | Data logging, procedura generale                             |
| 38 | Cicli di misurazione in CONDMASTER                           |
| 39 | Data logging - sequenza di misurazione                       |
| 40 | Display in modalità data logging                             |
| 41 | Introduzione di commenti                                     |
| 42 | Risultati SPM multipli                                       |
| 43 | Misurazioni alternative, impostazione                        |
| 44 | Inserimento di misure alternative                            |
| 45 | Check point                                                  |
| 46 | Registrazioni continue, impostazione del programma           |
| 47 | Registrazioni continue, misurazione                          |
| 48 | Dati tecnici per A30/T30                                     |
| 49 | Codici dei componenti, A30/T30                               |

## Funzioni in manuale e in modalità data-logger

Il pieno potenziale degli strumenti di misurazione si realizza nelle versioni data-logger. Per alcune delle funzioni, i dati di base non possono essere inseriti attraverso la tastiera, ma vengono salvati nel CONDMASTER e scaricati dal PC.

Impostazione Regolazioni generali dello strumento come l'orario e la

luminosità del display.

SPM

Misurazione di Shock pulse. Questa è la funzione in cui l'A30 e il T30 si differenziano. Il T30 utilizza la tecnica dBm/dBc, l'A30 quella LR/HR.

VIB

Misurazione della vibrazione. Oltre alla severità di vibrazione

(secondo le norme ISO), è possibile registrare uno spettro. Lo strumento visualizza il valore della velocità RMS per il campo selezionato (3-200, 500, 1000 Hz) e le 15 linee con i valori più alti, in Hz o cpm. Esso può trasferire fino a 200 linee al CONDMASTER, dove si hanno funzioni grafiche e di valutazione.

RPM

Misurazione della velocità. Nella modalità manuale, il display per questa funzione appare solo quando la sonda di velocità è collegata.

TEMP

Misurazione della temperatura. Nella modalità manuale, il display per questa funzione appare solo quando la sonda di velocità è collegata.

ALT

Misurazione alternativa, che significa registrare, attraverso l'inserimento manuale, un valore da qualsiasi indicatore numerico) per una quantità definita dall'operatore, come il flusso o la pressione. Sono disponibili due menu per l'inserimento dei dati. Nel CONDMASTER, la misurazione della temperatura, se usata, occupa una delle schede di inserimento per una misurazione alternativa.

CHECK

Punto di controllo. Un testo preso dal CONDMASTER che dice cosa controllare.

È possibile scaricare una lista di commenti e parametri per una registrazione continua.

## Layout dello strumento, schermo e tastiera

Tenendo premuto qualsiasi tasto per un secondo si accende lo strumento sull'ultima funzione utilizzata. Il display, 4 linee di sedici caratteri ognuna, mostra il menu attivo. Le tecniche di misurazione vengono selezionate con le frecce DESTRA/SINISTRA, i punti di misura (se caricati in modalità logger), con SU/GIU'. I menu per la misurazione dell'RPM e della temperatura appaiono quando la rispettiva sonda è collegata.

L'indicatore verde-giallo-rosso a fianco del display è la scala della condizione operativa. Dopo una misurazione normalizzata SPM o VIB con inseriti i dati della classe della macchina, una freccia indica uno dei colori.

PEAK è un indicatore luminoso attivo durante le misurazioni SPM. Un sensore circolare di luminosità, posto sulla destra del pannello, controlla la retroilluminazione del display. In alto, una freccia indica la posizione del lettore di prossimità che riceve i dati ID dai punti di misura codificati.

Le funzioni della tastiera variano a seconda di quale menu sia attivo. Gli strumenti ora contengono troppe funzioni per limitare ogni tasto ad una singola azione. L'eccezione è il tasto M, usato esclusivamente per avviare le misurazioni.

Premendo simultaneamente i tasti M e ENT, si dà inizio alla **lettura continua**. I risultati delle misurazioni vengono aggiornati fino a che il tasto ENT non viene premuto e mantenuto premuto fino all'interruzione di questa modalità.

Il tasto ENT conferma le selezioni, salva i valori e le impostazioni, e termina le funzioni. Gli altri tasti sono usati principalmente per muoversi tra o all'interno del display. SU/GIU aumenta o diminuisce i valori segnati.

## Layout dello strumento, connessioni

Gli strumenti hanno tre diverse connessioni d'ingresso.

|     |                                                                                                                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SPM | Un connettore TNC che riceve un trasduttore di shock pulse (sonda, trasduttore ad innesto rapido, o un cavo a un terminale di misurazione)                  |
| EXT | Un jack modulare che riceve la sonda di temperatura, la sonda del tachimetro, la cuffia e il cavo al modulo di comunicazione per il trasferimento dei dati. |
| VIB | Un connettore BNC che riceve il trasduttore di vibrazioni TRV-12 (TRV-13).                                                                                  |

Gli strumenti possono riconoscere il tipo di trasduttore collegato, come ad esempio un trasduttore di shock pulse con o senza l'unità di accoppiamento TMU, e reagire di conseguenza. Il trasduttore di vibrazioni TRV-12 ha una vite di montaggio M8, mentre il TRV-13 utilizza un UNC 1/4"-28, altrimenti non c'è differenza.

Nella modalità data-logger, e per registrazioni di lunga durata, si possono collegare simultaneamente tre trasduttori: SPM, VIB e una sonda di temperatura o un tachimetro. Il display mostra i punti e le tecniche di misura nell'ordine in cui vengono scaricati, ed è possibile scorrere attraverso la lista senza collegare un trasduttore.

Nella modalità manuale, è possibile avere sia un trasduttore di shock pulse che uno di vibrazione collegati nello stesso momento. Il display si accende alla rispettiva funzione quando vengono collegate una sonda di temperatura o una sonda del trasduttore. Per abbandonare la funzione, scollegare la sonda.

Durante le misurazioni SPM si può collegare la cuffia e alternare tra la misurazione SPM e la modalità cuffia.

## Impostazioni generali

Le funzioni generali dello strumento sono disponibili sotto il menu principale, selezionato con le frecce DESTRA/SINISTRA. Usare il tasto SFT per selezionare la funzione desiderata, il tasto ENT per aprire, salvare e chiudere.

**Test batteria e versione** mostrano i dati, non c'è nulla da regolare.

Un numero di **lingue** del display è immagazzinato permanentemente. Selezionare la riga della lingua e usare SU/GIU per scorrere attraverso le lingue disponibili e visualizzare la lingua desiderata.

La linea **Off** mostra il tempo che trascorre tra quando si preme qualsiasi tasto e lo spegnimento automatico. Quando la linea è selezionata, SU/GIU cambia il tempo in intervalli di dieci secondi.

I diametri dei cuscinetti possono essere visualizzati sia in **mm** che in **pollici**, e la velocità di vibrazione in mm/s o pollici/secondo. Usate SFT per andare oltre la linea Off fino all'unità di misura della lunghezza e cambiare con SU/GIU. Alla posizione seguente è possibile scegliere tra le unità di temperatura °C e °F.

Le impostazioni nel Setup corrente vengono salvate quando si preme ENT per uscire dal menu.

Il menu per la comunicazione e per l'impostazione della data e dell'ora, e le regolazioni del display sono descritte separatamente.

## Batterie

Gli strumenti sono alimentati da 6 batterie tipo MN 1500 LR6, 1,5 V. Il compartimento per le batterie si trova nel retro ed è fissato con due viti. Rimuovere la copertura protettiva per accedere alle viti.

Il test batteria sul menu di impostazione mostra il voltaggio corrente delle batterie. Un avvertimento di basso voltaggio delle batterie scatta a 5,1 V. In questa fase, quando il display mostra "Battery low", funziona solo la trasmissione di dati in corso.

La memoria e l'orologio sono protetti per circa 24 ore da un condensatore. Se si sostituiscono le batterie in quel lasso di tempo, non si perderà nessun dato.

La vita delle batterie dipende da come viene usato lo strumento. La maggior parte dell'energia si consuma solo in fase di lettura: da quando si preme il tasto M fino a quando viene visualizzato un valore misurato.

Lo strumento usa molta meno corrente quando è inattivo e solo il display è acceso, e virtualmente nessuna corrente quando questo è spento. Comunque per lunghi periodi di inattività le batterie dovrebbero essere rimosse.

La vita delle batterie (batterie a lunga durata tipo Duracell PROCELL) è di circa 1 anno con *strumento inattivo*, altrimenti è specificata come segue:

**Letture tipiche:** 5000 punti di misura, usando tecniche/punti diversi. Questo si basa su un tempo di misura medio di 1 min./punto, senza retroilluminazione. Una singola misurazione richiede approssimativamente 2-10 s, qui il calcolo è basato su 10 secondi/misurazione.

**Letture continua:** Almeno 50 ore.

## EPROM e memoria

Il programma dello strumento è contenuto in un'EPROM sulla scheda del circuito inferiore. Versione, sul menu di impostazione, mostra il tipo di strumento più la versione e la data dell'EPROM.

Per cambiare l'EPROM (in caso di aggiornamento), l'involucro dello strumento si apre togliendo due viti all'estremità dei connettori d'ingresso, nella parte posteriore, e sollevando la parte inferiore dell'involucro. Il connettore (A) viene tirato via e la scheda del circuito superiore viene svitata (B). Facendo leva, l'EPROM (C) viene tolta dal suo zoccolo di collegamento con un piccolo cacciavite piatto, e sostituita attentamente con la nuova versione.

La capacità di memoria è di 128 k. Come questa si traduca nel numero di punti di misura e risultati di misura che possono essere immagazzinati in un data logger, dipende da diversi fattori:

- lunghezza dei numeri e del nome dei punti di misura
- numero e lunghezza dei commenti scaricati
- numero e tipo di tecniche di misura usate per punto

Il limite superiore è di 999 punti di misura, considerando un punto di misura nel percorso, con numerazione corrente di tre caratteri. Usando 6 tecniche di misura per punto, il numero tipico è 500 punti di misura. Al tempo di misura di un minuto per punto, questo è abbastanza per ricoprire una giornata di lavoro. In pratica, i cicli di misurazione di solito sono molto più contenuti.

## Orario e luminosità del display

Il formato della data è fisso e non può essere regolato in base al formato usato in CONDMASTER. Il formato è YY.MM.DD cioè le ultime due cifre dell'anno seguite da mese e giorno. Il display dell'orario va da 00.00 a 23.59. Premendo e mantenendo premuto uno dei tasti SU/GIU, cambia il numero indicato. L'orologio è compatibile con l'anno 2000.

Per i data logger, l'orario dello strumento deve essere regolato entro 5 minuti dall'orario del PC:

Sul menu per la regolazione del display, la linea **Contrasto** controlla l'aspetto del display normale dello strumento, senza retroilluminazione. Usare le frecce SU/GIU per regolare l'impostazione a luce normale.

La linea **Luce** controlla la retroilluminazione. È possibile spostarsi tra AUT (automatico) e OFF. Su automatico, la retroilluminazione viene attivata dall'azione del sensore luminoso sopra la tastiera. La sensibilità di questo sensore si regola sulla terza linea, su una scala da 1 a 9. Nello stesso modo, la luminosità della retroilluminazione si regola sulla quarta linea.

Per una buona regolazione eseguire l'operazione in condizioni di scarsa luminosità.

Fate attenzione: Con la retroilluminazione attiva, lo strumento assorbe circa il 30% di corrente in più. Non coprire il sensore quando si effettuano le misurazioni - se si è in automatico, questa operazione attiverebbe la retroilluminazione.

## Modalità di misurazione manuale

Nella modalità manuale è possibile misurare gli shock pulse (SPM), la severità di vibrazione (VIB) compreso lo spettro, temperatura e velocità. I trasduttori di shock pulse e di temperatura possono essere connessi simultaneamente, e non c'è bisogno di disconnetterli per usare la connessione d'ingresso EXT. Si seleziona uno dei metodi usando le frecce SINISTRA/DESTRA

Quando si misurano gli shock pulse, è possibile collegare la cuffia a EXT. Collegando la sonda di temperatura o del tachimetro a EXT, automaticamente cambia il display alla rispettiva modalità di misura. Per abbandonare questa modalità disconnettere la sonda.

Per SPM e VIB è necessario inserire i dati di base. Per questo si preme il tasto SFT e si muove il cursore con le frecce DESTRA/SINISTRA fino al numero che si desidera cambiare. SU/GIÙ cambia il numero, ENT salva e permette di iniziare una lettura tramite il tasto M.

Per la lettura continua, prima premere e tenere premuto ENT, poi premere M. Per fermarsi tenere premuto qualsiasi tasto (eccetto M) per alcuni secondi.

Sotto il display VIB, ci sono altri due display dove è possibile definire la misurazione di uno spettro e calibrare il trasduttore di vibrazione.

Sotto il display TEMP c'è un display dove è possibile calibrare la sonda di temperatura.

## Annotazione delle registrazioni e intervalli di misura

Nella modalità manuale non si può salvare più di un risultato di misura (sempre l'ultima lettura presa) per ogni tecnica di misura.

Per il monitoraggio sistematico della condizione operativa bisogna annotare le registrazioni. Lo sviluppo dei valori misurati in un periodo di tempo è una base molto migliore per la pianificazione degli interventi e della manutenzione, del risultato che si ottiene da una singola lettura.

Se non si possiede il CONDMASTER, si può utilizzare una scheda per registrare le letture di shock pulse e della vibrazione. C'è una scheda per i dati provenienti da un T30, e un'altra per l'A30.

La condizione operativa del cuscinetto e della vibrazione dovrebbe essere misurata ad intervalli regolari di 1-3 mesi quando la condizione operativa della macchina è normale.

Se si vede che i risultati di un punto di misura stanno incrementando, si controllano le cause e si accorciano gli intervalli di misura. È difficile consigliare i tempi esatti, perché tutto dipende da quanto è importante la macchina e da quanto velocemente peggiora la sua condizione operativa. I cuscinetti con valori di shock alti ma stabili possono durare per molto tempo.

Un lento aumento della severità di vibrazione, spesso è un sintomo di logoramento e non deve destare preoccupazione immediata. Comunque, specialmente sui ventilatori ci si può aspettare uno sbilanciamento improvviso pericoloso (ad esempio la rottura della pala del rotore o il distaccamento di uno strato di sporco). Le macchine con tali problemi necessitano una sorveglianza permanente e spesso di un dispositivo di arresto automatico. Si leggano dettagli maggiori nei capitoli sui metodi di monitoraggio.

## SPM - Misurazione degli shock pulse

Il metodo Shock Pulse per il monitoraggio della condizione operativa dei cuscinetti (SPM) verrà descritto in un capitolo a parte. Questo è un riassunto breve e semplificato di alcuni fatti importanti per comprendere i dati di base da inserire per il monitoraggio dei cuscinetti, e la natura e l'utilizzo dei trasduttori di shock pulse.

- Gli shock pulse sono provocati da impatti. Un impatto è un singolo evento: un corpo che colpisce un altro corpo. Non è una forza costante. Si può ripetere ad intervalli di tempo regolari, ma spesso non è così. In un cuscinetto di solito gli impatti si verificano ad intervalli casuali (e molto brevi).
- L'impatto genera un'onda di shock che si propaga attraverso il materiale di entrambi i corpi. La vibrazione arriva in un secondo momento. Nel trasduttore SPM, la vibrazione viene filtrata.
- Il trasduttore di shock pulse reagisce proporzionalmente all'ampiezza del fronte dell'onda alla sua frequenza di risonanza. Questa amplifica il segnale di bassa energia. Solo il fronte dell'onda viene misurato, provocando uno shock pulse dal trasduttore.
- L'ampiezza del fronte dell'onda è in funzione della velocità d'impatto. Questo significa che, in un cuscinetto a parità di condizioni operative, al massimo numero di giri corrisponde il livello massimo di shock. Poiché la velocità di rotazione del cuscinetto dipende sia dalla sua dimensione che dall'rpm, sono entrambi necessari come dati di inserimento.
- Gli shock pulse sono segnali transienti. Essi perdono energia passando attraverso il materiale della macchina. Inoltre vengono riflessi dalle superfici e gravemente smorzati dalle interfacce di materiale. Per questo si ha bisogno di punti di misura definiti.
- Tutti gli impatti provocano degli shock pulse. È necessario essere sicuri che si sta misurando un segnale proveniente dal cuscinetto.

## SPM punti di misura

Le regole per la selezione dei punti di misura hanno uno scopo molto pratico. Stiamo cercando di catturare dei segnali a bassa energia che diventano sempre più deboli man mano che avanzano nel materiale e che rimbalzano all'interno di una struttura metallica. Sappiamo che perdono energia quando passano da una struttura all'altra (l'olio presente tra le superfici aiuta). Non possiamo sapere, per tutte le applicazioni dei cuscinetti, quanta della forza del segnale emesso dal cuscinetto raggiungerà il punto di misura. Comunque, necessariamente, cerchiamo di applicare delle regole di valutazione generali, ad esempio trattare tutti i segnali misurati come se fossero della stessa qualità.

Le regole per i punti di misura SPM cercano di assicurare, con un grado di accuratezza sufficiente, che la maggior parte di essi e le zone di condizione verde-giallo-rosso, siano valide:

- 1 Il percorso del segnale tra il cuscinetto e il punto di misura dovrebbe essere il più breve e diretto possibile
- 2 Il percorso del segnale deve contenere solo una interfaccia meccanica, quella tra il cuscinetto e l'alloggiamento del cuscinetto.
- 3 Il punto di misura dovrebbe essere posizionato nella zona caricata del cuscinetto.

Breve significa fino a 75 mm (3 pollici), ma questo dipende anche da quanto è diretto il percorso: delle curve provocano re- e deflessioni il cui effetto è difficile da giudicare. La zona di carico è la metà del supporto del cuscinetto che sostiene il carico, normalmente quella inferiore. Si tenga conto delle trazioni delle cinghie o di altre forze che potrebbero dirigere il carico in altre zone. Si usa la sonda per trovare il punto che emette il segnale più alto. Quando un punto di misura non può essere conforme alle regole (perché non si può raggiungere un punto ideale), si prenda in considerazione un segnale più debole. Se si misura con un A30, esiste il COMP no. Per compensare i segnali deboli, ma si deve comunque cercare di trovare un buon punto.

## Trasduttore di shock pulse con sonda

Tutti i tre tipi di trasduttori di shock pulse sono collegati al connettore TNC segnato SPM. La scelta del tipo di trasduttore dipende da come viene preparato il punto di misura. Per il monitoraggio sistematico degli shock pulse, la SPM consiglia l'utilizzo di adattatori standard e, se possibile, di trasduttori a innesto rapido.

I punti di misura per la sonda manuale dovrebbero essere indicati chiaramente. Misurate sempre nello stesso punto. Inoltre la sonda viene usata per misurare in qualsiasi altro punto nella macchina, nel caso sia necessario cercare altre fonti di shock pulse come la cavitazione della pompa o parti in attrito.

Il puntale della sonda è precaricato e si muove all'interno di un manicotto di gomma rigida. Per mantenere una pressione costante sul puntale, premere la sonda contro il punto di misura fino a che il manicotto di gomma è a contatto con la superficie.

Tenere ferma la sonda per evitare lo strisciamento tra la sonda e la superficie.

La sonda è sensibile direzionalmente: deve essere puntata direttamente al cuscinetto. Il centro del puntale della sonda dovrebbe toccare la superficie. Evitate di premere il puntale della sonda contro cavità e fessure più piccole di esso.

L'unica parte che potrebbe consumarsi è il manicotto di gomma del puntale della sonda. Questo è fatto di gomma in cloroprene (neoprene) e tollera una temperatura di 110 °C (230 °F). Il codice dei manicotti di ricambio è 13108.

## Trasduttore ad innesto rapido, terminale

Per il monitoraggio sistematico degli shock pulse, si consiglia l'installazione degli adattatori shock pulse. Gli adattatori sono bulloni metallici di diversa lunghezza e di diverse dimensioni della filettatura, regolati per la trasmissione corretta del segnale. Vengono installati in fori di montaggio svasati, provvisti di filettatura, praticati sui supporti dei cuscinetti. Sono disponibili adattatori ad incollaggio.

Per collegare il trasduttore all'innesto rapido, premere contro l'adattatore e girarlo in senso orario. Girarlo in senso antiorario per rimuoverlo.

Le superfici degli adattatori devono essere lisce e pulite. Usare il cappuccio dell'adattatore per proteggerle.

Quando non è possibile raggiungere direttamente il cuscinetto, vengono usati un trasduttore installato permanentemente e un terminale di misurazione (un connettore BNC o TNC). Usare un cavo di misura per collegare lo strumento e il terminale. Controllare che i trasduttori installati e gli adattatori siano montati correttamente (vedi il capitolo sulle installazioni SPM) e in buone condizioni. Non ci si può aspettare un segnale utile, se si collega il trasduttore a innesto rapido ad un adattatore arrugginito, o da un trasduttore collegato non correttamente.

## Differenza tra T e A

La differenza tra il Tester e l'Analyzer sta nei parametri usati per descrivere e valutare il segnale da un trasduttore di shock pulse. Se si sta usando un Tester, si leggano le pagine seguenti. La descrizione di una misurazione di shock pulse con l'Analyzer A30 inizia a pag 22.

Il segnale che viene misurato consiste in una sequenza di impulsi elettrici più forti e più deboli, proporzionali agli shock pulse emessi dalla fonte. SPM ha sviluppato due tecniche per quantificare questi schemi di shock pulse.

I tester (T) usano la tecnica dBm/dBc. Il dBm è il valore massimo che definisce l'impulso più forte registrato in uno specifico intervallo di tempo. Questo è l'indicatore del danneggiamento del cuscinetto. Il dBc, o valore tappeto (*carpet value*), viene letto al livello in cui vengono registrati circa 200 impulsi al secondo. Questo è l'indicatore della condizione di lubrificazione. Entrambi i valori vengono riferiti ad una scala in decibel normalizzata. Normalizzata significa che la scala viene regolata a seconda dei dati di base del cuscinetto: diametro dell'albero e rpm. Quindi, misurati con un Tester, dBm e dBc rappresentano l'effettiva condizione operativa del cuscinetto.

Gli Analyzer (A) utilizzano la tecnica LR/HR. LR (da "*low rate of occurrence*") cioè "bassa ripetitività") è un valore medio dell'impulso più forte misurato in uno specifico intervallo di tempo. Esso corrisponde, ma non è uguale, al valore massimo. Hr (da "*high rate of occurrence*") cioè "alta ripetitività") viene letto al livello in cui vengono registrati circa 1000 impulsi al secondo. Questo corrisponde, ma non è uguale, al valore tappeto. Entrambi sono "dati grezzi" riferiti ad una scala in decibel non normalizzata. La valutazione produce tre risultati: CODE A-D (che descrive la condizione operativa), il no. LUB (per la condizione di lubrificazione), e il no. COND (che indica la severità del danneggiamento). Si possono anche ricevere codici di errore diversi.

## La tecnica dBm/dBc (Tester T30)

La tecnica dBm/dBc è stata applicata con successo per più di 20 anni (strumenti 43A, T2000 e T2001) e continua ad essere usata ampiamente. Essa è particolarmente adatta per il monitoraggio della condizione operativa industriale, perché funziona con pochi dati di ingresso e di uscita facili da comprendere, e con una "precisione ragionevole".

Anche su una scala logaritmica, di solito c'è una netta e grossa differenza tra i valori massimi che si ottengono da cuscinetti buoni e quelli che si ottengono da cuscinetti danneggiati. Quindi, una piccola inaccuratezza nell'inserimento dei dati (rpm e diametro dell'albero) ha poco effetto sulla valutazione dei risultati di misura.

La condizione della lubrificazione è indicata dal valore delta, ad esempio la differenza tra dBm e dBc. Letture alte e un valore delta basso indicano scarsità o mancanza totale di lubrificazione. Questo è sufficiente per gli scopi di manutenzione.

DBm e dBc ora vengono misurati in uno specifico intervallo di tempo e visualizzati automaticamente. Dopo di ciò, lo strumento continua a misurare mentre il trasduttore è collegato. L'indicatore di picco lampeggia quando vengono individuati impulsi più forti del livello visualizzato.

La cuffia viene utilizzata per ascoltare gli shock pulse in caso di letture alte o sospette. Questo, e la possibilità di ricercare le fonti degli shock pulse con la sonda manuale, è un mezzo per verificare il risultato di misura e la sua causa.

## Letture normalizzate e non normalizzate - T30

Il livello di shock pulse assoluto di un cuscinetto, misurato in dBSv (valore di shock in decibel), è in funzione sia della velocità di rotazione che della condizione operativa del cuscinetto. Per neutralizzare l'effetto della velocità di rotazione sul valore misurato, il T30 deve essere programmato con il diametro dell'albero (in millimetri o pollici) e con la velocità di rotazione (in rpm).

Il T30 poi calcolerà il **valore iniziale dBi**, il punto di partenza della scala della condizione operativa per uno specifico cuscinetto. È anche possibile inserire il dBi direttamente. La scala della condizione operativa è graduata in valori di shock **normalizzati, dBn**.

Il T30 fa un campionamento degli shock pulse che si verificano in un periodo di tempo e visualizza:

- il **valore massimo dBm** per gli shock pulse forti.
- il **valore tappeto dBc** per gli shock pulse più deboli.
- una freccia che indica il campo sulla scala della condizione operativa:
  - verde per dBm fino a 20 dBn = buona condizione,
  - gialla per dBn 21-34 = attenzione
  - rossa per dBn 35 e oltre = cattiva condizione.

Il valore dBm massimo definisce la posizione del cuscinetto sulla scala della condizione operativa. La differenza tra dBm e dBc è usata per un'analisi migliore delle cause di una condizione operativa ridotta o cattiva.

Quando si regola il dBi a "--" (al di sotto di -9), il T30 farà una lettura non normalizzata in dBSv (valori di shock assoluti). Le zone della condizione operativa non sono valide. Questo metodo è usato per una lettura comparativa su diversi cuscinetti e/o altre fonti di shock pulse.

## Inserimento di dati per il T30

Per la misurazione degli shock pulse, si va al menu SPM (A) con i tasti DESTRA/SINISTRA. Il tasto SET vi porta al display dei dati di base del cuscinetto (B).

Per una lettura normalizzata della condizione operativa del cuscinetto con un T30, si ha bisogno del valore dBi iniziale. Data la velocità di rotazione (rpm) e il diametro dell'albero (d), il T30 calcolerà e visualizzerà il dBi. La figura sotto (B) mostra il display di impostazione quando si inseriscono 1'rpm e il diametro dell'albero (qui in mm). Se si cambia il dBi direttamente, quando lo si conosce da precedenti registrazioni, si vede il display mostrato sotto (C).

Per letture non normalizzate si scorre il dBi sotto -9 fino a "--", come mostrato sopra (D). Poi si misurerà in dBsv (valori assoluti di shock) e non si otterrà alcuna indicazione della condizione operativa.

Per cambiare l'impostazione si va alla linea con SET. La feccia DESTRA/SINISTRA sposta il cursore ai singoli numeri, SU/GIU' scorre i numeri e attiva/disattiva la funzione TLT. Con SET si passa alla linea seguente e con ENT si torna al menu SPM.

Quando è attivo il test TLT, lo strumento visualizzerà il risultato di un test della linea del trasduttore sul display di inserimento dei dati, così è possibile controllare la qualità della trasmissione del segnale tra il trasduttore e lo strumento. Si utilizza questo procedimento quando si effettuano misurazioni con trasduttori installati permanentemente. Valori minori di 15 non sono accettabili ed è necessario controllare i cavi e i connettori per vedere se ci sono collegamenti difettosi o umidità. Quando i valori deteriorano da un livello precedentemente più alto, si dovrebbe anche controllare la linea del trasduttore.

## Misurazione SPM con il T30

Tornando al menu SPM, si può collegare il trasduttore al punto di misura e premere il tasto M per iniziare una misurazione. Questa operazione richiede circa 2-10 secondi, durante i quali viene visualizzato il tipo di trasduttore connesso: PROBE per le sonde manuali, TRA per il trasduttore ad innesto rapido e il trasduttore standard 40000, TMU per una linea con trasduttore e unità di accoppiamento.

I due risultati di misura sono il valore dBm massimo e il valore tappeto dBc. A seconda del valore dBm, una freccia punterà al campo verde, giallo o rosso della scala della condizione operativa.

Quanto è attivo il test TLT, lo strumento visualizzerà anche il risultato di un test della linea del trasduttore. A valori TLT da 15 in su, normalmente non c'è perdita di segnale dovuta ad una trasmissione difettosa tra il trasduttore e lo strumento. Se il valore è minore di 15 o se sta diminuendo da un valore precedentemente più alto, bisogna controllare i cavi e i connettori per vedere se ci sono collegamenti difettosi o umidità.

Quando si ottengono letture alte (zona rossa e gialla) si dovrebbe verificare immediatamente la loro natura e la loro causa probabile. Non dare il verdetto "danneggiamento del cuscinetto" prima di aver effettuato una ulteriore indagine. Come prima misurazione,

- vedere se l'indicatore di picco sta lampeggiando
- usare la cuffia per identificare gli shock pulse
- usare la sonda manuale per misurare sopra e all'esterno del supporto del cuscinetto per identificare la fonte dello shock pulse.

## Indicatore di picco e cuffia, T30

Il flusso di shock pulse proveniente da un cuscinetto volvente è, chiaramente, continuo. La loro forza varia continuamente a seconda delle posizioni relative degli elementi ruotanti e delle piste.

Un danneggiamento superficiale localizzato che provoca un forte shock pulse, verrà registrato solo se un elemento rotante lo colpisce durante l'intervallo di misurazione. Specialmente a velocità di rotazione basse, lo strumento può non registrare l'impulso più forte semplicemente perché questo non si verifica durante l'intervallo di misurazione. L'indicatore di picco vi aiuta a rilevarlo.

Mentre il trasduttore è collegato, lo strumento continua a misurare dopo aver visualizzato un risultato. L'indicatore di picco lampeggia ogni volta che registra un impulso più forte del valore visualizzato. Con un T30 è possibile cambiare la soglia di misurazione con le frecce SU/GIU' fino ad un livello in cui l'indicatore smette di lampeggiare. Il livello viene mostrato nella posizione dBm (come valore shock normalizzato in dBn). Il dBm misurato viene mostrato tra parentesi.

La cuffia è un mezzo per verificare e tracciare le fonti di shock pulse. Le cuffie permettono di ascoltare l'andamento degli shock pulse. Quando si collega la cuffia all'ingresso EXT, si ottiene il display della cuffia, che mostra il livello di shock in dBsv (non normalizzato). Con le frecce SU/GIU' è possibile manipolare il livello di misurazione. Per tornare alla modalità di misurazione normale disconnettere la cuffia.

Nella cuffia, il rumore di fondo è rappresentato da un tono continuo. Il livello dBc si trova approssimativamente nel punto in cui si può iniziare a distinguere tra un suono costante e i singoli impulsi. Non ci si deve preoccupare di ottenere questo dato con esattezza - non si può non distinguere tra un suono alto e uno di fondo.

## Diversi pattern di shock pulse

La cuffia è un mezzo per verificare e localizzare le fonti di shock pulse. Il segnale proveniente dal cuscinetto dovrebbe essere il più alto sul supporto del cuscinetto. Se si ottiene un segnale più alto all'esterno dell'alloggiamento del cuscinetto, (attraverso un'interfaccia del materiale), sarebbe meglio misurare gli shock pulse da un altro cuscinetto o da qualche altra fonte. È tipico dei segnali di un cuscinetto che gli shock pulse più forti, meglio uditi a pochi dB al di sotto del livello di picco, appaiano ad intervalli casuali.

- A Per un buon cuscinetto, il dBm si trova all'interno della zona verde.
- B Il modello caratteristico di shock pulse proveniente da un cuscinetto danneggiato contiene impulsi forti nella zona rossa, una sequenza casuale e una grande differenza tra il dBm e il dBc. Quando si lubrifica a grasso il cuscinetto, i valori dovrebbero scendere ma poi risalire di nuovo.
- C Un cuscinetto con estrema carenza di lubrificazione ha un valore tappeto alto, molto vicino al dBm. Quando si lubrifica a grasso il cuscinetto, i valori dovrebbero scendere e mantenersi bassi. Un fenomeno simile può essere causato anche dalla cavitazione della pompa. In questo caso le letture sul corpo della pompa sono più alte di quelle prese sul supporto del cuscinetto, e non sono influenzate dalla lubrificazione del cuscinetto.
- D Impulsi singoli in sequenza regolare sono provocati da battimenti di valvole, parti che urtano, shock derivati da carichi.
- E Un andamento regolare, contenente forti impulsi in sequenza ritmica, viene provocato ad esempio da parti in attrito.
- F Un improvviso abbassamento del livello di shock pulse è sospetto. In questo caso bisogna controllare gli strumenti di misurazione. Se la lettura è corretta, si potrebbe avere uno slittamento dell'anello del cuscinetto.

## La tecnica LR/HR: Analyzer A30

La tecnica LR/HR inizialmente fu sviluppata per un sistema di monitoraggio automatico continuo (CMS). Un sistema automatico, a differenza di un operatore umano, non può variare il tempo di misurazione, usare la cuffia o effettuare test ulteriori per verificare letture sospette. Esso funziona con impostazioni fisse e dipende dall'inserimento accurato dei dati. Questo, insieme a nuovi risultati di ricerche, chip programmabili, e il desiderio di ottenere informazioni più dettagliate dai segnali di shock pulse, ha portato ad un cambiamento nei valori di soglia oltre a risposte più varie e dettagliate.

Il valore del rumore di fondo (HR) viene letto in un campo dove il fenomeno ha una ripetitività di circa 1000 impulsi al secondo, il valore degli impulsi forti (LR) a circa 40 impulsi al secondo. Questo rende LR un valore medio degli impulsi forti, minore del massimo, e quindi riduce il campo dinamico. Per aumentare la precisione della valutazione, si usa il diametro medio del cuscinetto, il numero SPM TYPE viene inserito per definire la geometria del cuscinetto, e il numero COMP per calibrare i singoli punti di misura.

Ulteriori informazioni in uscita riguardano principalmente la condizione di lubrificazione, permettendo all'operatore di affrontare alla radice un grosso problema di manutenzione (la maggior parte dei cuscinetti si rovinano troppo presto a causa di una lubrificazione non adeguata). Con il LUBMASTER SPM (parte delle versioni CONDMASTER® Pro per questa tecnica) e le letture LR/HR, è possibile misurare accuratamente la condizione della lubrificazione, calcolare la vita effettiva dell' $L_{10a}$ , e ottenere dei miglioramenti simulando delle variazioni nei parametri della lubrificazione.

## Dati di base per l'A30 SPM

Una parte dei dati da inserire, l'rpm e la dimensione del cuscinetto, è necessaria per tenere conto dell'effetto della velocità del cuscinetto sul livello di shock quando si valuta la condizione operativa del cuscinetto. Il diametro medio Dm è più esatto del diametro dell'albero perché l'altezza dei cuscinetti con lo stesso albero può variare considerevolmente. L'rpm e il Dm vengono usati insieme per calcolare il numero NORM del cuscinetto (campo da 10 a 58).

Gli shock pulse di livello HR variano con la forma e il numero degli elementi di rotolamento nel cuscinetto. Questo diventa importante quando si stima lo spessore del film lubrificante nell'interfaccia di rotolamento. Il fattore che influisce maggiormente è la forma dell'area (zona) di contatto. Nei cuscinetti a sfera, l'elemento rotante ha un contatto punitiforme con le piste. Nei cuscinetti a rulli c'è un contatto lineare, il che significa che l'area di trasmissione del carico dove avviene lo shock pulse, è molto più grande.

SPM suddivide i cuscinetti in 8 categorie definite come TYPE. Le categorie sono descritte nella tabella sopra.

I costruttori di cuscinetti, anche se non tutti, seguono gli standard ISO nella numerazione dei loro cuscinetti. Il codice contiene le informazioni sul diametro medio e sul tipo di cuscinetto. Quindi, quando si usa un numero ISO del cuscinetto come dato da inserire in CONDMASTER, il programma darà Dm e un numero TYPE. Come inserimento manuale per l'A30, si possono usare le ultime tre cifre del numero ISO che produrrà il Dm ma non il numero TYPE. Quindi si hanno tre alternative di inserimento dati:

- numero NORM e numero TYPE
- RPM + numero TYPE + diametro medio Dm
- RPM + numero TYPE + numero ISO (ultime tre cifre).

## COMP e ACC

Sopra i dati di base da inserire, è possibile regolare un valore per ACC e COMP prima di iniziare le misurazioni con l'A30.

ACC (accumulazione) determina il numero dei cicli di misurazione prima che l'A30 visualizzi la lettura con il valore LR più alto come risultato. ACC può essere regolato da 1 a 9. Specialmente su cuscinetti con un rpm basso, regolare ACC fino almeno a 3.

Il numero COMP (numero di compensazione) viene usato per calibrare il punto di misura, normalmente per compensare un segnale debole proveniente da un punto di misura non abbastanza conforme con le regole SPM. Per trovare il numero COMP corretto, usare la funzione LUBMASTER nel CONDMASTER o nello stesso A30 (v. pagina 28)

Un segnale normale proveniente da un buon cuscinetto dovrebbe essere vicino al centro della parte verde del riquadro di valutazione. Se è lontano alla sinistra è possibile "portarlo avanti" impostando un numero COMP. Se il segnale è all'esterno della parte sinistra del riquadro di valutazione, l'A30 visualizzerà il codice di errore E3 = segnale troppo basso. Il numero COMP viene aggiunto al risultato di misura prima della valutazione. Quindi questo influenzerà i risultati di valutazione CODE, LUB e COND, ma non i valori di LR e HR visualizzati.

È possibile regolare numeri COMP negativi, ma sarebbe meglio evitarlo. Con un numero COMP positivo si rendono i risultati della valutazione peggiori di quanto sembrino dai valori LR/HR misurati. Con un numero COND negativo, si "migliora" la condizione operativa del cuscinetto, il che può avere conseguenze spiacevoli se ci si sbaglia nell'ipotizzare che il segnale proveniente da questo cuscinetto sia più forte del normale. Per evitare un allarme da un cuscinetto stabile con letture alte, è meglio cambiare i livelli di allarme.

## Valori LR/HR e CODE

Per i valori LR/HR, l'unità di misura è dBsv, ad esempio questi valori vengono misurati sulla scala di shock pulse assoluta e non esprimono, per se stessi, la condizione operativa. Il termine valore delta indica semplicemente la differenza tra LR e HR. La condizione operativa del cuscinetto è espressa dalla lettera CODE, dal numero LUB e dal numero COND, che sono tutti risultati non di misurazione ma di valutazione.

**CODE A** significa che il cuscinetto è in buone condizioni. Non c'è un danneggiamento individuabile alle superfici delle parti che sopportano il carico, e non c'è una estrema mancanza di lubrificante nella superficie di rotolamento.

**CODE B** indica un'estrema mancanza di lubrificazione. Il lubrificante non sta raggiungendo l'interfaccia di rotolamento, il che può avere diverse cause, come la mancanza di alimentazione del lubrificante al cuscinetto, una bassa temperatura in un cuscinetto lubrificato a grasso, o un pesante sovraccarico dovuto a disallineamento, serraggio eccessivo, ad una deformazione dell'alloggiamento ecc.

**CODE C** viene visualizzato quando l'A30 individua un livello aumentato di shock pulse con un grande valore delta. Questo indica l'inizio del danneggiamento della superficie.

**CODE D** viene visualizzato quando il segnale è tipico del danneggiamento del cuscinetto: un livello di shock alto con un grande valore delta. Una contaminazione del lubrificante da parte di particelle solide provoca un segnale simile.

Il messaggio dei codici è supportato da una freccia che indica alla scala verde-giallo-rossa a fianco del display: verde per il CODE A, giallo per B e C, rossa per D.

## Il numero LUB

L'influenza più importante sulla vita operativa di un cuscinetto è il film lubrificante presente tra gli elementi rotanti che sopportano il carico e la pista. Prevenendo o inibendo il contatto metallico tra le parti del cuscinetto caricate, il film lubrificante riduce lo stress superficiale nell'interfaccia di rotolamento. Maggiore è la consistenza del film lubrificante, più è uniforme la distribuzione del carico nell'area di contatto, e migliore è la vita operativa del cuscinetto.

Delle irregolarità nelle superfici del cuscinetto provocheranno sempre delle variazioni di pressione nell'area di contatto, e quindi degli shock pulse, anche quando si evita il contatto metallico attraverso un film lubrificante. Un film più sottile provocherà un aumento del valore HR del cuscinetto.

Il numero LUB visualizzato con CODE A e B, è direttamente proporzionale allo spessore del film lubrificante. Un numero LUB 0 indica una condizione di estrema mancanza di lubrificazione. L'interpretazione di numeri LUB tra 1 e 4 dipende dal tipo di cuscinetto. Per i cuscinetti a sfera, numeri LUB maggiori di 2 indicano una piena lubrificazione (il film lubrificante sostiene il carico). Per i cuscinetti a rulli, un numero LUB maggiore di 4 indica una piena lubrificazione.

Il termine "lubrificazione limite" implica che parte del carico è sopportato da un contatto metallo-metallo. La quantità di lubrificante presente o fornito al cuscinetto è solo uno dei tanti fattori che determinano lo spessore del film lubrificante. Il tipo di lubrificante e l'rpm del cuscinetto sono di grande importanza, ma anche la geometria delle parti e del supporto del cuscinetto, così come il carico applicato al cuscinetto con l'allineamento e il montaggio.

## Il numero COND e i codici di errore

Il numero COND (numero della condizione operativa) viene visualizzato con CODE B, C e D, cioè per tutti i cuscinetti con una condizione operativa ridotta o cattiva. Esso indica il grado di deterioramento o danneggiamento della superficie nell'interfaccia di rotolamento.

Un danneggiamento grave (visibile) della superficie, di solito porta ad un aumento notevole nelle letture LR del cuscinetto e ad un valore delta alto. Quindi viene individuato facilmente e darà un codice D e numeri COND alti.

Quando viene visualizzato un numero COND, il cuscinetto dovrebbe essere controllato molto attentamente. Una volta che il danneggiamento è iniziato, esso non è reversibile. Un miglioramento temporaneo del numero COND indica solo che i bordi del danneggiamento localizzato sono stati smussati. Presto ci saranno nuove sfaldature superficiali. Il tempo che rimane per pianificare una sostituzione del cuscinetto dipende dal trend del numero COND. Come regola, i numeri COND dovrebbero essere interpretati come segue:

|                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| No. COND < 30       | Danneggiamento lieve      |
| No. COND da 30 a 40 | Danneggiamento in aumento |
| No. COND > 40       | Danneggiamento grave      |

Quando il segnale misurato non si trova all'interno del diagramma di valutazione, l'A30 visualizzerà i codici di errore. E2 viene visualizzato quando  $HR > LR$ , il che normalmente indica un segnale di disturbo alto e costante come la cavitazione di pompe o il cattivo funzionamento di un introduttore di vapore nei macchinari per cartiera. E3 = segnale troppo basso, si può spesso rimediare regolando un numero COMP. E4 appare quando non c'è segnale (la linea del trasduttore è interrotta). Il campo nel numero NORM è 0 (nessuna valutazione) e da 10 a 58. Per i trasduttori con sonda, il numero NORM va da 18 a 58.

## Inserimento dei dati base per l'A30

Per la misurazione degli shock pulse, andare al display SPM (A) con le frecce DESTRA/SINISTRA. Con il tasto SET si va al display dei dati di base del cuscinetto (B).

Per una valutazione della lettura della condizione operativa dei cuscinetti con l'A30, si devono inserire i numeri NORM e TYPE del cuscinetto. Si può risalire al numero TYPE dalla figura a pagina 23. Si può anche regolare ACC da 1 a 9, e COMP tra -15 e +30. Quando si regola COMP a ?, lo strumento calcola un numero COMP.

Se non si possiede un numero NORM, andare con il tasto SET alla fine del display (B) e premere ancora una volta SET. Sul display (C) si può inserire la velocità di rotazione (rpm) e il diametro medio Dm. L'A30 calcolerà e visualizzerà il numero NORM. Invece del diametro medio, si possono inserire le ultime tre cifre del numero ISO del cuscinetto.

Per le letture senza valutazione (CODE, LUB e COND non vengono mostrati), regolare il numero NORM a 0. Non si inseriscono TYPE o COMP (D).

Per cambiare un'impostazione, andare alla linea con SET. La freccia DESTRA/SINISTRA sposta il cursore ai singoli numeri, SU/GIÙ scorre i numeri e attiva/disattiva la funzione TLT. Con SET si va alla linea seguente e con ENT si torna al menu SPM.

Quando è attivo il test TLT, lo strumento visualizzerà il risultato di un test della linea del trasduttore sul display di inserimento dei dati, così è possibile controllare la qualità della trasmissione del segnale tra il trasduttore e lo strumento. Si utilizza questo procedimento quando si effettuano misurazioni con trasduttori installati permanentemente. Valori minori di 15 non sono accettabili ed è necessario controllare i cavi e i connettori per vedere se ci sono collegamenti difettosi o umidità. Quando i valori deteriorano da un livello precedentemente più alto, si dovrebbe anche controllare la linea del trasduttore.

## Misurazioni SPM con l'A30

Dal menu SPM si può collegare il trasduttore al punto di misura e premere M per iniziare una misurazione. Ci vogliono circa 10 secondi per ciclo di lettura, durante i quali viene visualizzato il tipo di trasduttore collegato: PROBE per la sonda manuale, TRA per il trasduttore ad innesto rapido e il trasduttore standard 40000, TMU per una unità di accoppiamento nella linea del trasduttore.

Una lettura normalizzata (numeri NORM e TYPE impostati) dà i valori di LR e HR più i risultati di valutazione CODE (da A a D), LUB (con CODE A e B), e COND (con CODE B, C, D). Si può anche vedere il risultato del test TLT (o TLT off). I valori LR/HR mostrati sono una media delle letture accumulate. I risultati di valutazione sono basati su questi valori LR/HR più il numero COMP. A seconda del CODE, una freccia indicherà al campo verde, giallo o rosso della scala della condizione operativa.

Nel caso in cui COMP fosse stato regolato a ? sul menu dei dati di base, si può premere il tasto SET per vedere il numero COMP calcolato.  
**Si noti:** I numeri COMP calcolati dovrebbero sempre essere controllati attentamente (vedi pagina 24), e chiaramente questa funzione deve essere utilizzata solo su cuscinetti appena installati.

Quando si ottengono letture alle (CODE B, C, D) si dovrebbe verificare subito la loro natura e la causa probabile. Non dare il verdetto "danneggiamento del cuscinetto" prima di aver effettuato un'indagine ulteriore. Come prima misura

- usare la cuffia per identificare l'andamento degli shock pulse
- usare la sonda manuale per effettuare misurazioni sopra e all'esterno del supporto del cuscinetto per identificare la fonte degli shock pulse.

## Cuffia e indicatore di picco - A30

L'uso della cuffia è esattamente lo stesso del Tester T30, vedi pagine 20 e 21. Si manipola la soglia di misurazione con SU/GIU? e si confronta il suono che si sente ad uno dei modelli caratteristici mostrati a pagina 21.

Non importa che con l'A30 non si stia usando la scala normalizzata dBn. L'informazione importante è la distanza tra il rumore di picco e quello di fondo (l'inizio del tono continuo quando si scende), più il ritmo dei picchi (casuali o regolari).

Con l'A30, l'indicatore di picco funziona solo nella modalità cuffia. Lampeggia ogni volta che l'A30 registra un impulso più forte della soglia di misurazione presente. Quando smette di lampeggiare, vuol dire che è stato superato il livello di shock del picco più forte.

## Punti di misura e trasduttori per VIB

La severità di vibrazione è definita come valore RMS (radice quadrata media) della velocità della vibrazione misurata nel campo di frequenza da 3 a 1000 Hz. Questo è il migliore indicatore del contenuto energetico della vibrazione di una macchina.

La velocità di vibrazione è principalmente una misura della condizione operativa generale del macchinario. La vibrazione al punto di misura dovrebbe essere rappresentativa della vibrazione complessiva del macchinario. Punti di misura tipici sono i supporti dei cuscinetti. Effettuando le misurazioni in tre direzioni si può ottenere un'indicazione delle cause dell'aumento della vibrazione:

VIB H: Orizzontale nel piano di rotazione, il più rappresentativo della condizione di equilibrio.  
VIB V: Verticale nel piano di rotazione, il più rappresentativo della debolezza strutturale.  
VIB A: Assiale lungo la linea dell'albero, il più rappresentativo dell'allineamento difettoso o di un piegamento degli alberi.

Il trasduttore TRV-12 (13) può essere usato:

- come una sonda manuale, con o senza il puntale della sonda attaccato
- con un magnete per attaccarlo a parti in ferro o metalliche
- con la vite di montaggio M8 (UNC 1/4)

Più è stabile il contatto con la macchina, migliore è il risultato della misurazione.

## Misurazione della severità di vibrazione

Una misurazione VIB dà il valore RMS della velocità della vibrazione in mm/s (o pollici/s). Come dati di inserimento regolate la classe ISO del macchinario con i tasti SU/GIU'.

Premendo SET si accede ad un menu dove si può definire una lettura dello spettro, vedi la pagina seguente. Il tasto M dà inizio ad una lettura.

La valutazione consiste in un confronto del valore misurato con i valori limite ISO consigliati per le diverse classi. Una freccia indica alla scala della condizione operativa. Se non viene inserita nessuna classe, la freccia non appare.

La maggior parte dei macchinari industriali appartiene alle classi di vibrazione 2, 3 e 4:

Classe 2: Macchine di dimensioni medie senza basamento speciale  
Classe 3: Macchine grandi su basamento rigido  
Classe 4: Macchine grandi su basamento elastico

Per esempio, la maggior parte delle pompe di processo in un impianto chimico sarebbero Classe 2. Un ventilatore da 100 kW su un basamento in calcestruzzo sarebbe Classe 3. Comunque, lo stesso ventilatore fissato al ponte di metallo meno rigido di un'imbarcazione potrebbe essere considerato Classe 4.

La Classe 1 si riferisce a parti indipendenti della macchina, ad esempio motori elettrici fino a 15 kW. Le classi 5 e 6 sono usate per motori a scoppio pesanti e per macchine che devono vibrare, come vibrovagli.

Sullo strumento, i valori ISO buoni e accettabili appaiono nel verde. Appena tollerabile è giallo, inaccettabile è rosso.

## Registrazione di uno spettro di vibrazione

Il tasto **SFT** apre un menu dove si possono definire i parametri per registrare uno spettro di vibrazione. Per questo, regolare la linea **Analisi** su on.

Si può selezionare **Hz** o **cpm** sulla linea 3, anche dopo che è stata presa la lettura (ma prima di uscire dalla modalità misurazione). Cpm significa cicli al minuto ed è simile all'rpm (rivoluzioni al minuto) in cui viene misurata la velocità della macchina. Questo rende semplice il confronto delle linee dello spettro visualizzate con la velocità della macchina. In caso di sbilanciamento, la linea di spettro più alta dovrebbe corrispondere all'rpm della macchina.

È possibile selezionare uno tra tre campi di frequenza, 200, 500 o 1000 Hz. Il campo più significativo dipende dalla velocità di rotazione della macchina e dal comportamento della vibrazione. Una banda di frequenza stretta dà una risoluzione migliore.

Lo strumento compie una FFT (Trasformata Veloce di Fourier). Sulla linea 1 visualizza il valore della severità di vibrazione complessivo (come per il VIB), sulla linea 2 il valore della velocità RMS per il campo selezionato. Le linee successive mostrano il valore di ognuna delle 15 linee di frequenza (in mm/s o pollici). La frequenza può essere selezionata, Hz o cpm. Le linee sono ordinate per valore di vibrazione, con il più alto in cima alla lista. Usare i tasti **SU/GIU** per scorrere.

Nella modalità data logger, in pratica, fino a 200 linee vengono salvate e trasferite al **CONDMASTER**. Lì si possono usare le funzioni **EVA**M per le visualizzazioni grafiche dello spettro e per l'identificazione del guasto del macchinario.

## **Impostazione della sensibilità del trasduttore di vibrazioni**

Il trasduttore di vibrazioni TRV-12 o TRV-13 che si usa insieme allo strumento viene rilasciato con un certificato di calibrazione. I trasduttori vengono calibrati individualmente. Il valore di calibrazione deve essere impostato nello strumento. Se si cambia trasduttore si deve inserire un nuovo valore di calibrazione corrispondente. Sul display Set del VIB, spostare il cursore alla linea Settaggio Attuale con SET poi premere ENT. Regolare la sensibilità al valore indicato sul certificato di calibrazione usando SU/GIU'. Uscire con ENT.

## Misura della velocità

Per valutare la condizione operativa dei cuscinetti e per dare un senso ad uno spettro di vibrazione si deve conoscere l'rpm dell'albero. Il menu RPM si attiva appena si connette la sonda di velocità al connettore EXT.

La procedura più semplice è la misurazione ottica della velocità. La preparazione è semplice: si incolla una targhetta riflettente sulla parte ruotante. Questa deve essere abbastanza pulita. Dirigere il raggio di luce alla targhetta riflettente. Premere e tenere premuto il tasto M finché non viene visualizzato il risultato. Lo strumento conta 1 rpm per ogni riflesso di luce ricevuto. Il minimo è un riflesso ogni 6 secondi (corrispondente a 10 rpm). Sulle parti che ruotano lentamente si possono usare molti riflessi ad intervalli costanti e dividere il valore visualizzato per il numero di targhette per ottenere l'rpm.

Per la misura a contatto si posiziona l'apposito adattatore sulla lente e si fissa un puntale per fori di centro o una ruota per velocità lineari. L'adattatore è dotato di una targhetta riflettente al suo interno e ad ogni rivoluzione invia un riflesso di luce al contatore. Il puntale viene premuto fermamente nella cavità al centro dell'albero e la sonda viene allineata con la linea del centro dell'albero. Le ruote vengono usate per misurare la velocità periferica. Un giro corrisponde a 0.1 m, 0.1 yards o 0.5 piedi, a seconda del tipo di ruota. Per metri o yard al minuto, dividere per dieci; per piedi al minuto dividere per due.

Il display non può essere azzerato. Se si vuole cancellare una lettura prima di effettuare una nuova misurazione, tenere l'adattatore di contatto sulla lente, tenere premuto il tasto M e girare l'albero dell'adattatore in modo che l'indicatore di picco lampeggi una volta. Aspettare fino a che il display mostra <10 rpm, poi lasciare il tasto M.

## Misura della temperatura

La temperatura può essere misurata con una sonda a contatto, da -20 a +350 °C (da -4 a +662 °F). Esistono due tipi di puntali per la sonda:

|        |                            |
|--------|----------------------------|
| TEN-10 | puntale per oggetti solidi |
| TEN-11 | puntale per fluidi         |

Il menu TEMP si attiva appena la sonda di temperatura viene connessa al connettore EXT. Il tasto SFT apre un menu dove si può calibrare la sonda di temperatura  $\pm 5$  °C o  $\pm 9$  °F. Sotto il menu Settaggio Attuale, si può scegliere tra °C (Celsius = centigradi) e °F (Fahrenheit), vedi pagina 5 di questa parte.

Per misurare, tenere il puntale della sonda contro l'oggetto. Premere e tenere premuto il tasto M fino a quando il risultato viene visualizzato.

## Data logging, procedura generale

Per il monitoraggio sistematico della condizione operativa, si consiglia il data logging perché fa risparmiare molto tempo. Per letture lunghe, commenti e misurazioni dello spettro di vibrazione, si deve avere un data logger. Quando viene caricato dal PC lo strumento contiene:

- i punti di misura nella giusta sequenza di misurazione
- i dati di impostazione per tutte le tecniche di misura usate
- la lista di commenti (opzione)
- il risultato dell'ultima misurazione

Si usano semplicemente i tasti M e ENT per raccogliere le letture e andare al punto successivo. Quando viene riportato un ciclo di misurazione, tutti i risultati della misurazione e i commenti sono trasferiti al CONDMASTER senza inserimento manuale.

Per il T30 e l'A30, si ha bisogno di CONDMASTER-Pro per Windows, un modulo di comunicazione con cavo (CAB-31 = 25 pin, CAB-32 = 9 pin) alla porta COM del PC. CAB-10 è il cavo standard che si adatta al connettore EXT del logger. In CONDMASTER si devono creare i cicli di misurazione o gli ordini di lavoro (non si possono trasferire singoli punti di misura), oltre a cicli speciali per letture continue, se usate. Il livello di accesso dell'operatore è Read/Edit. La porta COM e la velocità di trasmissione in baud vengono inseriti quando si attiva per la prima volta lo strumento di misurazione in CONDMASTER.

Per trasferire i dati, si collega lo strumento al PC come mostrato. Nel CONDMASTER si usano le routine di trasferimento sotto DATA TRANSFER, PLANNING, o sotto RECORDING, tutti sotto MAINTENANCE. Il data logger viene acceso e regolato su COMMUNICATION.

## Cicli di misurazione in CONDMASTER

Lo scopo del ciclo di misurazione è quello di:

- raggruppare un numero di macchine e punti di misura che devono essere misurati nello stesso momento con uno strumento manuale. Per i data logger si devono avere dei cicli o degli ordini di lavoro per poter caricare lo strumento.
- definire la sequenza di misurazione elencando i punti in un certo ordine
- semplificare la programmazione del lavoro periodico, impostando degli intervalli di tempo per la sua esecuzione
- semplificare le misurazioni su macchinari con velocità variabile. Se l'rpm di un gruppo di cuscinetti dipende dalla velocità variabile del processo, come in una macchina per la carta, l'inserimento di un singolo dato al momento della misurazione, o *reporting*, regolerà i dati sulla velocità di tutti i cuscinetti nel percorso.

Si possono combinare tutte le tecniche di misurazione eccetto le due tecniche di shock pulse LR/HR e dBm/dBc, perché queste non possono essere gestite dallo stesso strumento.

Si deve fare attenzione con i punti di misura SPM in cui l'rpm sia a) misurato o b) preregolato prima della misurazione degli shock pulse. I punti con la velocità misurata vengono messi in cicli separati. La velocità costante e quella preregolata possono essere combinate, ma si può inserire solo una velocità preregolata per ciclo. Per ogni ciclo si imposta una prima data di esecuzione. La data di esecuzione seguente viene regolata automaticamente aggiungendo l'intervallo di tempo impostato alla data in cui il ciclo viene riportato e concluso. A seconda della modalità operativa che si sceglie in CONDMASTER, si lavora con un ciclo alla volta (Data Transfer) o con ordini di lavoro che ne contengono molti (Planning). Si possono combinare cicli con diversi tipi di velocità in un ordine di lavoro.

## Data logging - sequenza di misurazione

Misurare con un data logger è molto semplice. Si accende lo strumento premendo un tasto qualsiasi. Il primo punto di misura viene visualizzato (o il punto in cui era stato spento lo strumento). Il display mostra il numero e il nome del punto di misura più la tecnica di misurazione da usare.

Premere ENT. Si vede il risultato della misurazione precedente su quel punto.

Premere M. Lo strumento inizia a misurare e visualizzerà il nuovo risultato. Non si inserisce o cambia nessun dato di base.

Quando viene visualizzato il nuovo risultato, si hanno due scelte:

- Si può premere SFT per avere il display dove si possono selezionare dei commenti. Si esce da questo display con ENT e si prosegue come sotto.
- Premere ENT per andare alla seguente tecnica di misurazione o al punto di misura seguente.

Di solito si misura nell'ordine pre-programmato. Comunque si può scorrere avanti e indietro nella lista dei punti e delle tecniche di misura, vedere la pagina seguente. Un punto o una tecnica con un nuovo risultato di misura vengono marcati con un asterisco.

Si possono ripetere le misurazioni. L'ultimo risultato verrà salvato. Per i punti di misura SPM si possono prendere due volte 5 letture e salvare un risultato per ogni lotto; si veda pag. 42.

Non si possono fare aggiunte alla lista dei punti o delle tecniche di misura. Se si misura su un punto che non fa parte di un ciclo scaricato, non si può trasferire il risultato al CONDMASTER.

## Display in modalità data logging

La figura mostra i vari display che appaiono quando si misura con un data logger. L'esempio mostra una misurazione SPM con il T30, ma il principio è lo stesso per entrambi gli strumenti e per tutte le tecniche. Per i dettagli si veda la descrizione del modo di misurazione manuale.

Quando si scorre sul ciclo di misurazione si usa SU/GIU' per andare al ciclo seguente, DESTRA/SINISTRA per andare alle tecniche sotto ogni punto di misura.

### Una nota sulla misurazione delle vibrazioni

Per i punti di misura VIB, si possono regolare fino a tre direzioni di misura e salvare un risultato per ognuna. In più, per ogni direzione di misura si può misurare uno spettro e salvare fino a 200 linee. Con la misurazione dello spettro si salvano anche i parametri della condizione operativa EVAM, VEL, ACC, CREST, KURT e SKEW. Questi non vengono visualizzati dallo strumento.

## Introduzione di commenti

CONDMASTER contiene dei commenti standard che possono essere modificati per adattarli ai propri scopi. Si possono scaricare fino a 16 di questi sul data logger. Un commento standard consiste in un codice di 4 caratteri e di un titolo, e può forzare un punto di misura sulla lista di allarme. Quando viene usato esso diventa un Commento, salvato con data e ora sotto un punto di misura. Nel CONDMASTER si può aggiungere del testo proprio ad un commento. Appare sul display come un quadrato colorato ed è possibile stampare un *report* che indica quanto spesso un commento appare nel data base, e fornisce un dato statistico.

Da ogni funzione di misura, si può andare alla lista dei commenti con SFT. Con le frecce SU/GIU' si scorre sulla lista. Viene visualizzato il titolo del commento nella posizione del cursore (>). Premendo SFT si seleziona il commento nella posizione del cursore. ENT salva i commenti segnati e riporta alla funzione misurazione. Il commento viene salvato anche se si esce dalla funzione misurazione senza aver salvato un nuovo risultato di misura. Si possono salvare fino a 16 commenti per punto di misura. Questi non sono collegati con una tecnica di misura specifica e appaiono in CONDMASTER ad intervalli di un minuto a iniziare dal momento della misurazione.

Si consiglia di usare commenti per registrare eventi che **non** vengono evidenziati dai risultati di misura, ma sono abbastanza importanti da essere inclusi nella propria lista di allarme, ad esempio rischi di sicurezza e guasto generale. Non sprecare commenti per osservazioni non significative come "Controllato, tutto OK". Tutti i commenti nell'esempio provocano l'allarme. Essi riguardano:

- sicurezza generale (uscite di sicurezza bloccate, allarme antincendio non funzionante, ecc.).
- guasto all'ambiente della macchina e alla macchina stessa.
- condizioni di misurazione anormali e strumentazione per la misurazione danneggiata.

## Risultati SPM multipli

Per ogni punto di misura SPM, si ha l'opzione di prendere due serie di 5 letture ognuna, e salvare un risultato per ogni serie.

Quando si raggiunge il display SPM, normalmente si dovrebbe premere M, misurare una volta, e continuare con ENT. Il risultato viene registrato come Lettura 1. Invece si può premere DESTRA per avviare la funzione di lettura multipla.

Ora si possono ottenere fino a cinque risultati di misura e scorrere attraverso di essi con SU/GIU'. Quando si preme ENT il risultato visualizzato viene salvato come Lettura 1. Questo porta alla successiva tecnica o al seguente punto di misura. Il display SPM da cui si è appena usciti è segnato con \* = misurazione completata.

Comunque si può tornare indietro al menu SPM e ripetere la stessa procedura per la Lettura 2. Entrambi i risultati verranno caricati nel CONDMASTER e salvati come due risultati di misura con un intervallo di un minuto.

## Misurazioni alternative, impostazione

Misurazione ALT indica la registrazione, di una quantità in una unità di misura definita dall'operatore, attraverso l'inserimento manuale con i tasti SU/GIU'.

Nel CONDMASTER si seleziona ALT 1 e/o ALT 2 come tecnica di misurazione. Sulla scheda di inserimento dati si inserisce:

- la quantità misurata (flusso, pressione, effetto, qualsiasi cosa)
- l'unità di misura (litri/min, bar, kW,...)

Entrambi vengono scaricati sullo strumento e visualizzati.

Si definisce anche il campo e la divisione della scala del grafico visualizzato in CONDMASTER. Si possono inserire due limiti di allarme inferiori e superiori.

Si noti: le funzioni di misurazione ALT possono essere usate in un senso più ampio. Invece di registrare i valori di misuratori o strumenti, si possono usare per registrare la "condizione operativa generale": lo stato di sicurezza di un'area e la condizione operativa meccanica o elettrica generale di una parte dell'impianto o di una macchina. Esempio:

Punto di misura: stato di sicurezza, Hall 3

Valori:

3 (allarme rosso) = grosso rischio di sicurezza, necessaria azione immediata.

2 (allarme giallo) = guasti/rischi minori, riparati all'ispezionatore.  
1 OK.

Insieme alla funzione Commenti, con poco sforzo si possono produrre statistiche e report validi. Usate la vostra immaginazione!

## Inserimento di misure alternative

Registrare misure alternative è molto semplice. Il numero e il nome dei punti di misura sono visualizzati con ALT 1 o con ALT 2 per indicare la modalità di misurazione.

Premendo ENT si apre il display del valore precedente. Premendo qualsiasi tasto direzionale si apre il display per registrare il nuovo valore.

I tasti direzionali DESTRA/SINISTRA sono usati per andare alla posizione della cifra desiderata.  
I tasti/freccia SU/GIU' cambiano la cifra segnata dal cursore.

Come con le altre misurazioni, si può premere il tasto SET per accedere al display Commenti e registrare un commento.

## Check point

In CONDMASTER, **Check point** è una tecnica di misurazione con un modulo proprio di inserimento dei dati. I dati da inserire richiedono una breve descrizione, massimo 36 caratteri, testo libero, di qualcosa che dovrebbe essere controllato durante un ciclo di misurazione o di manutenzione. Non ci sono misure da prendere o valori da registrare.

Come altri dati scaricati, i test *check point* vengono mostrati sul display dello strumento. Normalmente non si deve inserire o confermare nulla.

In combinazione con commenti, i *check points* diventano strumenti efficaci per la manutenzione. Ogni volta che c'è qualcosa che dovrebbe essere riparato, pulito o

controllato, si imposta un commento sul *check point*, ad esempio "Riparare!" Si forza il punto di misura nella lista di allarme, così che si possa iniziare e continuare facilmente l'attività di manutenzione necessaria.

Si noti: i controlli non sono limitati alla macchina che si sta monitorando.

Specialmente in parti deboli di un impianto, un ciclo di misurazione è l'opportunità per usare occhi e orecchi e fare un'ispezione generale. Ad esempio si può:

- usare un punto di misura "normale" e aggiungere una funzione *check point* per ricordarsi di aprire la scatola delle valvole e cercare i ricambi.
- dare alla scatola delle valvole un numero di punto di misura e registrarla come *check point*.
- inserire la scatola delle valvole come "sistema di misura alternativo" con i valori 1 = OK, 2 = ricambio necessario (allarme giallo), 3 = chi ha preso l'ultimo? (allarme rosso).

Le luci sono OK? Ci sono perdite di acqua? Le uscite di emergenza sono bloccate? Usate l'immaginazione e lo strumento come blocco per gli appunti.

## Registrazioni continue, impostazione del programma

Una registrazione continua implica che si può misurare continuamente su un unico punto di misura, simultaneamente, usando uno, due o tre trasduttori: **SPM + VIB + RPM** o **SPM + VIB + TEMP**. La velocità e la temperatura non possono essere misurate insieme perché le sonde usano lo stesso connettore d'ingresso.

Le istruzioni per la misurazione vengono impostate in **CONDMASTER** con la funzione **RECORDING**. Si fa un gruppo di registrazioni contenenti uno o più punti di misura. Dopo ogni inserimento si vede quanta memoria rimane per altri punti. Si inserisce

- il punto di misura
- la tecnica o le tecniche di misurazione da usare
- l'intervallo di tempo fra le letture, da 0 a 60 minuti.
- 0 = nessuna pausa tra le letture. Lo strumento raccoglierà i dati il più velocemente possibile.
- Se il tempo di misura è regolato ad esempio a 5 minuti, lo strumento misurerà tutti i parametri selezionati una volta, si metterà a stand-by per i restanti 5 minuti e poi inizierà la lettura seguente.
- il numero totale di letture da prendere. Teoricamente il massimo è 9999.

## Registrazioni continue, misurazione

Come sempre in modalità data logger, si inizia con un display del nome e numero dei punti di misura più le tecniche di misura usate: REC = lettura continua. Collegare le sonde/trasduttori e premere ENT (appaiono i parametri), poi il tasto M per iniziare.

Una X prima della tecnica di misura segna la misurazione in avanzamento. Si interrompe con ENT prima di raggiungere il totale di misure stabilite, si può caricare la registrazione incompleta sul CONDMASTER o ripetere la misurazione, ricominciando con la lettura 1.

I punti selezionati possono essere misurati in qualsiasi ordine. Per risparmiare batteria, lo strumento si spegne quando si raggiunge il totale. Se le batterie dovessero esaurirsi, il back-up della memoria conserverà i risultati di misura.

## Dati tecnici per A30/T30

### Shock pulse (SPM)

|                               |                 |                  |                        |
|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------------|
| Temperatura                   | Campo di misura | Campo di misura: | da -19 a 99 dBsv (A30) |
|                               |                 | Risoluzione:     | da -9 a 99 dBsv (T30)  |
| Sistemi di misura alternativi | Risoluzione     | Precisione:      | ± 1 dBsv               |
|                               |                 |                  | 1 °C (1° F)            |

### Severità di vibrazione (ISO 10816)

|                            |                         |                         |                          |                           |                     |                              |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------------|
| Registrazioni continue     | No. per punti di misura | Informazioni aggiuntive | 2                        | data/ora e commenti       | Campo di misura:    | da 0.5 a 49.9 mm/s RMS       |
|                            |                         |                         |                          |                           | Risoluzione:        | (da 0.02 a 2.0 polli/c/s)    |
| Specifiche dello strumento | Parametri di misura     | Intervallo di misura    | SPM, VIB, temp./velocità | regolare da 0 a 60 minuti | Precisione:         | da 0.1 mm/s (0.01 polli/c/s) |
|                            |                         |                         |                          |                           | Campo di frequenza: | da 3 a 1000 Hz               |

### Analisi di vibrazione (EVAM)

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| Numero di campioni      | 1024/2048                       |
| Risultato FFT           | 400/800 linee di spettro        |
| Linee visualizzate      | 15 più alte, selezionare Hz/cpm |
| Finestra                | Hanning                         |
| Linee salvate           | 1 - 200 più alte                |
| Campo di Risoluzione Hz | Risoluzione a 800 linee FFT     |
| 3 - 200 Hz              | 0.5 Hz                          |
| 3 - 500 Hz              | 1.25 Hz                         |
| 3 - 1000 Hz             | 2.5 Hz                          |
| 3 - 2000 Hz             | 5 Hz                            |
| 3 - 5000 Hz             | 12.5 Hz                         |
|                         | 0.25 Hz                         |
|                         | 0.625 Hz                        |
|                         | 1.25 Hz                         |
|                         | 2.5 Hz                          |
|                         | 6.25 Hz                         |

|          |                 |                    |             |            |                                 |
|----------|-----------------|--------------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Velocità | Campo di misura | Distanza di misura | Risoluzione | Precisione | ± (1 rlv. + 0.1% della lettura) |
|          |                 |                    |             |            |                                 |

|          |                 |                    |             |            |                                 |
|----------|-----------------|--------------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Velocità | Campo di misura | Distanza di misura | Risoluzione | Precisione | ± (1 rlv. + 0.1% della lettura) |
|          |                 |                    |             |            |                                 |

|          |                 |                    |             |            |                                 |
|----------|-----------------|--------------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Velocità | Campo di misura | Distanza di misura | Risoluzione | Precisione | ± (1 rlv. + 0.1% della lettura) |
|          |                 |                    |             |            |                                 |

|          |                 |                    |             |            |                                 |
|----------|-----------------|--------------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Velocità | Campo di misura | Distanza di misura | Risoluzione | Precisione | ± (1 rlv. + 0.1% della lettura) |
|          |                 |                    |             |            |                                 |

|          |                 |                    |             |            |                                 |
|----------|-----------------|--------------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Velocità | Campo di misura | Distanza di misura | Risoluzione | Precisione | ± (1 rlv. + 0.1% della lettura) |
|          |                 |                    |             |            |                                 |

|          |                 |                    |             |            |                                 |
|----------|-----------------|--------------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Velocità | Campo di misura | Distanza di misura | Risoluzione | Precisione | ± (1 rlv. + 0.1% della lettura) |
|          |                 |                    |             |            |                                 |

|          |                 |                    |             |            |                                 |
|----------|-----------------|--------------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Velocità | Campo di misura | Distanza di misura | Risoluzione | Precisione | ± (1 rlv. + 0.1% della lettura) |
|          |                 |                    |             |            |                                 |

|          |                 |                    |             |            |                                 |
|----------|-----------------|--------------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Velocità | Campo di misura | Distanza di misura | Risoluzione | Precisione | ± (1 rlv. + 0.1% della lettura) |
|          |                 |                    |             |            |                                 |

|          |                 |                    |             |            |                                 |
|----------|-----------------|--------------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Velocità | Campo di misura | Distanza di misura | Risoluzione | Precisione | ± (1 rlv. + 0.1% della lettura) |
|          |                 |                    |             |            |                                 |

|          |                 |                    |             |            |                                 |
|----------|-----------------|--------------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Velocità | Campo di misura | Distanza di misura | Risoluzione | Precisione | ± (1 rlv. + 0.1% della lettura) |
|          |                 |                    |             |            |                                 |

|          |                 |                    |             |            |                                 |
|----------|-----------------|--------------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Velocità | Campo di misura | Distanza di misura | Risoluzione | Precisione | ± (1 rlv. + 0.1% della lettura) |
|          |                 |                    |             |            |                                 |

| Parti di ricambio |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| 13108             | Manicotto per puntale della sonda |
|                   | (TRA-22)                          |
| CAB-02            | Cavo per TRA-20, 1,5 m (5 piedi)  |
| CAB-06            | Cavo per TRA-22, 1,5 m (5 piedi)  |
| CAB-10            | Cavo a spirale per FAR-10/11,     |
|                   | TAD-18, TMM-11                    |
| CAB-30            | Cavo per TRA-30, 1,5 m (5 piedi)  |
| 90022             | Batteria 1,5 V, alcalina, AA      |

I contenuti di questa pubblicazione non possono essere riprodotti in nessuna forma senza il permesso scritto della SPM Instrument AB.

### **Protezione del brevetto**

Gli strumenti coperti da questo manuale di istruzione potrebbero essere protetti da uno o più brevetti svedesi o internazionali, o da applicazioni del brevetto. Informazioni fornite su richiesta dalla SPM Instrument AB, Box 4, S-645 21 Strangnas, Svezia.

### **Licenze e Marchi**

SPM®, EVAM® e CONDMASTER® sono marchi registrati della SPM Instrument AB, Svezia.

A30 e T30 sono marchi registrati della SPM Instrument AB.

L'accordo di licenza separata per gli utenti del CONDMASTER® stipula le condizioni per l'utilizzo del software.

Windows e Windows 95 sono marchi registrati della Microsoft Corporation, USA.

### **Garanzia e responsabilità**

La garanzia dello strumento è applicabile non appena la SPM Instrument AB ha ricevuto la scheda di garanzia firmata dal possessore dello strumento.

La SPM Instrument AB si riserva il diritto di fare variazioni al contenuto in questo manuale di istruzione in qualsiasi momento senza preavviso. La SPM Instrument AB non si prende alcuna responsabilità per i contenuti di questo manuale.