



**assicontrol**

Via S.Silvestro, 92 21100 Varese  
Tel + 39 0332 - 213045  
212639- 220185  
Fax +39 0332 - 822553  
www.assicontrol.com  
e-mail: info@assicontrol.com  
C.F. e P.I. 02436670125

**STRUMENTI & SERVIZI  
per il sistema qualità**

## Manuale d'uso

### Spessimetro digitale a ultrasuoni

### MMX – 6



**ISO 9001 CERTIFIED ORGANISATION**



United Registrar of Systems Certificate No. 86990

• <b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
• <b>TASTIERA</b>	<b>3</b>
• <b>DISPLAY</b>	<b>4</b>
• <b>TRASDUTTORE</b>	<b>6</b>
• <b>Effettuare misurazioni</b>	<b>7</b>
<b>Condizione e preparazione delle superfici</b>	<b>7</b>
<b>Azzeramento sonda</b>	<b>7</b>
<b>Calibrazione</b>	<b>8</b>
• <b>Modalità e caratteristiche</b>	<b>9</b>
<b>Modalità di scansione</b>	<b>9</b>
<b>Modalità di allarme</b>	<b>9</b>
<b>Modalità di misurazione (Dual-Multi)</b>	<b>10</b>
<b>Porta seriale RS232</b>	<b>10</b>
<b>Connessione a un computer</b>	<b>10</b>
• <b>SCELTA DEL TRASDUTTORE</b>	<b>10</b>
• <b>APPENDICE A: specifiche di prodotto</b>	<b>11</b>
• <b>APPENDICE B: Note applicative</b>	<b>12</b>
• <b>APPENDICE C: tabella velocità ultrasuoni</b>	<b>13</b>

## INTRODUZIONE

Il modello MMX-6 è uno strumento di precisione ad ultrasuoni. Basato sui principi di funzionamento del sonar, è in grado di misurare lo spessore di vari materiali con precisione di  $\pm 0.001$  pollici, o  $\pm 0.01$  millimetri.

Il vantaggio di misura ad ultrasuoni rispetto ai metodi tradizionali è che le misure ultrasoniche possono essere eseguite con l'accesso ad un solo lato del materiale da misurare.

Questo manuale è presentato in tre sezioni. La prima sezione indica funzionamento del MMX-6, e spiega i comandi della tastiera e del display.

La seconda sezione fornisce le linee guida nella scelta di un trasduttore per un'applicazione specifica. L'ultima sezione fornisce note applicative e una tabella dei valori di velocità ultrasuoni per vari materiali.

Il MMX-6 interagisce con l'operatore attraverso la tastiera a membrana e il display LCD. Le funzioni dei vari tasti della tastiera sono illustrati qui di seguito, seguiti da una spiegazione del display e della sua simbologia.

### Tastiera



#### ON-OFF

Questo tasto (on/off) è usato per l'accensione e lo spegnimento del MMX-6.

Quando lo strumento è acceso, effettua un breve test del display, illuminandone tutti i segmenti.

Dopo un secondo, lo strumento visualizza il numero di versione del software interno, il percorso del file corrente ed il suo stato.

Dopo la visualizzazione del numero di versione, il display mostrerà "0,000 in" (o "0.00" mm), indicando che lo strumento è pronto per l'uso.

Lo strumento si spegne, premendo il tasto **ON / OFF**. Lo strumento ha una speciale memoria che conserva tutte le impostazioni anche quando l'apparecchio è spento.

Dispone inoltre di una modalità di autospegnimento progettata per risparmiare la durata della batteria. Se lo strumento è inattivo per 5 minuti, si spegne.

#### PRB 0

Consente di azzerare correttamente la sonda in uso con lo strumento, vedi pagina 7

#### IN / MM

Consente di passare da pollici a millimetri. Può essere utilizzata in qualsiasi momento, sia che lo strumento mostri uno spessore (**IN** o **MM**), sia che mostri un valore di velocità (**IN / MS** o **M / s**).

#### CAL

Il tasto **CAL** è usato per entrare e uscire dalla modalità di calibrazione del MMX-6.

Questa modalità viene utilizzata per regolare il valore della velocità ultrasuoni che il MMX-6 utilizzerà per il calcolo dello spessore. Lo strumento calcolerà la velocità ultrasuoni o

da un campione del materiale da misurare, o da un valore noto che può essere immesso direttamente. Fare riferimento a pagina 8 per una spiegazione delle due funzioni **CAL** disponibili.

### **DUAL - MULTI**

Il tasto è utilizzato per selezionare la tecnica di misura **Pulse-echo** (misurazione normale) o **echo-echo** (misurazione con eliminazione dello spessore di vernice) vedi pagina 10.

### **freccia SU**

Il tasto freccia **SU** ha due funzioni.

Quando il MMX-6 è in modalità di **CAL**, questo tasto è usato per aumentare il valore a display.

Quando il tasto viene tenuto premuto, i valori aumenteranno velocemente.

Quando lo strumento non è in modalità **CAL**, il tasto freccia **SU** attiva la funzione di scansione, fare riferimento alla pagina 9 per ulteriori informazioni.

### **freccia GIU'**

Il tasto freccia **GIU'** ha due funzioni.

Quando il MMX-6 è in modalità **CAL**, questo tasto è utilizzato per diminuire il valore a display.

Quando il tasto viene tenuto premuto, i valori diminuiranno velocemente.

Quando lo strumento non è in modalità **CAL**, il tasto freccia **GIU'** attiva la retroilluminazione del display:

OFF : Illuminazione sempre spenta.

ON : Illuminazione sempre accesa.

AUTO : Illuminazione accesa ad ogni operazione effettuata dallo strumento (misurazione o impostazione) e spenta automaticamente dopo qualche secondo.

### **ALARM**

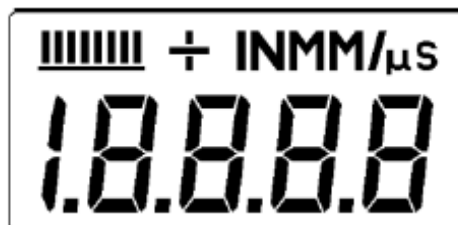
Il tasto **ALARM** ha 2 funzioni: Tenuto premuto durante l'accensione dello strumento abilita / disabilita l'allarme sonoro.

Premuto dopo aver acceso lo strumento attiva o disattiva la funzione di allarme, riferirsi a pagina 9 per i dettagli.

### **SEND**

Il tasto **SEND** viene utilizzato per inviare l'attuale spessore misurato all'interfaccia seriale RS232, vedi pagina 10.

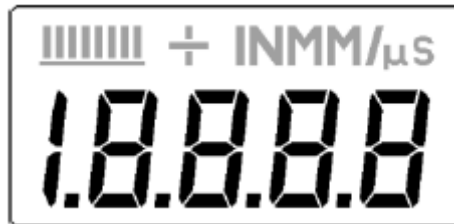
## *Display*



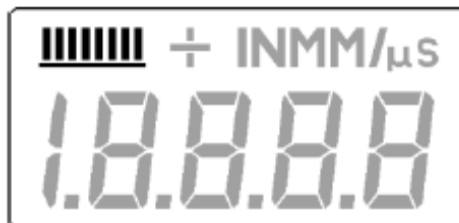
La parte numerica del display è composta da 4 cifre complete, precedute da un "1", ed è usata per visualizzare sia i valori numerici, sia occasionali parole semplici, per indicare lo stato delle varie impostazioni.

Quando il MMX-6 visualizza le misure di spessore, il display mostra l'ultimo valore misurato, fino al completamento di una nuova misurazione.

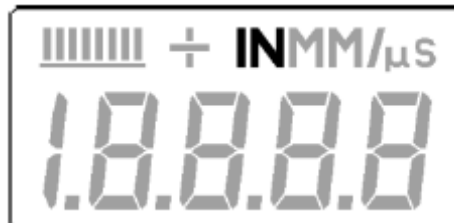
Inoltre, quando la tensione della batteria è bassa, l'intero display inizierà a lampeggiare. In questo caso, le batterie devono essere sostituite.



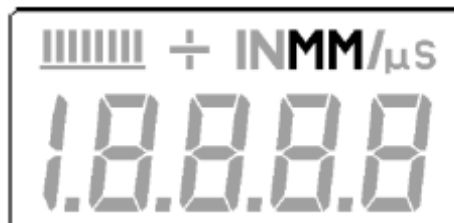
Queste otto barre verticali formano l'indicatore di stabilità di segnale ultrasuoni. Quando il MMX-6 è inattivo, solo la barra più a sinistra e la sottolineatura saranno accese. Durante una misurazione, sei o sette barre dovrebbero essere accese. Se si visualizzano meno di cinque barre accese, il MMX-6 sta avendo difficoltà a raggiungere una misura stabile, quindi il valore di spessore visualizzato potrebbe essere errato.



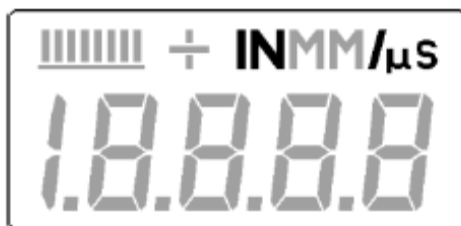
Quando il simbolo **IN** è acceso, il MMX-6 mostra un valore di spessore in pollici. Lo spessore massimo che può essere visualizzato è 19,999 pollici.



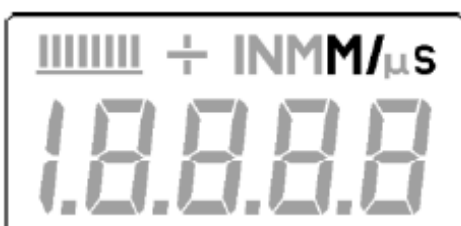
Quando il simbolo **MM** è acceso, il MMX-6 mostra un valore di spessore in millimetri. Se lo spessore supera i 99,99 millimetri, il punto decimale si sposta automaticamente verso destra, permettendo la visualizzazione di valori superiori.



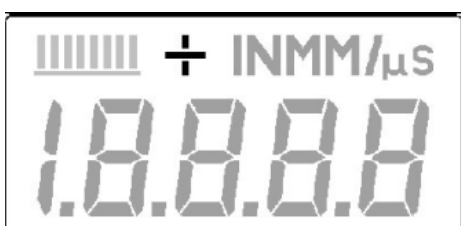
Quando il simbolo **IN** è acceso con il simbolo **/μs**, il MMX-6 sta visualizzando un valore di velocità ultrasuoni in pollici-per-microsecondo.



Quando il simbolo **M** è acceso con il simbolo /s, il MMX-6 sta visualizzando un valore di velocità ultrasuoni in metri al secondo.



Quando il simbolo **+** è presente a display lampeggiante indica che lo strumento sta operando in modalità Echo-echo (misurazione con eliminazione di spessore vernice).



### ***Trasduttore***

Il trasduttore è la "parte principale" dello strumento. Trasmette e riceve onde ultrasoniche che il PX-7 utilizza per calcolare lo spessore del materiale da misurare. Il trasduttore si collega al PX-7 tramite il cavo di collegamento, e due connettori coassiali.

Il trasduttore deve essere utilizzato correttamente per ottenere misurazione accurate e affidabili.



## Effettuare le misurazioni

Affinché il trasduttore faccia il suo lavoro, non ci devono essere spazi d'aria tra la parte di appoggio e la superficie del materiale da misurare.

Ciò si ottiene con l'uso di un fluido, comunemente chiamato "Accoppiante".

Questo liquido serve ad accoppiare, o trasferire le onde ad ultrasuoni dal trasduttore al materiale, e viceversa. Prima di effettuare una misura, una piccola quantità di accoppiante deve essere applicata sulla superficie del materiale da misurare. In genere, una gocciolina è sufficiente. Dopo l'applicazione dell'accoppiante, premere il trasduttore con fermezza contro la zona da misurare. L'indicatore di stabilità dovrebbe avere sei o sette barre scure, e sul display dovrebbe apparire un numero.

Se il PX-7 è stato impostato ad una corretta velocità ad ultrasuoni (vedi pagina 8 e 13), il numero sul display indicherà lo spessore effettivo del materiale misurato. In caso di misurazioni non corrette effettuare l'azzeramento della sonda come indicato a pagina 7.

Se l'indicatore di stabilità ha meno di cinque barre scure, oppure i numeri sul display appaiono irregolari, verificare ed assicurarsi che ci sia una quantità sufficiente di accoppiante sotto il trasduttore, e che il trasduttore sia ben fissato contro il materiale. Se la condizione persiste, può essere necessario selezionare un differente trasduttore (dimensione o frequenza) per il materiale da misurare. Vedi pagina 10 per informazioni sulla selezione del trasduttore.

Mentre il trasduttore è in contatto con il materiale che viene misurato, il PX-7 effettuerà quattro misurazioni al secondo, aggiornando continuamente il display.

Quando il trasduttore viene rimosso dalla superficie, il display mostra l'ultima misurazione effettuata.

### IMPORTANTE

Occasionalmente, quando il trasduttore viene rimosso dal pezzo misurato, una piccola parte di accoppiante potrebbe rimanere sulla superficie del trasduttore. Questo potrebbe dar luogo a false misurazioni a display con sonda staccata dal materiale in esame. Per evitare ciò basta pulire la superficie della sonda una volta rimossa dal pezzo.

## Condizione e preparazione delle superfici

In tutte le misurazioni ad ultrasuoni la forma e la rugosità della superficie di prova sono di fondamentale importanza. Rugosità e superfici irregolari possono limitare la penetrazione degli ultrasuoni attraverso il materiale. Le superfici da misurare devono essere pulite, e senza la presenza di pulviscolo, ruggine, o altro. Spesso, una spazzola metallica o raschietto può essere utile per la pulizia. Nei casi più estremi possono essere utilizzati levigatrici rotanti o mole, da usare con cautela per non rovinare le superfici.

### Azzeramento sonda

Questa funzione permette di calibrare automaticamente la sonda in uso con lo strumento. Va effettuato quando si collega una nuova sonda o quando si notano delle letture non corrette.

A strumento acceso mettere del liquido di accoppiamento sulla superficie del blocco di calibrazione posto nella parte superiore.

Assicurarsi di essere in modalità **P-E** (pulse-echo), premere nel caso il tasto **Dual-Multi**.

Appoggiare la sonda sul blocco avendo cura di effettuare un buon contatto.

Lo strumento indicherà il valore di spessore.

Premere il tasto **PRB-0**, l'indicazione "**PrbO**" automaticamente apparirà a display.

Rimuovere la sonda dal blocco, lo strumento ha ora registrato il nuovo valore.

## Calibrazione

Per effettuare misurazioni accurate si deve impostare la corretta velocità ultrasuoni per il materiale da misurare. Diversi tipi di materiali hanno diverse velocità ultrasuoni. Ad esempio, la velocità ultrasuoni dell'acciaio è di circa 5918 m/s, rispetto a quella dell'alluminio che è di circa 6300 m/s. Se nello strumento non è impostata la corretta velocità ultrasuoni, tutte le misurazioni dello strumento saranno errate. Il MMX-6 fornisce alcuni semplici metodi per impostare la velocità ultrasuoni come descritto nelle pagine seguenti.

### Calibrazione su uno spessore noto

NOTA: Questa procedura richiede un pezzo campione dello stesso materiale che si andrà a testare misurato precedentemente con altri metodi (calibro, micrometro,...)

- 1) Assicurarsi che lo strumento sia selezionato in modalità **P-E (pulse-echo)**, premere **Dual-Multi** nel caso.
- 2) Effettuare l'azzeramento di sonda come descritto nel paragrafo precedente.
- 3) Mettere del liquido di accoppiamento sul pezzo di spessore noto.
- 4) Premere il trasduttore contro il pezzo campione, verificare che il simbolo di buon accoppiamento abbia quasi tutte le barrette accese, e che la lettura sia stabile.
- 5) Rimuovere il trasduttore dal pezzo, facendo attenzione che a display il valore rilevato non cambi, nel caso ripetere il punto 4.
- 6) Premere il tasto **CAL**, il simbolo MM (o IN) inizia a lampeggiare.
- 7) Regolare il valore indicato a display con le frecce SU e GIU' fino a farlo coincidere con il valore noto del pezzo in esame.
- 8) Premere il tasto **CAL** nuovamente, MM / s (o IN / us) lampeggeranno. Lo strumento visualizza ora la velocità ultrasuoni, valore calcolato in base al valore dello spessore che è stato misurato.
- 9) Premere il tasto **CAL** ancora una volta per uscire dalla modalità di calibrazione. Lo strumento è ora pronto per effettuare le misurazioni.

### Calibrazione di una velocità nota

NOTA: Questa procedura prevede che l'operatore conosca la velocità ultrasuoni del materiale da misurare. Vedi tabella con le varie velocità nominali (variano da pezzo a pezzo) Appendice C.

- 1) Assicurarsi che lo strumento sia selezionato in modalità **P-E (pulse-echo)**, premere **Dual-Multi** nel caso.
- 2) Premere il tasto **CAL**, il simbolo MM (o IN) inizia a lampeggiare, premere il tasto **CAL** nuovamente, MM / s (o IN / us) lampeggeranno.
- 3) Agire sulle 2 frecce per impostare il valore di velocità desiderato (vedi tabella Appendice C).
- 4) Premere il tasto **CAL** ancora una volta per uscire dalla modalità di calibrazione. Lo strumento è ora pronto per effettuare le misurazioni.

NOTA: In qualsiasi momento durante la procedura di calibrazione (IN, MM, IN / us, o M / s lampeggiante sul display), premendo il tasto **PRB-0** lo strumento ripristinerà le impostazioni predefinite di fabbrica con velocità per l'acciaio di 5918 M/S (o 0,233 IN/MS).

Per ottenere misure più accurate possibile, è generalmente consigliato calibrare sempre il su un pezzo campione di spessore noto. La composizione del materiale (e quindi velocità ultrasuoni) a volte varia da lotto a lotto e da produttore a produttore. La calibrazione su un campione di spessore noto farà in modo che lo strumento sia impostato il più vicino possibile alla velocità ultrasuoni del materiale da misurare.

### Calibrazione su due punti

NOTA: Questa procedura richiede due pezzi campione dello stesso materiale che si andrà a testare misurati precedentemente con altri metodi (calibro, micrometro,...)

- 1) Assicurarsi che lo strumento sia selezionato in modalità **P-E (pulse-echo)**, premere **Dual-Multi**

nel caso.

- 2) Effettuare l'azzeramento di sonda come descritto nel paragrafo precedente.
  - 3) Mettere del liquido di accoppiamento sul pezzo di spessore noto **più basso**.
  - 4) Premere il trasduttore contro il pezzo campione, verificare che il simbolo di buon accoppiamento abbia quasi tutte le barrette accese, e che la lettura sia stabile.
  - 5) Rimuovere il trasduttore dal pezzo, facendo attenzione che a display il valore rilevato non cambi, nel caso ripetere il punto 4.
  - 6) Premere il tasto **CAL**, il simbolo MM (o IN) inizia a lampeggiare.
  - 7) Regolare il valore indicato a display con le frecce SU e GIU' fino a farlo coincidere con il valore noto del primo pezzo in esame.
  - 8) Premere il tasto **Probe**, il display indicherà **1 of 2**
  - 9) Mettere del liquido di accoppiamento sul pezzo di spessore noto **più alto**.
  - 10) Premere il trasduttore contro il pezzo campione, verificare che il simbolo di buon accoppiamento abbia quasi tutte le barrette accese, e che la lettura sia stabile.
  - 11) Rimuovere il trasduttore dal pezzo, facendo attenzione che a display il valore rilevato non cambi, nel caso ripetere il punto 9.
  - 12) Premere il tasto **CAL**, il simbolo MM (o IN) inizia a lampeggiare.
  - 13) Regolare il valore indicato a display con le frecce SU e GIU' fino a farlo coincidere con il valore noto del secondo pezzo in esame.
  - 14) Premere il tasto **Probe**, il display indicherà **2 of 2**, visualizzerà quindi la velocità ultrasuoni, valore calcolato in base ai valori dello spessori che sono stati misurati.
- Lo strumento è ora pronto per effettuare le misurazioni.

## Modalità e caratteristiche

### Modalità di scansione

MMX-6 ha una speciale funzione di scansione che permette di esaminare una regione più ampia di un singolo punto, cercando il punto più sottile rilevato.

Durante il normale funzionamento lo strumento esegue e visualizza quattro misurazioni ogni secondo, che è abbastanza adeguato per una singola misurazione. In modalità di scansione, tuttavia, lo strumento esegue sedici misurazioni ogni secondo, ma non le visualizza.

Mentre il trasduttore è a contatto con il materiale da misurare, il MMX-6 tiene in memoria il più basso valore rilevato. Il trasduttore può essere "strofinato" sulla superficie, e qualsiasi breve interruzione del segnale sarà ignorata. Quando il trasduttore perde il contatto con la superficie per più di un secondo, lo strumento visualizza la misura più piccola trovata.

Quando il MMX-6 è in modalità di misurazione, premere il tasto **freccia SU** per attivare la funzione on o off, un breve messaggio apparirà a display. Quando il trasduttore viene rimosso dal materiale in corso di scansione, il MMX-6 mostrerà a display (dopo una breve pausa) la più piccola misurazione trovata.

### Modalità di allarme

La funzione di allarme del MMX-6 consente all'utente di impostare un parametro acustico e visivo per le misurazioni. Quando la funzione di allarme è attivata il led verde si accende. Se la lettura scende al di sotto del valore nominale, impostato dall'utente, una luce rossa si illumina sul pannello anteriore e un segnale acustico viene emesso (se abilitato).

Questo migliora la velocità e l'efficienza del processo di ispezione da parte dell'operatore eliminando la visualizzazione costante della lettura effettiva. Di seguito le procedure per attivare e configurare questa funzione:

#### *Attivazione dell'avvisatore acustico*

- 1) a strumento spento premere e tenere premuto il tasto **Alarm** e contemporaneamente premere **ON** per accendere lo strumento

2) Rilasciare il tasto **Alarm**, Beep ON apparirà a display, ripetere l'operazione per disattivare l'avvisatore acustico.

#### *Modalità di allarme*

- 1) Premere il tasto **ON / OFF** per accendere lo strumento
- 2) Premere il tasto **Alarm**, a display apparirà ALARM OFF
- 3) Premere nuovamente il tasto **Alarm**, a display apparirà ALAr MM lampeggiante.
- 4) Premere i tasti freccia **SU** o freccia **GIÙ** per impostare il valore nominale di allarme / spessore desiderato.
- 5) Premere il tasto **Alarm** per confermare il valore nominale desiderato e ritornare alla normale misurazione.

#### **Modalità di misurazione (Dual – Multi)**

lo strumento è dotato di due modalità di misurazione (Pulse-echo o echo-echo).

- Modalità Pulse-echo, misurazioni tradizionali
- Modalità echo-echo, permette anche all'utente di misurare lo spessore di metalli che sono stati precedentemente rivestiti o verniciati in superficie. Ciò consente all'utente di determinare lo spessore del metallo, senza dover rimuovere la vernice.

- 1) Premere il tasto ON / OFF per accendere lo strumento
- 2) Premere il tasto DUAL-MULTI per passare da P-E (pulse-echo) a E-E (echo-echo) e viceversa

#### **Porta seriale RS232**

Lo strumento è dotato di una porta seriale RS232. Utilizzando il cavo accessorio (P # N-306-0010), il MMX-6 ha la capacità di collegarsi ad un computer, o un dispositivo di archiviazione esterna. La sezione seguente delinea la procedura per il collegamento del MMX-6 a un computer, e come raccogliere dati con qualsiasi programma standard di comunicazione:

#### **Connessione a un computer**

- 1) Collegare il cavo accessorio (P # N-306-0010) con la presa jack situata sul fondo dello strumento, e il connettore a 9 pin a una porta seriale del computer.
- 2) Avviare il software di comunicazione che verrà utilizzato per la raccolta delle misure (p.e. HyperTerminal).
- 3) Impostare il software di comunicazione utilizzando i seguenti parametri: Bit di dati - 8, Parità - Nessuno, bit di stop - 1, Baud rate 1200
- 4) Impostare il software di comunicazione con il numero di porta seriale a cui il MMX-6 è collegato - com1, com 2, ecc
- 5) Dopo avere effettuato una misurazione premere il tasto **Send** per inviare il dato al pc. Il valore apparirà sullo schermo del computer.

Nota: i pacchetti di software di comunicazione in genere hanno la capacità di visualizzare i dati sullo schermo tramite un comune file di testo. Questo file di testo, contenente le misure, può poi essere importato in un programma foglio di calcolo (Excel, Quattro Pro, Lotus123) per ulteriore analisi.

## **SCelta TRASDUTTORE**

Il PX-7 è in grado di eseguire misurazioni su un'ampia gamma di materiali, dai metalli vari a vetro e plastica. Diversi tipi di materiali, tuttavia, richiedono l'impiego di trasduttori diversi.

La scelta del trasduttore corretto per un posto di lavoro è fondamentale per poter effettuare misurazioni precise e affidabili. I paragrafi che seguono evidenziano le importanti proprietà di trasduttori, che dovrebbero essere considerate nella scelta per uno specifico lavoro.

In generale, il miglior trasduttore per una determinata applicazione deve fornire il massimo di

energia ultrasonica nel materiale da misurare tale che un forte e stabile eco venga ricevuto dallo strumento. Diversi fattori influenzano la forza degli ultrasuoni mentre viaggia. Queste sono riportate qui di seguito:

### **Forza segnale iniziale**

Quanto più forte è un segnale immesso, tanto più forte sarà l'eco di ritorno. La potenza del segnale immesso dipende dalle dimensioni dell'emettitore di ultrasuoni nel trasduttore.

### **Assorbimento e Scattering**

Nel viaggio attraverso molti materiali, gli ultrasuoni vengono in parte assorbiti. Se il materiale attraverso il quale il suono viaggia ha una struttura granulare si verificherà lo scattering. Entrambi gli effetti riducono la forza delle onde e quindi la capacità dello strumento di rilevare l'eco di ritorno. Ultrasuoni di frequenza superiore vengono assorbiti e dispersi in maniera superiore rispetto a quelli di una frequenza più bassa. Anche se può sembrare che l'utilizzo di un trasduttore di minore frequenza potrebbe essere migliore in ogni caso, le frequenze basse sono meno direzionali di quelle alte.

### **Geometria del trasduttore**

Le limitazioni fisiche dell'ambiente di misura a volte determinano l'idoneità di un trasduttore per un determinato lavoro. Alcuni trasduttori possono essere semplicemente troppo grandi per essere utilizzati in zone ermeticamente chiuse. Inoltre, la superficie disponibile per il contatto con il trasduttore può essere limitata, richiedendo l'impiego di un trasduttore con linea di ritardo a cono capovolto.

Per misurare su una superficie curva, si richiede l'uso di un trasduttore con un wearface della corrispondente curva.

### **Temperatura del materiale**

Quando è necessario misurare su superfici estremamente calde, linee di ritardo speciali possono essere necessarie. Inoltre, si deve prestare attenzione quando si esegue una "taratura degli spessori noti" con un'elevata temperatura di applicazione. Si veda l'Appendice B per ulteriori informazioni sulla misurazione di materiali con temperature elevate.

La scelta del trasduttore corretto è spesso una questione di compromessi tra varie caratteristiche. Potrebbe essere necessario sperimentare con una varietà di trasduttori al fine di trovarne uno che funzioni bene per un determinato lavoro.

## **APPENDICE A**

### **Specifiche di prodotto**

#### **Campo di misura**

Range: Pulse-echo 0,63-500 mm (rif acciaio)  
Echo-echo 2,54-25,4 mm (rif acciaio)

Risoluzione: 0,01 millimetri

Range velocità ultrasuoni: 1250 – 10000 m / s

#### **Display**

LCD 4.5 cifre, altezza cifre 12 mm, retroilluminazione.

#### **Alimentazione**

Due batterie "AA", 1.5 volt o 1.2 volt

Autonomia 200 ore batterie alcaline; 120 ore batterie NiCad.

#### **Fisico**

Peso: 283 g (con batterie).

Dimensioni: 120 x 63 x 31 mm

Temperatura di esercizio: da -20 a +50 ° C

Contenitore: corpo in alluminio estruso / fine nickel placcato in alluminio.

Tastiera a membrana, sigillata, resistente ad acqua e prodotti petroliferi.

## APPENDICE B

### Note applicative

#### Misura su tubazioni

Quando si misurano tubazioni l'orientamento della sonda in fase d'appoggio è molto importante. Su tubi di diametro superiore ai 100 mm la sonda deve essere appoggiata con la linea di divisione tra il trasmettitore e il ricevitore perpendicolare (a 90°) rispetto all'asse del tubo. Per tubazioni di diametri inferiori a 100 mm la posizione può essere sia perpendicolare che parallela all'asse del tubo stesso, in questo caso la misura ottimale sarà la misura inferiore fra le due rilevate nelle due diverse posizioni.



Perpendicular

Parallel

#### Misurazione di superfici calde

La velocità degli ultrasuoni attraverso un materiale dipende dalla sua temperatura. Nei materiali con maggiore calore, la velocità ultrasuoni attraverso di essi diminuisce. Nella maggior parte delle applicazioni con temperature di superficie inferiori a circa 100 ° C non devono essere adottate particolari procedure. A temperature sopra questo livello il cambiamento di velocità ultrasuoni del materiale finisce per avere un effetto notevole sulla misura ad ultrasuoni.

A tali temperature elevate, si raccomanda che l'utente esegua una procedura di calibrazione (vedi pagina 8) su un pezzo campione di spessore noto, che è pari o vicino alla temperatura del materiale da misurare. In questo modo il lo strumento calcola correttamente la velocità di suono attraverso il materiale caldo.

Per effettuare le misurazioni di superfici calde, può anche essere necessario utilizzare una linea di ritardo appositamente costruita ad alta temperatura. Si raccomanda di lasciare la sonda a contatto con la superficie per il più breve un tempo possibile, necessario per acquisire una misura stabile.

Mentre il trasduttore è in contatto con una superficie calda, inizierà a scaldarsi, e attraverso l'espansione termica e altri effetti, può cominciare a influenzare negativamente l'accuratezza delle misurazioni.

#### Misura materiali laminati

I materiali laminati sono unici in quanto la loro densità (e quindi la velocità ultrasuoni) possono variare notevolmente da un pezzo ad un altro. Alcuni materiali accoppiati possono anche esporre cambiamenti notevoli nella velocità ultrasuoni. L'unico modo per misurare in modo affidabile tali materiali è eseguendo una procedura di calibrazione su un pezzo campione di spessore noto. Idealmente, questo materiale campione dovrebbe essere una parte del pezzo stesso da misurare, o almeno del lotto di laminazione stessa. Calibrando ciascuna valore in modo individuale, gli effetti della variazione di velocità ultrasuoni sarà ridotto al minimo. Un'ulteriore considerazione importante quando si misurano laminati, è che eventuali lacune o sacche d'aria incluse causeranno una riflessione iniziale del fascio di ultrasuoni. Questo effetto sarà notato come un calo improvviso di spessore in una superficie altrimenti normale. Anche se questo può ostacolare l'accurata misurazione dello spessore del materiale totale, fornisce all'utente un'indicazione positiva di vuoti d'aria nel laminato.

#### Misura materiali verniciati o rivestiti

Misurare su materiali rivestiti o verniciati con uno strumento ad ultrasuoni tradizionale comporta un rilevamento di spessore inesatto in quanto il materiale di base e il rivestimento hanno due velocità ultrasoniche completamente diverse, normalmente la velocità del rivestimento è di 2-3 volte inferiore rispetto a quella dell'acciaio.

Questo errore viene eliminato utilizzando la tecnica echo-echo.

## APPENDICE C

### Tabella velocità ultrasuoni

	mm/ $\mu$ s
Acciaio	5.900
Alluminio	6.300
Argento	3.600
Berillio	12.900
Cadmio	2.800
Diamante	17.500
Fenolo	1.400
Ghisa	4.500
Gomma butil.	1.900
Gomma vulcan.	2.300
Inconel	5.700
Oro	3.200
Ottone	4.400
Magnesio	5.800
Manganese	4.700
Molibdeno	6.300
Monel	5.400

	mm/ $\mu$ s
Neopreme	1.600
Nichel	5.600
Nylon	2.600
Piombo	2.200
Platino	4.000
Plexiglass	2.700
Polietilene	1.900
Polistirene	2.400
Poliuretano	1.900
Porcellana	5.600
Rame	4.700
Stagno	3.300
Titanio	5.900
Tungsteno	5.400
Vetro	6.800
Zinco	4.200