



Sauter GmbH

Ziegelei 1
D-72336 Balingen
e-mail: info@sauter.eu

Tel: +49-[0]7433-9933-199
Faks: +49-[0]7433-9933-149
[www: www.sauter.eu](http://www.sauter.eu)

Instrukcja obsługi Wielofunkcyjny ultradźwiękowy miernik grubości

SAUTER TO-EE

Wersja 1.0
12/2018
PL



mm

PROFESSIONAL MEASURING

TO_EE -BA-pl-1810



SAUTER TN-EE

Wersja 1.0 12/2018

Instrukcja obsługi Ultradźwiękowy miernik grubości

Dziękujemy za zakup miernika grubości materiału pracującego w wielu trybach firmy SAUTER. Mamy nadzieję, że będą Państwo zadowoleni z wysokiej jakości tego urządzenia i jego dużego zakresu funkcji. W przypadku jakichkolwiek pytań, żądań lub przydatnych sugestii prosimy o kontakt telefoniczny z naszym serwisem.

Podsumowanie:

Spis treści

1	Omówienie	4
1.1	Specyfikacja produktu	4
1.2	Zasada pomiaru	4
1.3	Specyfikacja	5
1.4	Przetwornik: Parametry techniczne	5
1.5	Konfiguracja	6
1.6	Warunki robocze:	6
2	Klawiatura i ekran	6
1	Korpus	6
6	Gniazdo impulsatora	6
2	Tarcza probe zero	6
3	Klawiatura	6
4	Wyświetlacz TFT	6
5	Interfejs USB	6
7	Gniazdo odbioru	6
8	Naklejka	6
9	Numer seryjny	6
10	Pokrywa baterii	6
11	Sonda	6
2.1	Ekran główny	7
2.2	Definicje klawiaturowe	7
3	Przygotowanie do pomiaru	8
3.1	Wybór przetwornika	8
3.2	Stan i przygotowanie powierzchni	9
4	Eksploatacja	10
4.1	Zasilanie	10
4.2	Podłączanie sondy	10
4.3	Uruchamianie przyrządu (Power ON)	10

4.4	Konfiguracja ustawień Standby (oczekiwania)	11
5	Eksplatacja	11
5.1	Ustawianie trybu pracy	11
5.2	Wybór sondy	12
5.3	Prowadzenie „Probe Zero“ (Sonda zero)	12
5.4	Kalibracja prędkości dźwięku	13
5.4.1	Kalibracja do znanej prędkości	13
5.4.2	Kalibracja do znanej grubości	14
5.4.3	Kalibracja dwupunktowa	14
5.5	Prowadzenie pomiarów	15
5.6	Ustawianie trybu wyświetlania	16
5.7	Ustawienie grubości normalnej	17
5.8	Ustawianie wartości granicznej	17
5.9	Zmiana rozdzielczości	18
5.10	Zarządzanie pamięcią	18
5.10.1	Store a Record (Zapisywanie rekordu)	18
5.10.2	View the Recorded Items (Wyświetlanie zapisanych pozycji)	18
5.10.3	Select as current Data Group (Wybierz jako aktualną Grupę danych)	19
5.10.4	Clear a Data Group (Wyczyść grupę danych)	19
5.11	Ustawienie dźwięku przycisków	20
5.12	Ustawienie dźwięku ostrzeżenia	20
5.13	Ustawienie jasności LCD	20
5.14	Ustawianie Display Standby (oczekiwania wyświetlacza)	21
5.15	Ustawianie Auto Poweroff (automatycznego wyłączenia)	21
5.16	Zmiana systemu jednostek	21
5.17	Ustawianie daty i godziny	22
5.18	Ustawianie języka	22
5.19	Informacje o produkcie	22
5.20	Reset System (resetuj system)	23
5.21	Komunikacja USB	23
6	Technologie pomiarów	23
6.1	Metoda mierzenia	23
6.2	Pomiar ścianki	24
7	Serwisowanie	24
8	Transport i przechowywanie	24
8.1	Załącznik A Prędkości dźwięku	24

1 Omówienie

Model TO-EE jest ultradźwiękowym miernikiem grubości pracującym w wielu trybach. Niniejszy przyrząd działa w oparciu o te same zasady, co SONAR, ale mierzy grubość różnych materiałów z dokładnością do aż 0,1/0,01 milimetra.

Wielofunkcyjność miernika pozwala użytkownikowi na przełączanie między trybem pulse-echo wykrywanie wad i wgłębień) a trybem echo-echo (tryb pomiaru przez farbę, ignoruje grubość powłoki z farby, wyświetla grubość od górnej granicy fazy materiału badanego do granicy gęstości materiału).

1.1 Specyfikacja produktu

- 1) Wiele trybów: Tryb pulse-echo (tryb P-E) i tryb echo-echo (tryb E-E). W trybie echo-echo może mierzyć grubość ścianki, ignorując grubość farby lub powłoki.
- 2) Szeroki zakres pomiaru: Tryb pulse-echo: (0,65~600) mm (w stali, zależnie od sondy). Tryb echo-echo: (3~60) mm.
- 3) Korekcja V-Path w celu kompensacji braku liniowości sondy
- 4) Kolorowy wyświetlacz TFT (320×240 TFT LCD) z regulowanym podświetleniem pozwala użytkownikowi pracować w miejscach o niskiej widoczności.
- 5) Pamięć trwała może pomieścić 100 grup badanych grubości. Najwyżej sto rekordów w każdej grupie.
- 6) Zasilanie za pomocą dwóch baterii alkalicznych AA. Okres ciągłej pracy co najmniej 100 godzin (domyślne ustawienie jasności). Funkcje Standby (oczekiwanie) i Auto Power Off (automatyczne wyłączenie zasilania) w celu oszczędzania energii.
- 7) Z wbudowanym modułem Bluetooth, możliwość bezprzewodowego podłączenia do komputera lub innych urządzeń mobilnych.
- 8) Port komunikacyjny USB 1.1. Przesyłanie danych pomiarowych online do komputera za pośrednictwem USB.

1.2 Zasada pomiaru

Ultradźwiękowy miernik grubości oznacza grubość części lub konstrukcji w drodze dokładnego pomiaru czasu potrzebnego na przejście krótkiego impulsu ultradźwiękowego wygenerowanego przez przetwornik przez grubość materiału, odbicie się od powierzchni tylnej lub wewnętrznej i powrót do przetwornika.

Zmierzony czas przejścia w obie strony dzieli się przez dwa, aby uwzględnić ścieżkę „tam i z powrotem“, a następnie mnoży przez prędkość dźwięku w materiale. Wynik wyraża się dobrze znanym stosunkiem:

$$H = \frac{v \times t}{2}$$

Gdzie: H — Grubość badanego elementu.
v — Prędkość dźwięku w materiale.
t — Zmierzony czas przejścia w obie strony.

1.3 Specyfikacja

Wiele trybów: Tryb pulse-echo i echo-echo.

Możliwość pomiarów szerokiej gamy materiałów, w tym metali, tworzyw sztucznych, ceramiki, kompozytów, żywic epoksydowych, szkła i innych materiałów przewodzących fale ultradźwiękowe.

Do specjalnych zastosowań są dostępne specjalne modele przetworników, w tym do materiałów o dużym ziarnie i zastosowań wysokotemperaturowych.

Funkcja Probe-Zero (sonda-zero), funkcja Sound-Velocity-Calibration prędkości dźwięku)

Funkcja Two-Point Calibration (kalibracja dwupunktowa).

Trzy tryby pracy: tryb normalny, tryb skanowania i tryb różnicowy.

Kontrolka stanu sprzęgania pokazująca stan sprzęgania.

Jednostki: Możliwość wyboru jednostek metrycznych i imperialnych.

Informacja o stanie baterii wskazuje stan naładowania baterii.

Funkcje Auto sleep (automatyczne uśpienie) i Auto power off (automatyczne wyłączenie) wydłużają żywotność baterii.

Port komunikacyjny USB 1.1

Obsługa Bluetooth.

Wymiary: 130mm×70mm×32mm

Masa: 295 g

1.4 Przetwornik: Parametry techniczne

Tabela 1.1 Parametry techniczne przetwornika

Model	Częstotliwość MHz	Φ mm	Zakres pomiarowy	Dolna wartość graniczna	Opis
N02	2,5	14	3,0 mm~300,0 mm (w stali) 40 mm (w żeliwie szarym HT200)	20 mm	do materiałów o dużej gęstości o dużym współczynniku tłumienia lub rozpraszania
N05	5	10	1 mm~600,0 mm (w stali)	Φ20 mm	Pomiar normalny
N05 /90°	5	10	1 mm~600,0 mm (w stali)	Φ20 mm	Pomiar normalny

N07	7	6	0,65 mm~200,0 mm (w stali)	Φ15 mm	mm×2,0	Do pomiaru cienkich ścianek rur lub ścianek rur o małej krzywiznie
HT5	5	12	1~600 mm (w stali)	30 mm		Do pomiaru w wysokich temperaturach (poniżej 300°C).
P5EE	5	10	P-E: 2~600 mm E-E: 3~60 mm	Φ20 mm	mm×3,0	Pomiar normalny i badanie grubości przez powłokę.

1.5 Konfiguracja

Tabela 1.2 Konfiguracje przyrządu

	Nr	Przedmiot	Liczba	Uwaga
Konfiguracja standardowa	1	Korpus	1	
	2	Sonda P5EE (5 MHz)	1	
	3	Środek sprzęgający	1	
	4	Opakowanie przyrządu	1	
	5	Instrukcja obsługi	1	
	6	Bateria alkaliczna	2	Rozmiar AA
	7	Przewód USB	1	
Konfiguracja opcjonalna	8	Sonda N02 (2,5 MHz)		Patrz Tabela 1.1.
	9	Sonda N05/90° (5 MHz)		
	10	Sonda N05 (5 MHz)		
	11	Sonda N07 (7 MHz)		
	12	Sonda HT5 (5 MHz)		

1.6 Warunki robocze:

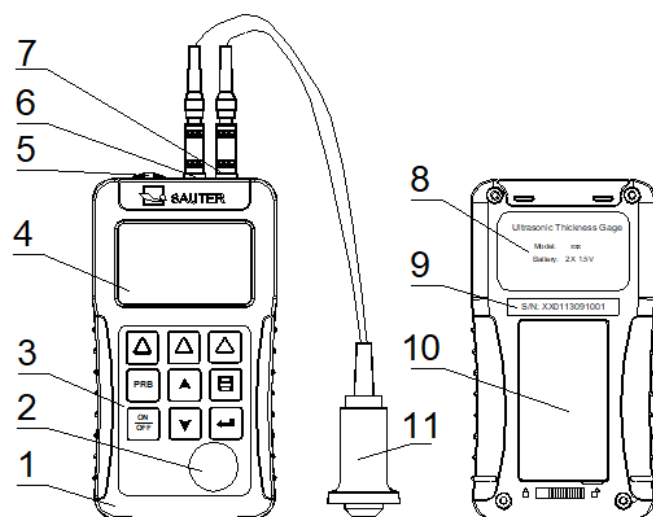
Temperatura robocza: 0°C~ +50°C;

Temperatura przechowywania: -20°C~ +70°C

Wilgotność względna: ≤80%

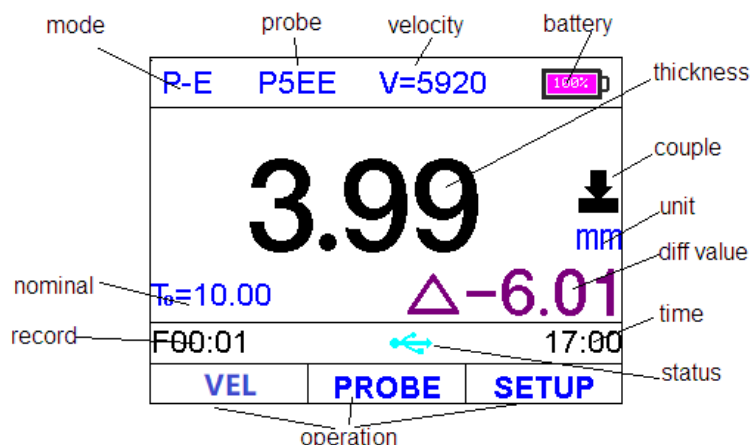
W miejscu użytkowania należy unikać drgań, silnego pola magnetycznego, środków powodujących korozję i silnego zapylenia.

2 Klawiatura i ekran



- 1 Korpus
- 2 Tarcza Probe Zero
- 3 Klawiatura
- 4 Wyświetlacz TFT
- 5 Interfejs USB
- 6 Gniazdo impulsatora
- 7 Gniazdo odbioru
- 8 Naklejka
- 9 Numer seryjny
- 10 Pokrywa zasobnika baterii
- 11 Sonda

2.1 Ekran główny



Tryb: „E-E” wskazuje, że miernik działa w trybie echo-echo, zaś „P-E” wskazuje, że działa w trybie pulse-echo.

Sonda: Wybór sondy.

Prędkość: Prędkość dźwięku.

Bateria: Wskazuje stan naładowania baterii.

Grubość: Wynik ostatniego pomiaru.

Jednostka: System jednostek: mm lub cal.

Wartość różnicowa: Wynik pomiaru podczas pracy w trybie różnicowym.

Czas: Czas systemu.

Stan: Stan komunikacji USB.

Działanie: Wskazuje informacje o bieżącym działaniu.

Rekord: Pokazuje wybraną grupę danych i liczbę rekordów.

Sprzęganie: Wskazuje stan sprzęgania.

Grubość znamionowa: grubość znamionowa badanego elementu.

2.2 Definicje klawiaturowe

Konstrukcja przyrządu zapewnia użytkownikowi szybki dostęp do wszystkich funkcji urządzenia. Jego proste w obsłudze menu umożliwia dostęp do dowolnej funkcji przy pomocy kilku naciśnień przycisków. Klawisze funkcyjne do wyboru odpowiedniej funkcji na ekranie. W kolejnych punktach niniejszej instrukcji określa się je jako F1, F2 i F3, od lewej do prawej.			
	Włącz/wyłącz przyrząd lub Anuluj		Obsługa Probe-Zero
	Zapisz wynik pomiaru		Potwierdź/Enter
	Plus lub przewiń w górę		Minus lub przewiń w dół

3 Przygotowanie do pomiaru

3.1 Wybór przetwornika

Miernik jest w stanie mierzyć szeroką gamę materiałów, od różnych metali po szkło i tworzywa sztuczne. Jednakże różne rodzaje materiału wymagają użycia różnych przetworników. Wybór prawidłowego przetwornika do danego zastosowania jest niezbędny, aby bez trudu uzyskać rzetelne i wiarygodne pomiary. Poniżej podkreślono ważne właściwości przetworników, które należy uwzględnić podczas wyboru przetwornika do konkretnego zastosowania.

W ogólnym ujęciu najlepszym przetwornikiem dla danego zastosowania jest taki, który wysyła wystarczającą ilość energii ultradźwiękowej do mierzonego materiału, aby miernik otrzymał mocne, stabilne echo. Na siłę przemieszczających się ultradźwięków wpływa kilka czynników. Wymieniono je poniżej:

Początkowa siła sygnału: Im silniejszy jest sygnał na początku, tym silniejsze będzie echo jego powrotu. Początkowa siła sygnału w znacznej mierze zależy od nadajnika ultradźwięków w przetworniku. Duży obszar emisji wyśle do mierzonego materiału więcej energii niż mały obszar emisji. Tym samym tzw. przetwornik 1/2" wyśle sygnał o większej sile niż przetwornik 1/4".

Absorpcja i rozpraszanie: Podczas przemieszczania się ultradźwięku w dowolnym materiale następuje jego częściowa absorpcja. Jeżeli materiał, przez który przechodzi dźwięk, posiada strukturę ziarnistą, fale dźwiękowe zostaną rozproszone. Oba te działania zmniejszą siłę fal, a tym samym zdolność miernika do wykrycia powracającego echa. Ultradźwięk o wyższej częstotliwości zostanie wchłonięty i rozproszony bardziej niż ultradźwięk o niższej częstotliwości. Choć może się wydawać, że w każdym przypadku lepiej byłoby zastosować przetwornik o niższej częstotliwości, niższe częstotliwości są mniej kierunkowe od wysokich. Tym samym przetwornik o wyższej częstotliwości lepiej sprawdzi się do wykrywania dokładnej lokalizacji małych wgłębień lub wad mierzonego materiału.

Geometria przetwornika: Fizyczne ograniczenia środowiska pomiaru czasem określają przydatność przetwornika do danego zadania. Niektóre przetworniki mogą być po prostu zbyt duże, by można je zastosować w ograniczonych przestrzeniach. Również pole powierzchni kontaktu z przetwornikiem może być ograniczone, wymagając zastosowania przetwornika o małej powierzchni styku. Pomiar powierzchni zakrzywionej, jak ścianka cylindra silnika, może wymagać zastosowania przetwornika, którego powierzchnia styku posiada odpowiednią krzywiznę.

Temperatura materiału: W przypadku konieczności pomiaru na powierzchniach o wysokiej temperaturze należy zastosować przetworniki wysokotemperaturowe. Takie przetworniki wykonano z specjalnych materiałów i specjalnymi technikami, dzięki czemu wytrzymują wysokie temperatury bez uszkodzeń. Należy także zachować ostrożność podczas realizacji funkcji „Sensor-Zeroing” (zerowanie czujnika) lub „Calibration to Known Thickness” (kalibracja do znanej grubości) za pomocą przetwornika wysokotemperaturowego.

Wybór właściwego przetwornika często wymaga kompromisu między różnymi cechami. Czasem trzeba sprawdzić kilka różnych przetworników, by ustalić, który nadaje się do danego zastosowania.

Przetwornik stanowi „roboczą część” przyrządu. Przesyła i odbiera fale ultradźwiękowe, które przyrząd wykorzystuje do obliczenia grubości mierzonego materiału. Przetwornik łączy się z przyrządem za pomocą dołączonego przewodu i dwóch złączek koncentrycznych. Podczas stosowania przetworników orientacja podwójnych złączek koncentrycznych nie ma dużego znaczenia. Każdą wtyczkę można umieścić w dowolnym gnieździe przyrządu.

Przetwornik wymaga właściwego użytkowania, aby przyrząd dał rzetelny, wiarygodny wynik pomiarów. Poniżej znajduje się krótki opis przetwornika oraz instrukcje jego obsługi.



Na rysunku z lewej strony przedstawiono widok typowego przetwornika z dołu. Widać dwa półkola powierzchni styku oraz oddzielającą je barierę. Jedno z półkoli odpowiada za przekazywanie ultradźwięku do mierzonego materiału, a drugie za przekazywanie odbitego dźwięku ponownie do przetwornika. Po umieszczeniu przetwornika na mierzonym materiale pomiar dotyczy powierzchni bezpośrednio pod środkiem powierzchni styku.

Na rysunku z lewej strony przedstawiono widok typowego przetwornika z góry. Aby utrzymać przetwornik na miejscu, należy docisnąć go od góry kciukiem lub palcem wskazującym. Wystarczy umiarkowany nacisk, ponieważ konieczne jest jedynie unieruchomienie przetwornika i płaskie umieszczenie powierzchni styku na powierzchni mierzonego materiału.

3.2 Stan i przygotowanie powierzchni

Niezależnie od scenariusza pomiaru ultradźwiękowego największe znaczenie ma kształt i nierówność badanej powierzchni. Nierówne powierzchnie mogą ograniczać penetrację ultradźwięku przez materiał, prowadząc do niestabilnych, a tym samym niewiarygodnych, wyników pomiarów. Mierzona powierzchnia powinna być czysta i wolna od wszelkich cząstek stałych, rdzy lub kamienia. Obecność takich przeszkód uniemożliwi właściwe przyleganie przetwornika do powierzchni. Często do czyszczenia powierzchni przyda się szczotka druciana lub skrobak. W skrajnych przypadkach można użyć szlifierki rotacyjnej lub tarczy szlifierskiej, choć należy zachować ostrożność, by nie dopuścić do wyłobienia powierzchni, które uniemożliwi prawidłowe sprzęganie przetwornika.

Bardzo nierówne powierzchnie, jak chropowate wykończenie żeliwa, będzie najtrudniej zmierzyć. Takie powierzchnie wpływają na wiązkę dźwięku tak samo, jak szkło matowe na światło. Następuje rozproszenie wiązki i jej rozbicie w różnych kierunkach.

Nierówne powierzchnie nie tylko utrudniają pomiar, ale także zwiększają zużycie przetwornika, szczególnie w sytuacjach „pocierania” nim po powierzchni. Przetworniki wymagają regularnego sprawdzania pod kątem oznak nierównomiernego zużycia powierzchni styku. Jeżeli powierzchnia styku jest bardziej zużyta z jednej strony niż z drugiej, wiązka dźwięku przechodząca przez badany materiał może nie być prostopadła do powierzchni materiału. W takim przypadku

trudno będzie dokładnie zlokalizować drobne nieprawidłowości mierzonego materiału, ponieważ zogniskowana wiązka dźwięku nie znajduje się już bezpośrednio pod przetwornikiem.

4 Eksploatacja

4.1 Zasilanie

Do zasilania służą dwie baterie alkaliczne AA. Zasobnik baterii znajduje się z tyłu przyrządu. Pokrywę mocuje się dwoma wkrętami. Aby włożyć baterie:

- Należy odkręcić dwa wkręty pokrywy komory baterii.
- Podnieść pokrywę.
- Umieścić baterie w komorze.
- Zamknąć komorę baterii i dokręcić wkręty.
- Włączyć przyrząd, aby sprawdzić, czy baterie umieszczono poprawnie i pewnie.

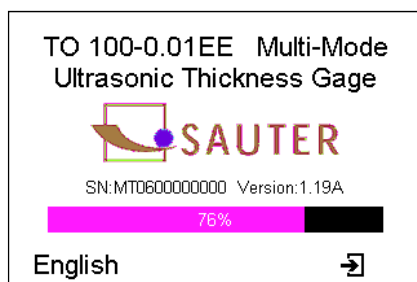
4.2 Podłączanie sondy

Aby przygotować przyrząd do pracy, należy podłączyć do niego sondę. Przyrząd jest dostępny ze złączkami Lemo.

Podłączając sondę do przyrządu należy pamiętać nie tylko o jej prawidłowym podłączeniu fizycznym. Konieczna jest także odpowiednia konfiguracja przyrządu, aby współpracował z zainstalowaną sondą.

4.3 Uruchamianie przyrządu (Power ON)

Aby uruchomić przyrząd, należy nacisnąć  i przytrzymać do chwili włączenia wyświetlacza. Kiedy urządzenie uruchomi ekran powitalny, wyświetlą się numer seryjny modułu, zainstalowana wersja oprogramowania, data i godzina w systemie. Pojawi się ekran startowy przyrządu, jak pokazano na poniższym rysunku:



Nacisnąć F1, aby zmienić język.

Nacisnąć F3, aby pominąć proces sprawdzania przy uruchomieniu i natychmiast wejść w tryb pomiaru.

Przyrząd przeprowadzi autotest, a następnie przy braku naciśnięcia kolejnego klawisza automatycznie przełączy się w tryb pomiaru.

Przyrząd jest teraz gotowy do pierwszego pomiaru.

P-E	P5EE	V=5920	100%
0.00 mm			
F00:00		0:50	
VEL	PROBE	SETUP	

Przyrząd automatycznie załaduje ostatnie ustawienia. Posiada specjalną pamięć, która zachowuje wszelkie ustawienia również po wyłączeniu zasilania.

Aby wyłączyć przyrząd, należy nacisnąć przycisk  i przytrzymać go do chwili pojawienia się komunikatu końcowego.

Miernik posiada także funkcję automatycznego wyłączenia, zapewniającą oszczędność energii. Po dłuższym okresie bezczynności (ustawianym jako opóźnienie automatycznego wyłączenia) miernik automatycznie się wyłączy.

Uwaga: Przyrząd wyłączy się automatycznie przy zbyt niskim poziomie naładowania baterii.

4.4 Konfiguracja ustawień Standby (oczekiwania)

Aby zapewnić oszczędność energii, urządzenie posiada następujące stany zasilania:

Stan Run (praca) — Moduł główny działa z pełną częstotliwością.

Stan Standby (gotowość) — Po upływie 5 sekund (ustawienie domyślne) maleje jasność wyświetlacza LCD, a procesor działa z mniejszą częstotliwością. Nie wpływa to na dane ani pamięci. Naciśnięcie jakiegokolwiek klawisza lub wykonanie pomiaru przywraca przyrząd do stanu działania, a jasność do poziomu wyjściowego.

Stan Power off (wyłączony) — Po upływie 2 minut (ustawienie domyślne) przyrząd przechodzi ze stanu oczekiwania do stanu wyłączonego. Moduł główny i wyświetlacz wyłączają się i zużywają śladowe ilości energii. Naciśnięcie dowolnego przycisku zapobiega przejściu modułu w stan wyłączony. Pojawi się komunikat „Idle Timeout!” (Koniec bezczynności!), a przyrząd powróci w tryb działania.

Przejściem ze stanu działania w stan oczekiwania steruje ustawienie Display standby delay (Opóźnienie oczekiwania wyświetlacza). Użytkownik może skonfigurować opóźnienie w oknie dialogowym Display Standby Delay. Moduł główny można przywrócić do stanu działania jakimkolwiek działaniem użytkownika w trybie oczekiwania.

5 Eksploatacja

5.1 Ustawianie trybu pracy

Użytkownicy i kontrolerzy w terenie często napotykają materiały powlekane, jak rury i zbiorniki. Zwykle kontrolerzy muszą przed pomiarem usunąć farbę lub powłokę lub uwzględnić pewną stałą wielkość błędu, wynikającą z grubości i prędkości farby lub powłoki.

Ten miernik pozwala wyeliminować błąd dzięki wykorzystaniu specjalnego trybu echo-echo do wykonywania pomiarów w takich przypadkach. Miernik posiada tę prostą w obsłudze funkcję, eliminując konieczność usuwania farby lub powłoki.

Aby przejść z trybu P-E w E-E i na odwrót, należy nacisnąć  w oknie Test Settings (Ustawienia testowe).

Test Settings		
Work Mode	P-E	
Probe Set	P5EE	
Velocity Set	5920m/s	
View Mode	Normal Mode	
Nominal Thickness	10.00mm	
		

5.2 Wybór sondy

Należy skonfigurować odpowiedni model sondy. W przeciwnym przypadku mogą wystąpić błędy pomiarów. W oknie Probe Model (Model sondy) należy przyciskiem  i  przewinąć do aktualnie używanego modelu sondy.

Na koniec należy nacisnąć  lub F3, aby potwierdzić wybór. Można także nacisnąć , by anulować i wyjść.

Probe Model		
 <u>P5EE</u>		
N05		
N07		
HT5		
N02		
		

5.3 Prowadzenie „Probe Zero“ (Sonda zero)

Przycisk  służy do „zerowania“ przyrządu tak samo, jak zeruje się mikrometr mechaniczny. W przypadku braku prawidłowego zerowania miernika wszystkie wykonane przez niego pomiary mogą zawierać pewną stałą wartość błędu. Po „wyzerowaniu“ przyrządu ta stała wartość zostaje zmierzona i będzie automatycznie korygowana dla wszystkich późniejszych pomiarów. Instrument można „wyzerować“ w poniższy sposób:

- 1) Podłączyć przetwornik do przyrządu. Sprawdzić poprawność podłączenia złąček. Sprawdzić, czy powierzchnia styku przetwornika jest czysta i wolna od wszelkich zanieczyszczeń.
- 2) Nacisnąć przycisk , aby uruchomić tryb zerowania sondy, jak pokazano na poniższym rysunku.
- 3) Nałożyć na czoło metalowej tarczy sondy jedną kroplę środka sprzęgającego.

P-E	P5EE	V=5920	
ZERO - P5EE			
Couple the probe to the cal disc. And hold steadily.			
F00:00		0:54	
	PROBE	SETUP	

- 4) Docisnąć przetwornik do tarczy sondy. Powinien płasko przylegać do powierzchni.

- 5) Kiedy pasek postępów dojdzie do końca, zdjąć przetwornik z tarczy sondy. W razie potrzeby powtórzyć tę czynność cztery razy.
- 6) W tym punkcie przyrząd obliczył wewnętrzny współczynnik błędów i podczas kolejnych pomiarów dokona korekty o tę wartość. Podczas wykonywania „sonda zero” przyrząd zawsze wykorzysta wartość prędkości dźwięku dla wbudowanej tarczy sondy, nawet jeśli wprowadzono inną wartość prędkości dla faktycznych pomiarów. Choć przyrząd będzie pamiętał ostatnią przeprowadzoną czynność „sonda zero”, zwykle dobrze ją powtórzyć po włączeniu miernika oraz w przypadku używania innego przetwornika. To pozwoli zapewnić prawidłowe wyzerowanie przyrządu podczas wszystkich pomiarów.

Naciśnięcie  w trybie sonda zero przerwie czynność zerowania sondy i powróci do trybu pomiaru.

5.4 Kalibracja prędkości dźwięku

Aby zapewnić dokładność pomiarów, należy ustawić przyrząd na prawidłową prędkość dźwięku dla mierzonego materiału. Różne rodzaje materiałów posiadają różne prędkości dźwięku. Brak ustawienia miernika na prawidłową prędkość dźwięku powoduje błąd wszystkich pomiarów dokonanych za pomocą miernika o stałą wartość procentową. Kalibracja **jednopunktowa** stanowi najprostszy i najpowszechniejszy sposób kalibracji, zapewniający optymalizację liniowości w dużych zakresach. Kalibracja **dwupunktowa** zapewnia większą dokładność w małych zakresach, dzięki obliczeniu sondy zero i prędkości.

Uwaga: Kalibrację **jedno-** i **dwupunktową** należy prowadzić przy użyciu materiału po zdjęciu farby lub powłoki. Brak usunięcia farby lub powłoki przed kalibracją spowoduje obliczenie prędkości dla wielu materiałów, która może odbiegać od faktycznej prędkości mierzonego materiału.

5.4.1 Kalibracja do znanej prędkości

Uwaga: Ta procedura wymaga pomiaru przykładowego fragmentu konkretnego materiału o znanej dokładnej grubości, uzyskanej np. w wyniku pomiaru innym sposobem.

Tabela powszechnie występujących materiałów i ich prędkości dźwięku znajduje się w Załączniku A do niniejszej instrukcji.

W oknie Set Velocity naciśnięcie przycisków F1/F2 oraz /, aby skorygować wartość prędkości w górę lub w dół tak, by dostosować ją do wartości prędkości mierzonego materiału.

Set Velocity		
05920 m/s		
*Press [PRB] to select velocity from material table		
←	→	✓

Można także naciśnąć przycisk , aby wybrać jedną z zadanych, powszechnie występujących prędkości.

5.4.2 Kalibracja do znanej grubości

Uwaga: Ta procedura wymaga pomiaru przykładowego fragmentu konkretnego materiału o znanej dokładnej grubości, uzyskanej np. w wyniku pomiaru innym sposobem.

- 1) Wykonać czynność sonda zero ze standardową tarczą 4,00 mm.
- 2) Na ten sam fragment nałożyć środek sprzęgający.
- 3) Docisnąć przetwornik do fragmentu próbki. Powinien płasko przylegać do jej powierzchni. Wyświetlacz powinien pokazywać jakąś wartość grubości, a kontrolka stanu sprzęgania powinna świecić światłem ciągłym.
- 4) Po uzyskaniu stałego odczytu usunąć przetwornik. Jeżeli wyświetlona grubość różni się od wartości pokazanej podczas sprzęgania przetwornika, powtórzyć krok 3.
- 5) Nacisnąć przycisk  , aby otworzyć okno dialogowe „Input Nominal Thickness” (Wprowadź grubość znamionową). Patrz rysunek poniżej.

Input Nominal Thickness		
010.02 mm		
After adjustment, *One Point Cal - Press <ENTER> to finish calibration. *Two Point Cal - Press <PRB> to calibrate next point.		
		

- 6) Nacisnąć F1/F2 i  , aby wprowadzić wartość grubości tak, by odpowiadała grubości fragmentu próbki.
- 7) Nacisnąć /F3, aby potwierdzić wprowadzoną wartość. Miernik opuści okno dialogowe i powróci do trybu pomiaru. Teraz wyświetla wartość prędkości dźwięku obliczoną w oparciu o wprowadzoną wartość grubości.
Miernik jest gotowy do przeprowadzenia pomiarów.

5.4.3 Kalibracja dwupunktowa

Uwaga: Ta procedura wymaga, by operator posiadał dwa znane punkty grubości na badanym fragmencie, reprezentatywne dla mierzonego zakresu.

- 1) Czynność sonda zero należy przeprowadzić najpierw na standardowej płytce przyrządu.
- 2) Na ten sam fragment nałożyć środek sprzęgający.
- 3) Docisnąć przetwornik do fragmentu próbki w pierwszym/drugim punkcie kalibracji. Powinien płasko przylegać do jej powierzchni. Wyświetlacz powinien pokazywać jakąś (prawdopodobnie nieprawidłową) wartość grubości, a kontrolka stanu sprzęgania powinna świecić światłem ciągłym.
- 4) Po uzyskaniu stałego odczytu usunąć przetwornik. Jeżeli wyświetlona grubość różni się od wartości pokazanej podczas sprzęgania przetwornika, powtórzyć krok 3.
- 5) Nacisnąć przycisk  , aby otworzyć okno dialogowe „Input Nominal Thickness” (Wprowadź grubość znamionową). Patrz rysunek z prawej strony.

- 6) Nacisnąć F1/F2 i  , aby wprowadzić wartość grubości tak, by odpowiadała grubości fragmentu próbki. Następnie nacisnąć , aby skalibrować drugi punkt, patrz poniższy rysunek:

Input Nominal Thickness		
010.02 mm		
After adjustment, *One Point Cal - Press <ENTER> to finish calibration. *Two Point Cal - Press <PRB> to calibrate next point.		
		

Rysunek poniżej: Badanie drugiego punktu podczas kalibracji dwupunktowej.

P-E	P5EE	V=5925	
2P-CAL			
8.01 mm			
F00:01		11:30	
	PROBE	SETUP	

- 7) Powtórzyć krok 2 do 6 dla drugiego punktu kalibracji.
- 8) Na koniec nacisnąć /F3, aby ukończyć procedurę kalibracji dwupunktowej. Miernik jest gotowy do przeprowadzenia pomiarów w tym zakresie.

5.5 Prowadzenie pomiarów

Kiedy przyrząd wyświetla zmierzone wartości grubości, wyświetlacz pokazuje ostatnią zmierzoną wartość do chwili dokonania nowego pomiaru.

Aby przetwornik spełniał swe zadanie, między powierzchnią styku a powierzchnią mierzonego materiału nie może być pustki powietrznej. Do tego celu służy środek sprzęgający. Jego zadaniem jest „sprzęganie“, czyli przesyłanie, fal ultradźwiękowych z przetwornika do materiału i z powrotem. Przed próbą dokonania pomiaru należy na powierzchnię badanego materiału nałożyć niewielką ilość środka sprzęgającego. Zwykle wystarczy jedna kropla.

Po nałożeniu środka sprzęgającego należy mocno docisnąć przetwornik (powierzchnią styku w dół) do mierzonego obszaru. Powinna pojawić się kontrolka stanu sprzęgania oraz na wyświetlaczu powinna pojawić się liczba. Jeżeli przyrząd poprawnie „wyzerowano“ i ustawiono na prawidłową prędkość dźwięku, liczba na wyświetlaczu wskaże faktyczną grubość materiału znajdującego się bezpośrednio pod przetwornikiem.

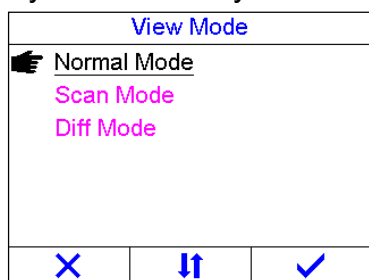
Jeżeli nie pojawi się kontrolka stanu sprzęgania, nie będzie świecić światłem ciągłym lub liczby na wyświetlaczu wydają się błędne, najpierw należy sprawdzić, czy pod przetwornikiem znajduje się wystarczająca warstwa środka sprzęgającego i czy przetwornik płasko przylega do materiału. Jeżeli problem nie zniknie, może wystąpić konieczność wyboru dla mierzonego materiału innego przetwornika (inny rozmiar lub częstotliwość).

Kiedy przetwornik styka się z mierzonym materiałem, przyrząd wykona cztery pomiary na sekundę, aktualizując na bieżąco dane na wyświetlaczu. Po zdjęciu przetwornika z powierzchni na wyświetlaczu pozostanie ostatni wykonany pomiar.

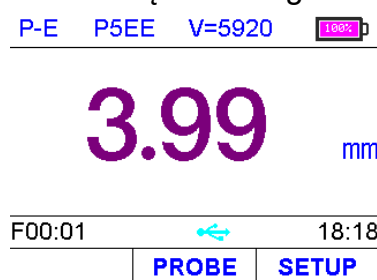
Uwaga: Czasem niewielka warstwa środka sprzęgającego zostanie wciągnięta między przetwornik a powierzchnię podczas zdejmowania przetwornika. W takich przypadkach miernik może dokonać pomiaru przez tę warstwę sprzęgającą, dając pomiar o wartości wyższej lub niższej od prawidłowej. To zjawisko jest oczywiste w przypadku, gdy obserwuje się jedną wartość grubości przy przetworniku przyłożonym, a inną po jego usunięciu. Co więcej, pomiary przez bardzo grube warstwy farby lub powłok mogą prowadzić do pomiaru grubości farby lub powłoki zamiast faktycznego materiału. Odpowiedzialność za prawidłowe użytkowanie przyrządu i rozpoznanie tych rodzajów zjawisk spoczywa wyłącznie na użytkowniku.

5.6 Ustawianie trybu wyświetlania

Do wyświetlania zmierzonej wartości można wybrać jeden z trzech trybów wyświetlania: Tryb Normal (normalny), Scan (skanowanie) i Diff (różnicowy).

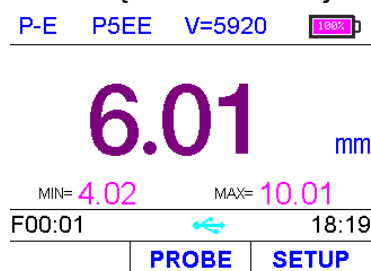


Tryb Normal. Jak pokazano na rysunku z prawej strony, pokazuje ostatnią zmierzoną wartość grubości.



Tryb Scan. Oprócz ostatniej zmierzonej wartości grubości pokazuje także minimalną i maksymalną wartość grubości podczas pomiaru.

Naciśnięcie  resetuje wartość minimalną i maksymalną.



Tryb Diff. Pokazuje zarówno ostatnią zmierzoną wartość grubości, jak i różnicę grubości (między bezwzględną a znamionową wartością grubości).

P-E P5EE V=5920 

6.01 mm
 $T_0=10.00$ $\Delta -3.99$
 F00:01  18:19
 PROBE SETUP

Choć miernik szczególnie dobrze nadaje się do pomiarów jednopunktowych, czasem konieczne jest zbadanie większej powierzchni w poszukiwaniu punktu o najmniejszej grubości. Miernik posiada funkcję zwaną Trybem Scan, która właśnie to umożliwia. W trybie Normal miernik wykonuje i wyświetla dziesięć pomiarów na sekundę, co całkowicie wystarczy na potrzeby pojedynczych pomiarów. Jednakże w trybie Scan miernik wykonuje ponad dziesięć pomiarów na sekundę i wyświetla odczyty podczas skanowania. Kiedy przetwornik ma kontakt z mierzonym materiałem, miernik śledzi wykryte wartości minimalne i maksymalne. Przetwornik może „potrzeć” o powierzchnię i wszelkie krótkotrwałe przerwy sygnału będą ignorowane.

5.7 Ustawienie grubości normalnej

W różnicowym trybie pomiaru należy ustawić znamionową wartość grubości badanego elementu. Sposób ustawiania opisano poniżej:

Nacisnąć F1/F2, aby przesunąć podświetlony kursor. Nacisnąć przyciski strzałek, aby zwiększyć/zmniejszyć wartości.

Nacisnąć  lub F3, aby potwierdzić ustawienie.

Nacisnąć , aby anulować zmianę i wyjść.

Nominal Thickness		
010.00 mm		
		

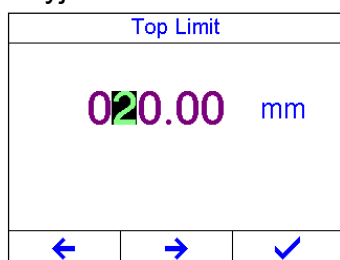
5.8 Ustawianie wartości granicznej

Wyniki pomiaru przekraczające wartości graniczne wyświetlają się na czerwono, aby ostrzec użytkownika. Aby zmienić ustawienie wartości granicznej,

Nacisnąć F1/F2, aby przesunąć podświetlony kursor. Nacisnąć przyciski strzałek, aby zwiększyć/zmniejszyć wartości.

Bottom Limit		
000.20 mm		
		

Nacisnąć  lub F3, aby potwierdzić ustawienie. Nacisnąć , aby anulować zmianę i wyjść.



5.9 Zmiana rozdzielczości

Miernik posiada możliwość ustawienia rozdzielczości wyświetlacza w zakresie 0,1 mm do 0,01 mm.



Aby uzyskać dokładny wynik pomiaru przy rozdzielczości ustawionej na 0,01 mm, powierzchnia badanego elementu powinna być gładka. Do pomiaru powierzchni nierównej lub chropowatej należy stosować niską rozdzielczość.

5.10 Zarządzanie pamięcią

5.10.1 Store a Record (Zapisywanie rekordu)

Naciśnięcie przycisku  po pojawieniu się nowego odczytu pomiaru pozwala zapisać wartość zmierzonej grubości w aktualnie wybranej grupie danych. Zostanie ona dodana jako ostatni rekord w grupie.

5.10.2 View the Recorded Items (Wyświetlanie zapisanych pozycji)

Ta funkcja daje użytkownikowi możliwość wyświetlania rekordów w żądanej grupie danych, zapisanych wcześniej w pamięci. Należy wykonać następujące czynności:
Aktywować okno Memory Manager, jak pokazano na rysunku z prawej strony.

Nacisnąć  , aby przesunąć kursor. Nacisnąć przycisk  lub F3, aby wyświetlić okno dialogowe View Record Data (Wyświetl dane rekordów), patrz następny rysunek.

Memory Manager		
*F00	1/100	
F01	0/100	
F02	0/100	
F03	0/100	
F04	0/100	
	COMMAND	

Nacisnąć  , aby najechać kursorem na żądany rekord.
 Nacisnąć F3, aby usunąć wskazany rekord.
 Nacisnąć F2, aby usunąć wszystkie rekordy w tej grupie.
 Nacisnąć  /F1, aby wyjść.

View Record Data-F00	
No.1	0.00mm
	 

5.10.3 Select as current Data Group (Wybierz jako aktualną Grupę danych)

Miernik posiada 100 grup danych (F00 ~ F99), które można wykorzystać do przechowywania zmierzonych wartości. W każdej grupie można zapisać najwyżej 100 rekordów (wartości grubości). Docelową grupę danych do zapisywania zmierzonych wartości można zmienić w następujący sposób.

Aktywować okno Memory Manager. Nacisnąć  , aby skupić się na żądanej grupie danych. Nacisnąć F2, aby wywołać listę poleceń. Następnie zaznaczyć polecenie „Set” (Ustaw) i potwierdzić przyciskiem .

Memory Manager	
*F00	1/100
F01	0/100
F02	0/100
F03	0/100
F04	00
	Set
	Clear
	Clear All
	

Po zakończeniu powyższych czynności nowo wybrana grupa danych zostanie ustawiona jako aktualna grupa danych do zapisywania nowych wyników pomiarów.

5.10.4 Clear a Data Group (Wyczyść grupę danych)

Użytkownik może potrzebować całkowitego usunięcia zawartości całej grupy danych. Dzięki temu będzie mógł rozpocząć nową listę pomiarów, zaczynając od lokalizacji zapisywania nr 0.00. Procedurę opisano poniżej.

Aktywować okno Memory Manager.

Nacisnąć  , aby skupić się na żądanej grupie danych. Nacisnąć F2, aby wywołać listę poleceń. Następnie zaznaczyć polecenie „Clear” (Wyczyść) i potwierdzić przyciskiem .

Memory Manager		
*F00	1/100	
F01	0/100	
F02	0/100	
F03	0/100	
F04	Set	00
	Clear	
←	Clear All	→

W przypadku wyboru i potwierdzenia polecenia „Clear All“ (Wyczyść wszystkie) nastąpi wyczyszczenie wszystkich grup danych miernika.

Uwaga: Usuniętych danych nie można odzyskać!

5.11 Ustawienie dźwięku przycisków

Dźwięk przycisków można włączyć lub wyłączyć. W przypadku włączenia dźwięku przycisków brzęczyk w module głównym wyda krótki dźwięk alarmowy po każdym naciśnięciu przycisku.

5.12 Ustawienie dźwięku ostrzeżenia

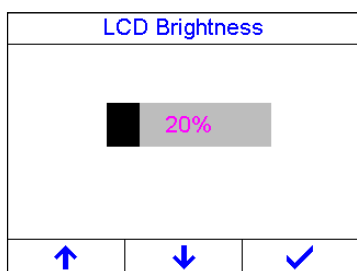
Dźwięk ostrzeżenia można włączyć lub wyłączyć. W przypadku włączenia dźwięku ostrzeżenia brzęczyk w module głównym wyda długi dźwięk alarmowy po każdym pojawieniu się nowej wartości pomiaru. Kiedy moduł główny wyda ostrzeżenia dotyczące działania, przy aktywnej opcji rozlegnie się także dźwięk alarmu.

5.13 Ustawienie jasności LCD

Różne poziomy jasności LCD wpłyną na czas czuwania baterii i czas ciągłej pracy. Ustawienie można zmienić, przewijając przy pomocy przycisku F1 (zwiększanie) i F2 (zmniejszanie) lub naciskając przyciski strzałek.

Nacisnąć  lub F3, aby potwierdzić ustawienie.

Nacisnąć , aby anulować zmianę i zamknąć okno dialogowe.



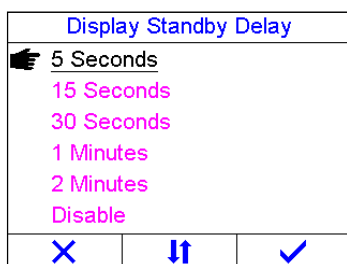
Przy niższej jasności przyrząd zużywa mniej energii, a tym samym zwiększa czas pracy.

Uwaga: Aby zapewnić oszczędność energii, w warunkach dobrego oświetlenia należy zmniejszyć jasność LCD.

Pozycje ustawień pokazano na umieszczonym z prawej strony rysunku okna dialogowego Display Standby Delay (Opóźnienie oczekiwania wyświetlacza).

Nacisnąć przyciski strzałek lub przycisk F2, aby zaznaczyć żądaną pozycję.

Zaznaczenie pozycji „Disable“ (Dezaktywuj) uniemożliwi przejście modułu głównego w stan oczekiwania.



Moduł główny przejdzie w stan oczekiwania po upływie wybranego czasu. Aby moduł główny opuścił stan oczekiwania, należy przeprowadzić pomiar lub nacisnąć dowolny przycisk.

5.14 Ustawianie Display Standby (oczekiwania wyświetlacza)

Stan oczekiwania zmniejsza jasność wyświetlacza LCD i przełącza procesor w tryb oszczędzania energii. Przejściem ze stanu działania w stan oczekiwania steruje ustawienie Display Standby Delay (Opóźnienie oczekiwania wyświetlacza).

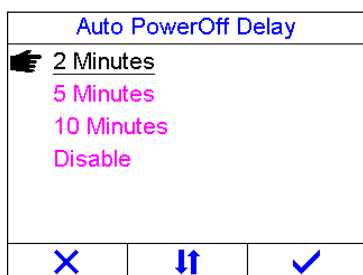
5.15 Ustawianie Auto Poweroff (automatycznego wyłączenia)

Przejściem ze stanu oczekiwania w stan wyłączenia steruje ustawienie Automatic Shutdown Delay (opóźnienie automatycznego wyłączenia).

Użytkownik może skonfigurować opóźnienie w oknie dialogowym Auto Shutdown Delay.

Nacisnąć przyciski strzałek lub przycisk F2, aby zaznaczyć żądaną pozycję.

Zaznaczenie pozycji „Disable“ (Dezaktywuj) uniemożliwi automatyczne przejście modułu głównego w stan wyłączenia.

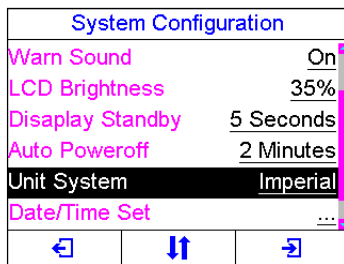


Uwaga: Przy zbyt niskim poziomie napięcia w baterii ekran LCD wyświetli komunikat „Battery Exhausted!“ (Wyczerpana bateria) i automatycznie nastąpi wyłączenie.

5.16 Zmiana systemu jednostek

Przyrząd obsługuje zarówno system jednostek metrycznych, jak i imperialnych.

W oknie dialogowym System Configuration (Konfiguracja systemu) należy kliknąć  na pozycji Unit System (System jednostek), aby przełączyć z systemu jednostek imperialnych na metryczny i na odwrót.



5.17 Ustawianie daty i godziny

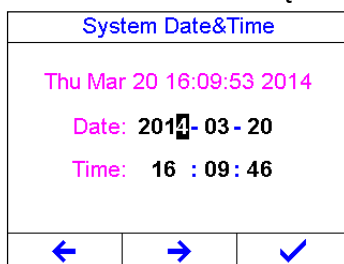
Aby zapewnić poprawność dokumentacji, należy sprawdzić, czy posiadają Państwo prawidłowe ustawienia daty i godziny. Otworzyć okno dialogowe System Time (czas w systemie), aby ustawić datę i godzinę systemu przyrządu.

Format daty: Rok-Miesiąc-Dzień

Format godziny: Godzina-Minuta-Sekunda

Do poruszania kursorem należy użyć przycisku F1 i F2. Do podwyższania/obniżania wartości należy użyć przycisków strzałek:

Nacisnąć /F3, aby potwierdzić ustawienie. Nacisnąć , aby anulować zmianę ustawienia i zamknąć okno dialogowe.



Po ustawieniu wewnętrzny zegar przyrządu zachowa aktualną datę i godzinę.

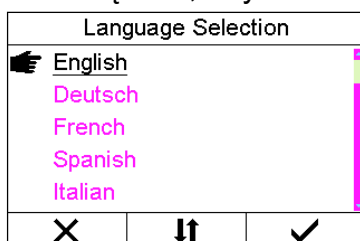
5.18 Ustawianie języka

Można wybrać język operacyjny miernika.

Użyć przycisków strzałek i przycisku F2, aby wybrać język operacyjny.

Nacisnąć  lub F3, aby potwierdzić zaznaczenie.

Nacisnąć , aby anulować zmianę i zamknąć okno dialogowe.



Uwaga: Użytkownik może zmienić język operacyjny także na ekranie startowym podczas uruchamiania.

5.19 Informacje o produkcji

Informacje dotyczące modelu przyrządu, wersji oprogramowania i numeru seryjnego modułu głównego wyświetlają się w okienkach, jak pokazano na poniższym rysunku.

Aby zamknąć okno dialogowe, nacisnąć przycisk , , F1 lub F3.

About Me		
Model:	TO 100-0.01EE	
Version:	1.19A-BTLE-D	
SN:	MT0600000000	
CPLD:	1.05-V10U	
LCD:	ILI9325	
X		✓

5.20 Reset System (resetuj system)

Jeżeli nie można dłużej obsługiwać systemu lub jeżeli muszą Państwo przeprowadzić podstawowe uruchomienie (ustawienie fabryczne), można zresetować przyrząd do pierwotnych ustawień.

Do resetowania przyrządu służy funkcja Reset System. Podczas resetowania systemu nastąpi wyczyszczenie wszystkich danych zapisanych w module głównym oraz kalibracji wprowadzonej przez użytkownika. Ustawienia przyrządu powrócą do ustawień domyślnych.

Aby zresetować instrument:

— Aktywować funkcję System Reset. Wyświetli się okno dialogowe.

— Nacisnąć  lub F3, aby potwierdzić czynność resetowania. Lub nacisnąć F1, aby anulować czynność resetowania.

Warning		
Reset system settings to original?		
NO		YES

UWAGA: Skutków resetowania przyrządu nie można cofnąć. Podczas resetowania nie należy naciskać żadnych przycisków.

5.21 Komunikacja USB

Przyrząd posiada port USB, znajdujący się na górze z lewej strony. Przyrząd można podłączyć do komputera za pomocą przewodu USB.

- Umieścić koniec przewodu USB ze złączem mini-USB w gnieździe USB na górze korpusu głównego.
- Drugi koniec przewodu umieścić w porcie USB komputera.

6 Technologie pomiarów

6.1 Metoda pomiaru

Jednopunktowa metoda mierzenia: Przyłożyć sondę do dowolnego punktu mierzonego elementu. Przyrząd wskaże, że sonda zlokalizowała grubość lokalną.

Metoda pomiaru dwupunktowego: W przypadku wykorzystania sondy do dwukrotnych pomiarów w tym samym punkcie badanego elementu, w dwóch

pomiarach, płaszczyzna podziału sondy znajduje się pod kątem 90°. Mniejsza wartość powinna być grubością w tym punkcie.

Metoda pomiaru wielopunktowego: Przy wielokrotnych pomiarach w kole o średnicy około 30 mm minimalna wartość to grubość mierzonego elementu.

Metoda pomiaru ciągłego: przy wykorzystaniu mierzenia jednopunktowego do pomiarów ciągłych na wyznaczonej trasie, w odstępach mniejszych niż 5 mm, minimalna wartość jest grubością mierzonego elementu.

6.2 Pomiar ścianki

Podczas pomiarów płaszczyzna podziału sondy powinna pokrywać się z osią rury lub osią pionową rury. W przypadku rury o większej średnicy należy zmierzyć w osi pionowej. Przy mniejszej średnicy rury należy zmierzyć w obu kierunkach. Wartość minimalna będzie grubością.

7 Serwis

Kiedy miernik wykazuje nieprawidłowości, nie należy go demontować i regulować jakichkolwiek części zamocowanych na stałe. Prosimy o kontakt telefoniczny lub za pośrednictwem poczty elektronicznej, aby umówić przegląd kontrolny (gwarancyjny).

8 Transport i przechowywanie

Przechowywać z dala od źródeł drgań, silnego pola magnetycznego, substancji żrących, wilgoci i pyłu. Przechowywać w temperaturze pokojowej.

W oryginalnym opakowaniu można przewozić autostradami trzeciej klasy.

8.1 Załącznik A Prędkości dźwięku

Materiał	Prędkość dźwięku	
	in/μs	m/s
Aluminium	0,250	6340–6400
Stal, zwykła	0,233	5920
Stal nierdzewna	0,226	5740
Mosiądz	0,173	4399
Miedź	0,186	4720
Żelazo	0,233	5930
Żeliwo	0,173–0,229	4400–5820
Ołów	0,094	2400
Nylon	0,105	2680
Srebro	0,142	3607
Złoto	0,128	3251
Cynk	0,164	4170
Tytan	0,236	5990
Cyna	0,117	2960
Żywica epoksydowa	0,100	2540
Lód	0,157	3988
Nikiel	0,222	5639
Pleksiglas	0,106	2692

Polistyren	0,092	2337
Porcelana	0,230	5842
PCV	0,094	2388
Szkło kwarcowe	0,222	5639
Guma, wulkanizowana	0,091	2311
Teflon	0,056	1422
Woda	0.058	1473

Załącznik B: Uwagi dotyczące zastosowań

Mierzenie rur i rurek

Podczas mierzenia rury w celu określenia grubości jej ścianki ważna jest orientacja przetworników. Jeżeli średnica rury przekracza około 4 cale, pomiary należy prowadzić przy przetworniku ustawionym w taki sposób, by odstęp powierzchni styku był prostopadły do dłuższej osi rury. W przypadku rur o mniejszych średnicach należy wykonać dwa pomiary, jeden z powierzchnią styku pionową, a drugi z odstępem równoległym do dłuższej osi rury. Grubością w danym punkcie będzie mniejszą z dwóch wyświetlonych wartości.



Perpendicular

Parallel

Mierzenie powierzchni gorących

Prędkość dźwięku w substancji zależy od jej temperatury. Podczas nagrzewania materiałów maleje prędkość dźwięku w ich obrębie. W większości zastosowań o temperaturach powierzchni poniżej 100°C nie trzeba przestrzegać szczególnych procedur. W temperaturach wyższych zmiana prędkości dźwięku mierzonego materiału zaczyna mieć zauważalny wpływ na pomiar ultradźwiękowy. Przy tak wysokich temperaturach zaleca się, by użytkownik przeprowadził procedurę kalibracji na próbce o znanej grubości i o temperaturze odpowiadającej temperaturze mierzonego materiału bądź do niej zbliżonej. Dzięki temu miernik poprawnie obliczy prędkość dźwięku w gorącym materiale.

Podczas pomiarów gorących powierzchni może być konieczne także wykorzystanie przetwornika wysokotemperaturowego o specjalnej konstrukcji. Takie przetworniki wykonuje się z materiałów odpornych na wysokie temperatury. Nawet wówczas zaleca się jednak, by sonda miała jak najkrótszy kontakt z powierzchnią, tylko przez czas umożliwiający uzyskanie stabilnego pomiaru. Kiedy przetwornik ma kontakt z gorącą powierzchnią, zaczyna się nagrzewać, a rozszerzalność cieplna i inne zjawiska mogą mieć niekorzystny wpływ na dokładność pomiaru.

Mierzenie laminatów

Wyjątkową cechą laminatów jest fakt, że ich gęstość (a tym samym prędkość dźwięku) może się znacznie różnić dla poszczególnych elementów. Niektóre laminaty

mogą nawet wykazywać zauważalne zmiany prędkości dźwięku na jednej powierzchni. Jedynym sposobem wiarygodnego pomiaru takich materiałów jest przeprowadzenie procedury kalibracji na próbce o znanej grubości. Najlepiej, aby taka próbka była fragmentem mierzonego elementu lub co najmniej pochodziła z tej samej partii laminatu. Kalibracja w oparciu o każdy badany element z osobna pozwoli zminimalizować wpływ wahań prędkości dźwięku.

Dodatkowym, ważnym czynnikiem, który należy uwzględnić podczas pomiarów laminatów jest fakt, że wszelkie pustki lub kieszenie powietrzne spowodują przedwczesne odbicie wiązki ultradźwięków. Przyjmuje to formę nagłego spadku grubości na powierzchni jednorodnej. Choć może to utrudnić rzetelny pomiar całkowitej grubości materiału, informuje użytkownika o pustkach powietrznych w laminacie.

Mierzenie przez farby i powłoki

Pomiar przez farby i powłoki również jest nietypowy, ponieważ prędkość dla farby/powłoki będzie znacznie odbiegać od prędkości dla faktycznie mierzonego materiału. Idealnym przykładem takiej sytuacji będzie rura ze stali miękkiej, pokryta powłoką o grubości około 0,6 mm, gdzie prędkość dla rury wynosi 5920 m/s, a dla farby 2300 m/s. Jeżeli użytkownik dokonał kalibracji dla rury ze stali miękkiej i mierzy przez oba materiały, faktyczna grubość powłoki okaże się 2,5 raza większa niż w rzeczywistości w związku z różnicami prędkości. Ten błąd można wyeliminować dzięki wykorzystaniu specjalnego trybu echo-echo do wykonywania pomiarów w takich przypadkach. W trybie echo-echo grubość farby/powłoki zostanie całkowicie pominięta, a jedynym mierzonym materiałem będzie stal.

Odpowiedniość materiałów

Ultradźwiękowe pomiary grubości odbywają się na zasadzie przejścia fali dźwiękowej przez mierzony materiał. Nie wszystkie materiały są dobrymi przekaźnikami dźwięku. Ultradźwiękowy pomiar grubości można wykonać w szeregu różnych materiałów, w tym w metalach, tworzywach sztucznych i szkłe. Do materiałów trudnych należą niektóre materiały odlewane, beton, drewno, włókno szklane i niektóre rodzaje kauczuku.

Środki sprzęgające

Wszystkie zastosowania ultradźwiękowe wymagają nośnika sprzęgającego dźwięk z przetwornika z badanym elementem. Zwykle w charakterze nośnika używa się cieczy o dużej lepkości. Dźwięk używany do ultradźwiękowego pomiaru grubości nie przechodzi skutecznie przez powietrze.

Do pomiarów ultradźwiękowych można wykorzystać szereg materiałów sprzęgających. Do większości zastosowań nadaje się glikol propylenowy. W zastosowaniach trudnych, gdzie konieczny jest maksymalny przesył energii dźwięku, zaleca się glicerynę. Jednakże w przypadku niektórych materiałów gliceryna może przyspieszać korozję w drodze absorpcji wody, a tym samym może być niepożądana. Inne odpowiednie środki sprzęgające do pomiarów w zwykłych temperaturach obejmują wodę, oleje i smary, żele i płyny silikonowe. Pomiary w

wyższych temperaturach będą wymagać środków sprzęgających o specjalnych recepturach, odpornych na wysokie temperatury.

W przypadku ultradźwiękowego pomiaru grubości może się zdarzyć, że w standardowym trybie pulse-echo przyrząd wykorzysta drugie, a nie pierwsze echo z tylnej powierzchni mierzonego materiału. Może to dać grubość DWUKROTNIE większą od spodziewanej. Odpowiedzialność za prawidłowe użytkowanie przyrządu i rozpoznanie tych rodzajów zjawisk spoczywa wyłącznie na użytkowniku.

Adnotacja:

Aby zapoznać się z Deklaracją zgodności CE, proszę kliknąć poniższe hiperłącze:
<https://www.kern-sohn.com/shop/de/DOWNLOADS/>