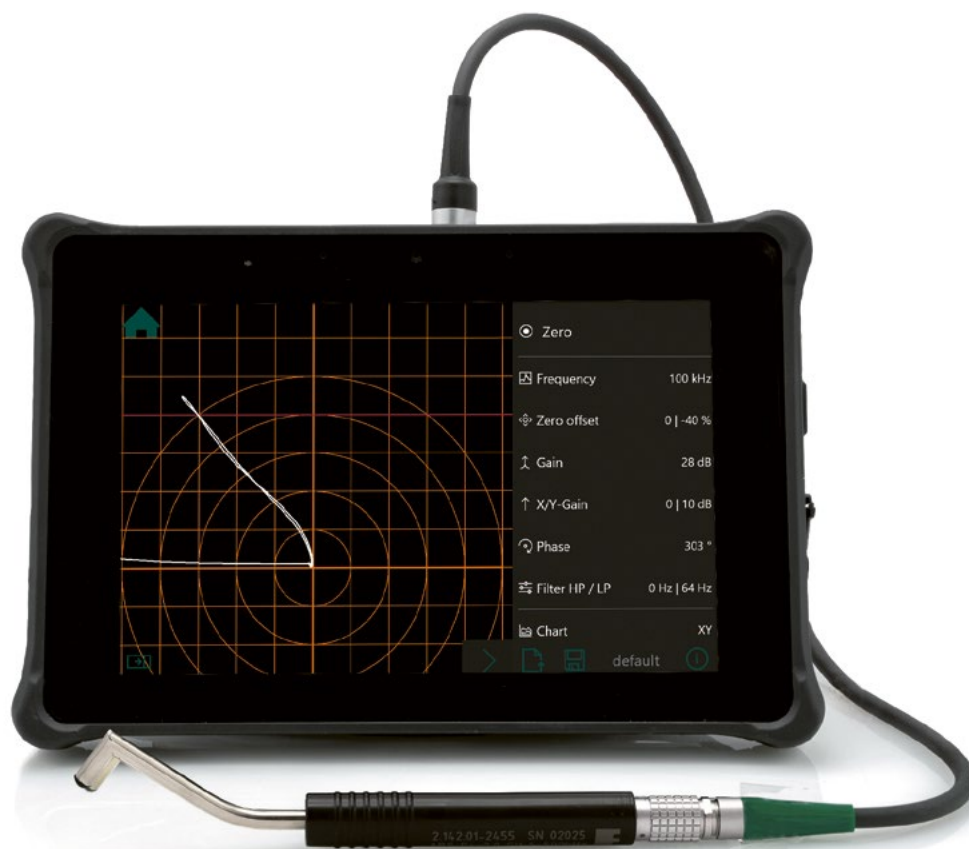


TCM 2.142



Mobilní univerzální zkušební zařízení pro nedestruktivní kontrolu metodou vířivých proudů



Naše společnost

FOERSTER je světovým technologickým lídrem pro nedestruktivní kontrolu kovových materiálů. FOERSTER, jedna ze společností tzv. „Skrytých šampionů - Hidden Champions“, úzce spolupracuje se svými zákazníky z celého světa prostřednictvím rozsáhlé sítě jedenácti dceřiných společností a kvalifikovaných zastoupení ve více než 60 zemích.

FOERSTER divize „Mobile Testing (MT)“

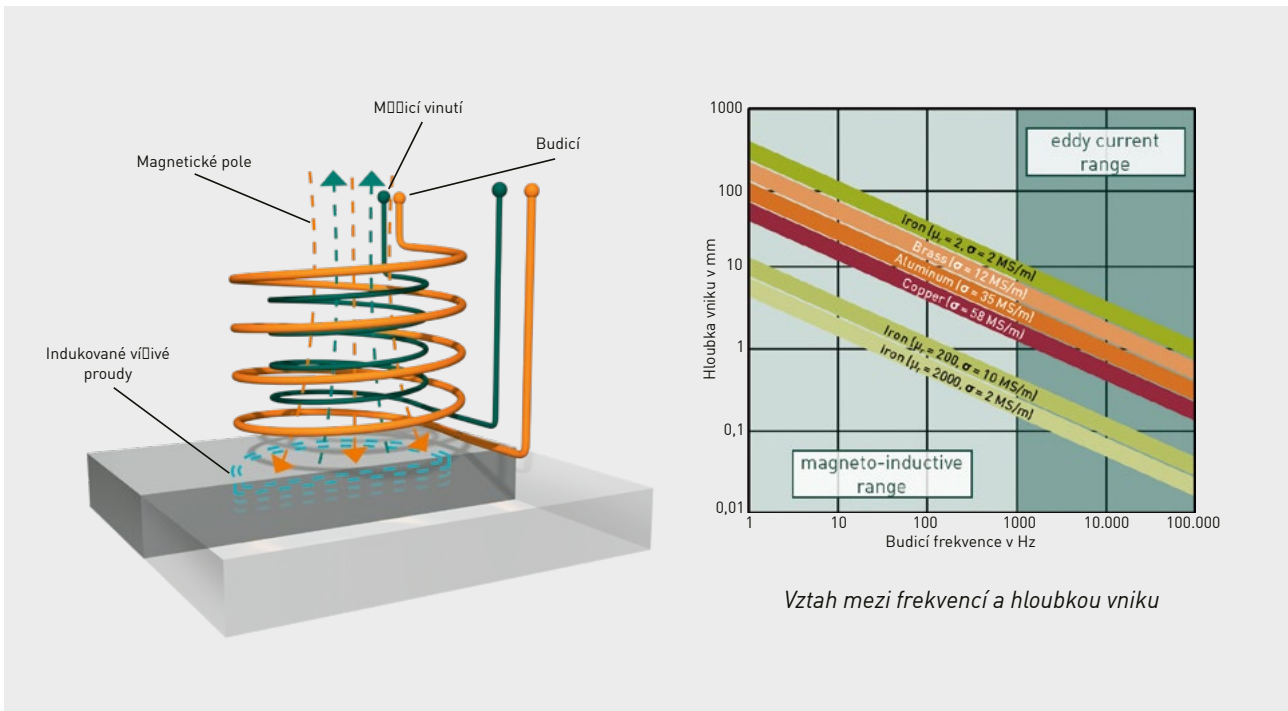
Obchodní divize MT se specializuje na mobilní, ruční zařízení a systémy pro ruční a poloautomatické zkoušení komponentů důležitých pro bezpečnost. Tyto kompaktní měřicí a zkušební přístroje se používají v sektoru letecké údržby, v automobilovém průmyslu, v energetice a chemickém průmyslu a ve strojírenství. Pro zajištění optimálních výsledků zkoušení je k dispozici široká škála sond a snímačů přizpůsobených různým geometrickým tvarům zkoušených dílů při detekci trhlin, například kruhové zkušební cívky pro rotačně symetrické součásti, sondy pro jednoduché nebo komplexní tvary povrchů a rotační sondy pro zkoušení otvorů.

Vířivé proudy lze také použít k přesnému měření elektrické vodivosti kovových součástí.

Dalším důležitým zaměřením divize MT je mobilní a/ nebo stacionární zkoušení tvrdosti metodami UCI a Leeb, které jsou většinou považovány za nedestruktivní. Vzhledem k tomu, že měřicí sondy a snímače mohou být velmi kompaktní, lze zařízení použít i v těžko přístupných zkušebních pozicích a na součástech složitých geometrických tvarů. Oblasti použití jsou například vstupní kontrola materiálu, kontrola záměny materiálů, kontrola výroby, zajištění kvality, kontrola svarů a odříznutých hran, údržba nainstalovaných součástí a – místo použití dynamických tvrdoměrů – na kovových vrstvách o tloušťce menší než 5 mm (např. kotle, trubky).



Testování vířivými proudy



Bezpečný provoz letadel, kolejových vozidel nebo elektráren by byl nemyslitelný bez pravidelné údržby, která zahrnuje i nedestruktivní zkoušení kritických oblastí a 100 % kontroly těchto komponentů a konstrukcí.

Metoda vířivých proudů

Metoda vířivých proudů podle DIN EN ISO 15548 je nedestruktivní, bezkontaktní způsob zkoušení kovových materiálů.

Vířivoproudá sonda umístěná na povrchu součásti vytváří vířivé proudy prostřednictvím svého střídavého elektromagnetického pole. Vady nebo nepravidelnosti způsobují změny v chování vířivých proudů a tím i změny impedance cívky. Takové rozdíly napětí lze použít ke kontrole materiálového složení, ke zkoušení, zda byly díly tepelně zpracovány, k detekci trhlin a k měření zbytkové tloušťky stěny.

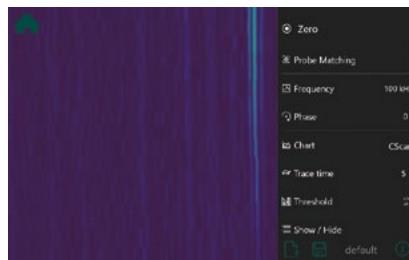
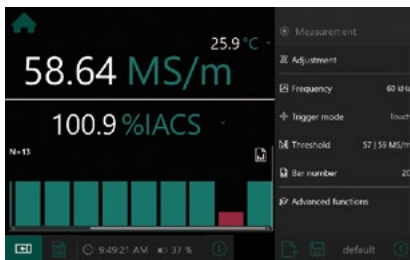
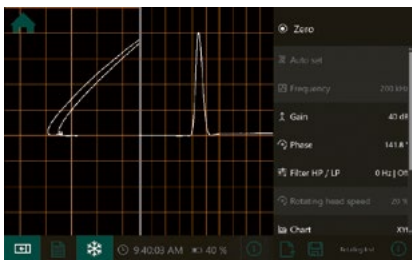
Zkušební frekvence: rozhodující faktor

Vybrat správnou zkušební frekvenci pro konkrétní aplikaci může být náročné. Zkušební frekvence spolu s elektrickou vodivostí a magnetickou permeabilitou materiálu totiž významně ovlivňuje hloubku vniku vířivých proudů.

Výběr správné hloubky vniku vířivých proudů je rozhodující pro úspěšné řešení aplikace. Například při zkoušení zbytkové tloušťky stěny na hliníkovém plechu musí být frekvence nastavena dostatečně nízko tak, aby byl materiál dostatečně prostoupen vířivými proudy. Při měření vodivosti je třeba dbát na to, aby tloušťka materiálu nebyla menší než trojnásobek hloubky vniku vířivých proudů, jinak by mohlo dojít k chybám měření. Při detekci trhlin se volí vysoká frekvence pro malé trhliny, protože vysoká frekvence znamená nízkou hloubku vniku a tím i vysoké prostorové rozlišení.

S novou platformou TCM od společnosti FOERSTER lze všechny tyto různé aplikace provádět pomocí jediného zařízení.

TCM 2.142 – Jedna platforma pro všechny vaše vířivoproudé zkušební úlohy



Navrženo pro víceúčelové použití

Mobilní zkoušení často vyžaduje různé zkušební systémy. Nový všestranný TCM firmy FOERSTER slouží jako sjednocující platforma pro zavedené produkty pro detekci i měření vířivými proudy.

Do hloubky pronikající nízkofrekvenční (NF) zkoušení s přístrojem DEFECTOSCOP pro měření zbytkové tloušťky stěny a vysokofrekvenční (VF) zkoušení s přístrojem DEFECTOMETER pro detekci i těch nejmenších trhlin jsou nyní integrovány do jediného zařízení. Platforma TCM zahrnuje také měření vodivosti neferomagnetických materiálů.

Intuitivní dotykové rozhraní umožňuje uživateli vybrat jednotlivé úlohy prostřednictvím odpovídajících aplikací. Automatické rozpoznání sondy vám pak pomůže nastavit optimální parametry zkoušení a měření pro dosažení nejlepších možných výsledků.

Dostupné softwarové moduly

- **DEFECTOSCOP:** univerzální zkoušení vířivými proudy s rotačními, VF i NF sondami.
- **SIGMATEST:** měří elektrickou vodivost neferomagnetických kovů.
- **ECA (Eddy Current Array):** zkoušení vířivými proudy prostřednictvím sensorových polí s až 512 kanály.

Připraveno pro širokou škálu aplikací

Díky svému robustnímu designu v kombinaci se všemi funkčními moduly je TCM jedinečným řešením pro aplikace jako jsou:

- **Třídění:** Kontrola záměny materiálu i třídění dle tvrdosti např. po tepelném zpracování.
- **Měření vodivosti** například na dílech letadel.
- **Detekce trhlin na mostech či kolejnicích**
- **Detekce trhlin na povrchu:** schopnost detekce trhlin o hloubce od 20 μm .

Univerzální zkoušení vířivými proudy pomocí modulu DEFECTOSCOP



Hlavní výhody

- **Vířivoproudé zkoušení pomocí rotačních sond, VF, NF sond, apod.** pro řešení široké škály zkušebních úloh, buď pomocí vašich vlastních snímačů či sond upravených specialisty FOERSTER.
- **C-scan:** data z rotační sondy lze zobrazit ve formě C-scanu s vysokým rozlišením.
- **Multifrekvenční zkoušení až 8 frekvencemi** pro kontrolu materiálových vad v rozdílných hloubkách během jednoho průchodu či pro potlačení šumu pomocí směšování frekvencí.
- **Zpětný přístup k vířivoproudým datům pomocí funkce „zmrazit“:** „zmrazte“ signál vířivých proudů a poté upravujte parametry jako je zesílení, fáze, horní a dolní filtr.
- **Široký výběr sond:** připojte širokou škálu snímačů jako jsou parametrické, transformátorové nebo můstkové sondy.

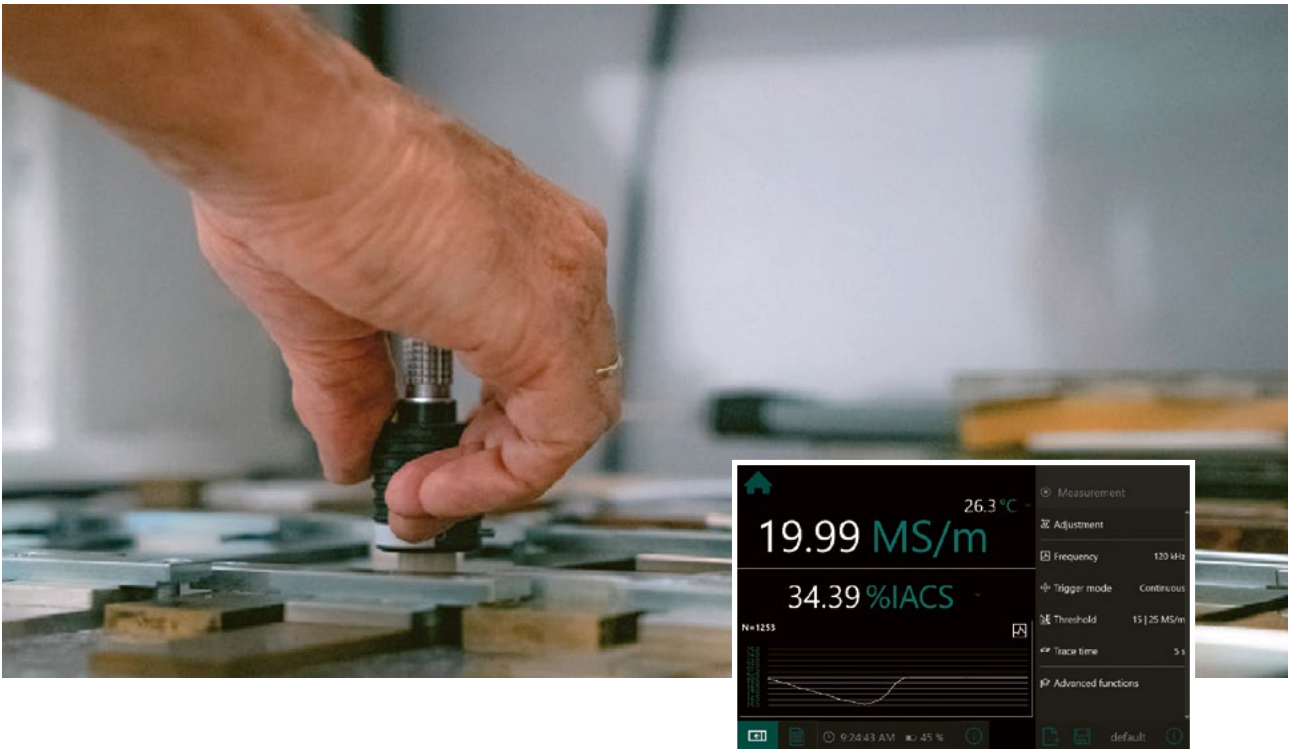
Konvenční zkoušení vířivými proudy v impedanční rovině

Modul DEFECTOSCOP využívá všechny typické parametry univerzálního zkušebního vířivoproudého zařízení a zobrazuje naměřená data v impedanční rovině. Uživatel pracující v expertním režimu si může snadno upravit seznam dostupných parametrů a uložit je do zkušebního programu. Navíc lze definovat oblíbené položky tak, aby se modul při příštím spuštění rychle spustil. Přepnutím z expertního režimu zpět do režimu operátora se uzamkne seznam parametrů a nastavení systému pro úpravy, což šetří čas a námahu.

Volitelně lze v programu tohoto modulu přidat více zkušebních frekvencí, takže paralelní zkoušení může být prováděno při různých hloubkách vniku vířivými proudy. Barevné odlišení frekvencí lze upravit podle potřeby.

Záznamy u rotujících součástí nebo z ručních rotačních sond lze zobrazit přímo v C-scanu s vysokým rozlišením, což umožňuje snadné vyhodnocení a plnou dokumentaci zkušebních oblastí. Nebo mohou být nezpracovaná data signálu vířivých proudů zaznamenána a exportována pro pozdější vyhodnocení na počítači pracovní stanice.

Měření elektrické vodivosti s modulem SIGMATEST



Výhody

- **Široký rozsah frekvencí** umožňuje měření materiálů o různých tloušťkách.
- **Stíněné sondy** účinně zabraňují hranovému efektu.
- **Redukce opotřebení:** speciální sondy s odolnou titanovou ochrannou zajišťují dlouhou životnost.
- **Snadné používání:** sondy jsou automaticky rozpoznány a je nahrána jejich měřicí charakteristika.

Přesné a spolehlivé měření vodivosti

Měření vodivosti určuje fyzikální a technické vlastnosti materiálu. SIGMATEST je nejen ideální pro kontrolu kvality vyráběných produktů, ale je také užitečný pro kontrolu materiálového složení a pro třídění kovů, slitin či šrotu. Mezi další aplikace patří kontrola poškození tepelným namáháním při údržbě letadel a také řízení procesů ve výrobě v kovoprůmyslu.

Modul SIGMATEST se používá se speciálními sondami pro měření vodivosti, které jsou kalibrovány na návazné vodivostní standardy (PTB/NIST nebo NPL) při 20 °C v kalibrační laboratoři FOERSTER. Kalibrační data jsou uložena ve snímači a následně načtena TCM. To vše pak umožňuje velmi přesné měření elektrické vodivosti.

Samotné měření se spouští přiložením sondy. Pokud je požadováno skenování povrchu, mohou být naměřené hodnoty průběžně odesílány a zobrazovány v časovém diagramu.

Kontrola velkých ploch pomocí ECA



Výhody

- **Velká oblast zkoušení** s polem až 512 paralelních snímacích elementů.
- **Snadné používání:** automatická detekce sond a následné nastavení příslušných hardwarových parametrů.
- **Nalezení povrchových vad:** prostorově zobrazená vířivoproudá data pro polohově přesnou detekci vad materiálu.
- **100 % dokumentace:** vířivoproudé obrázky lze ukládat ve formátu PNG či PDF.

Zkoušení vířivými proudy pomocí pole sond

Když jsou oblasti s požadavkem na kontrolu rozsáhlé, může být konvenční inspekce vířivými proudy velmi časově náročná. Navíc existuje riziko, že ruční vedení sondy ponechá některé oblasti bez kontroly. Modul ECA umožňuje používat jak velkoplošné, tak tvarově přizpůsobené „array“ sondy. Tím pádem provádět rychlé a komplexní skenování velkých oblastí.

Snímače „array“ se skládají například z několika jednotlivých senzorů uspořádaných v řadě uvnitř pouzdra. Spojení více senzorů dohromady tímto způsobem umožňuje skenovat větší oblast s rozlišením každého jednotlivého senzoru.

Snímače a kalibrační etalony pro vířivoproudé zkoušení a měření vodivosti

Ta správná sonda pro každou aplikaci



K dispozici je skutečně široký výběr sondových elementů s odpovídajícími parametry pro spolehlivou **detekci vad**.

- **Absolutní sondy:** nezávislé na směru pohybu sondy; silný vliv zkoušeného materiálu.
- **Diferenční sondy:** závislé na směru pohybu sondy (necitlivé vůči podélným vadám); slabý vliv materiálu.
- **Sondy s křížovým vinutím:** závislé na směru pohybu sondy (necitlivé vůči 45° vadám); slabý vliv materiálu.

Každý z těchto sondových elementů může být začleňen do široké škály tvarů snímačů. Kromě širokého výběru standardních snímačů nabízí FOERSTER také přizpůsobené tvary sond pro snadný přístup i do těch nejhůře dostupných zkušebních pozic. Stejně tak lze vyrobit sondu s dalšími vlastnostmi, jako je integrované vedení nebo ochrana proti opotřebení vyrobená například z titanu. Každý sondový element může být také konstruován jako pole sond s až 512 integrovanými elementy.



Všechny dostupné sondy pro spolehlivý a přesný přístroj SIGMATEST 2.070 lze použít pro **měření vodivosti**; jsou nabízeny i v robustní verzi s titanovou ochranou. K dispozici jsou následující průměry sond:

- 14 mm
- 8 mm
- 5 mm

Referenční etalony a etalony s vadami zvyšují přesnost



Při kontrole na povrchové vady se citlivost zkušebního systému upravuje pomocí plochých kalibračních etalonů s umělými vadami, vyrobených z relevantního materiálu. Protože zkušební citlivost závisí na kvalitě těchto etalonů, musí etalony splňovat požadované rozměrové tolerance. Pro další zajištění jejich kvality nabízí společnost FOERSTER po bodovém proměření umělých vad také volitelné přesné stanovení jejich rozměrů pomocí laserového mikroskopu.



Správné nastavení zkušebního systému s rotační sondou pro detekci vad vyžaduje kalibrační etalony - a opět zhotovené z materiálu odpovídajícímu tomu zkoušenému - s vytvořenými relevantními vývrty. Tyto kalibrační etalony nabízíme ve dvou variantách:

- **Kalibrační blok SCCS (dělený)**
- **Kalibrační blok CSRP (s drážkou)**



Pro kontrolu a nastavení **měření vodivosti** pomocí modulu SIGMATEST se používají příslušné etalony vodivosti. Čím lepší je kvalita tohoto referenčního standardu, tím lepší je konečný výsledek měření. Proto i výchozí materiál musí splňovat přísné požadavky. Například musí mít homogenní strukturu materiálu. FOERSTER nabízí etalony vodivosti navazující na AC měření NPL (National Physical Laboratory) i DC měření PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt).

Široký sortiment příslušenství pro různé aplikace



Ruční rotační hlava pro kontrolu vývrtů.

Ruční rotační hlava pohání příslušnou sondu a přenáší signály snímače do zkušebního zařízení. Ruční rotační hlava FOERSTER dosahuje otáček až 3000 ot./min.



Dokovací stanice rozšiřuje možnosti TCM

Dokovací příslušenství promění TCM v plnohodnotnou pracovní stanici. Vysoce výkonný procesor Intel s Windows 10 poskytnou známé ovládací prvky, stejně jako u běžného notebooku. Dokovací příslušenství pak spolu s externím monitorem a klávesnicí promění TCM v pohodlnou pracovní stanici, která uživateli umožňuje psát a upravovat zprávy nebo jinou dokumentaci přímo na zařízení.



Prodloužená provozní doba díky externí baterii

Baterie lze nabíjet buď externě, v samostatné nabíjecí stanici nebo přímo v TCM. Funkce rychlého nabíjení zajišťuje, že je baterie opět nabitá již po několika minutách.



Popruh přes ramena pro maximální flexibilitu.

Pro zkušební aplikace, které trvají o něco déle nebo vyžadují například delší chůzi, nabízí FOERSTER pohodlný ramenní popruh, který usnadňuje mobilní použití – a ponechává vaše ruce volné i pro další účely.

Ideální vybavení i do nepříznivých podmínek

Robustní TCM s vámi může jít do jakékoli terénní aplikace. Signály jsou přehledně zobrazovány na 8" dotykovém HD displeji. S 800 nity (hodnota svítivosti) je jeho obrazovka dobře čitelná i na silném slunci. Skutečně odolný design TCM jej chrání i při pádu z výšky 1,5 m a proti teplotám až 50 °C. No a pokud někdy zmokne, není to díky krytí IP 66 žádný problém.

K dispozici je také hlasově ovládaný režim pro provádění příkazů jako "ZERO" nebo "FREEZE".



Navštivte nás na kanálu YouTube a shlédněte videa o základech používání a ovládání přístroje z pozice operátora.

Technické údaje

TCM – Obecné vlastnosti vlastnosti

| Vlastnost produktu | |
|-----------------------|---|
| Displej | <ul style="list-style-type: none">■ 8.0" dotykový, 1280 x 800, 800 nitů, čitelný na slunci■ Přepínatelné mezi použitím s/bez rukavic■ Možnost volby barev pro zobrazení signálu■ Volba zobrazení signálu grid/vektor |
| Ochrana | IP 66, 1,5 m pád z výšky |
| Hmotnost | 1,3 kg |
| Rozměry | 234 x 157 x 51 mm (D x Š x V) |
| Teploty | -20 °C až +50 °C provozní rozsah |
| Napájení | Doba provozu z baterie: 6 hod. |
| Napájení ze sítě | 100 – 240 V, 50 – 60 Hz, 65 W |
| Napájení pomocí USB-C | 5 V, 2 A (pro standardní powerbanky) |
| Baterie | 7,6 V, 7.200 mAh |
| Kamera | Zadní kamera 8,0 MP, přední kamera 2,0 MP |
| Úložiště | 128 GB SSD |
| Dostupné porty | 19-pin LEMO, Thunderbolt 4, USB 3.2 Gen2 (type C), microSD čtečka |
| Konektivita | Wi-Fi 6E, Bluetooth V5.2 |
| Audio | Audio in/out (combo jack) |
| Dokumentace | Ukládání/export raw dat, screenshotů, reportů |
| Operační systém | Windows 10 LTSC (Long Term Servicing Channel) |
| Pomocník nápovědy | Najděte informace v každém nastavení a dialogu pro rychlé a jednoduché použití |
| Jazyky | Angličtina, němčina, španělština, japonština, čínština, čeština, itaština, francouzština, další jazyky na vyžádání |

TCM – zkušební kanál

| Vlastnost produktu | |
|---|--|
| Frekvenční rozsah | 4 Hz – 20 MHz nastavitelné v krocích 1 Hz |
| Multi-frekvence | <ul style="list-style-type: none"> ■ Až 8 frekvencí paralelně ■ Mixování dvou frekvencí pro redukci pseudosignálů |
| Filtry | Filtr dolní propust a filtr horní propust 1 Hz – 20.000 Hz |
| Zesílení | -20 dB až +120 dB v krocích po 0,1 dB |
| Fáze | 0 – 360° v krocích 0,1° |
| X- a Y- zesílení | 0 – 60 dB v krocích 0,1 dB |
| X/Y Ofset | -50/+50 v krocích 5 % |
| Rozeznání sondy | Automaticky nastavuje předzesilovač, maximální výstupní proud |
| Předzesilovač | -18, -12, -6, 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36 dB |
| Maximální výstupní proud | 400 mA (špička), 10 V špička-špička |
| Rozlišení dat | 32 bit |
| Vzorkovací frekvence | až 40.000 vzorků za sekundu |
| Časový průběh | 0,1 – 60 sekund, nekonečný, Rot-Sync |
| Grafické průběhy | x/y, t, x/y + t, C-scan |
| Třídící prahy | <ul style="list-style-type: none"> ■ Linie, kruh, čtverec, sektor |
| Režim zmrazení | Zmrazte váš signál a seřizujte parametry jako je fáze či zesílení |
| Možnosti dokumentace | <ul style="list-style-type: none"> ■ Upravitelný dokument PDF ■ Screenshot jako PNG soubor ■ Záznam raw dat a jejich následné vyvolání pro další analýzu ■ Automatická dokumentace všech vířivoproudých parametrů |
| Technologie Array | až 512 sondových elementů |
| Podporované snímače | <ul style="list-style-type: none"> ■ Rotační hlava a sondy (5 – 24 V) ■ Všechny sondy s odděleným „přijímačem-vysílačem“ (odraz) - např. absolutní, diferenční a parametrické sondy jako sondy DEFECTOMETER. ■ Můstkové sondy (nastavitelný odpor 5, 25, 50, 100, 200 Ω) ■ Sondy ostatních výrobců jsou kompatibilní s TCM |
| Frekvence pro měření elektrické vodivosti | 60, 120, 240, 480 kHz |
| Přesnost měření el. vodivosti | ±1,0 s% ze změřené hodnoty při 60 kHz, 14 mm sonda |
| Rozlišení měření el. vodivosti | ±0,1% ze změřené hodnoty |
| Rozsah měření el. vodivosti | 0,5 až 65 MS/m (1 – 112 % IACS) |
| Pomocník | Pomocník pro automatické nastavení: <ul style="list-style-type: none"> ■ absolutní sondy a nastavení lift-off ■ filtrů rotačních sond |
| Splňuje normy | DIN EN ISO 15548 |



foerstergroup.com



Skupina FOERSTER je zastoupena dceřinými společnostmi a zastoupeními ve více než 60 zemích světa. Kompletní přehled najdete na našich webových stránkách.

Sídlo vedení společnosti

Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG

In Laisen 70

72766 Reutlingen

Německo

+49 7121 140 0

info@foerstergroup.com

