

# FRAX-Serien

## Svepfrekvens respons analysatorer



- **Högsta dynamiska omfång och noggrannhet i branschen**
- **Uppfyller internationella standarder för SFRA mätningar**
- **Avancerad analys och beslutsstöd inbyggt i mjukvaran**
- **Import data från andra FRA instrument**
- **Trådlös kommunikation (FRAX 101)**
- **Batteridrivna (tillval FRAX 99 och FRAX 101)**
- **Kontinuitetskontroll av jordanslutningar (FRAX 101 och 150)**

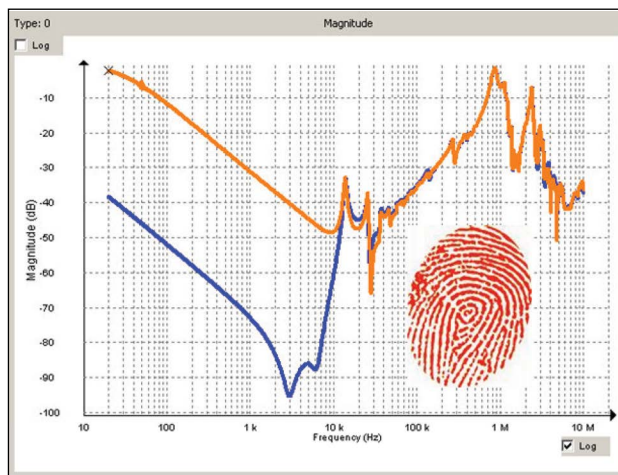
### BESKRIVNING

Krafttransformatorer är några av de viktigaste komponenterna i dagens infrastruktur för överföring och distribution. Transformatorhaverier kostar enorma summor i oväntade avbrott och oplanerat underhåll. Det är viktigt att undvika dessa haverier och att göra provning och diagnostik tillförlitlig och effektiv.

FRAX serie av svepfrekvens-respons-analysatorer (SFRA) detekterar mekaniska och elektriska förändringar av kärnan och lindningsammansättningen i krafttransformatorer. Större allmännyttiga företag och serviceföretag har använt FRA metoden sedan mer än ett decennium och metoden tas upp i internationella normer. Mätningen är enkel att utföra och kommer att fånga ett unikt "fingeravtryck" av transformatorn. Mätresultatet jämförs med en referensfingeravtryck och ger ett direkt svar om de mekaniska delarna hos transformatorn är oförändrade eller inte. Avvikelse indikerar geometriska och/eller elektriska förändringar i transformatorn.

#### FRAX upptäcker problem såsom:

- Lindningsdeformationer och förskjutningar
- Kortslutningar och avbrott i lindningar
- Trasiga förbindningar
- Avbrott i kärnan
- Partiellt lindningsfel
- Fel i jordningen av kärnan
- Förskjutning av kärnan



Att samla fingeravtrycksdata med hjälp av Frekvens-respons-analys (FRA) är ett enkelt sätt att upptäcka elektromekaniska problem i krafttransformatorer och är en investering som kommer att spara tid och pengar.

## TILLÄMPNING

Krafttransformatorer ska motstå mekaniska krafter från både transport och händelser i drift, såsom fel på elnätet och blixtar. Emellertid kan mekaniska krafter överstiga angivna gränser under svåra incidenter eller när isoleringens mekaniska styrka har försvagats på grund av åldrande. Ett relativt snabbt test där ett nytt fingeravtryckssvar jämförs med ett tidigare och ger underlag för att fatta ett tillförlitligt beslut om huruvida transformatorn på ett säkert sätt kan sättas i drift igen, eller om ytterligare diagnostik krävs.

### Grunderna för metoden

En transformator består av flera kapacitanser, induktanser och motstånd, en mycket komplex krets som genererar ett unikt fingeravtryck eller signatur när testsignaler appliceras vid skilda frekvenser och svar ritas som en kurva.

Kapacitansen påverkas av avståndet mellan ledarna. Rörelser i lindningen kommer därför att påverka kapacitanser och ändra formen på kurvan.

SFRA-metoden bygger på jämförelser mellan uppmätta kurvor där variationer detekteras. Ett SFRA-prov består av flera svep och avslöjar om transformatorns mekaniska eller elektriska integritet har satts i fara.

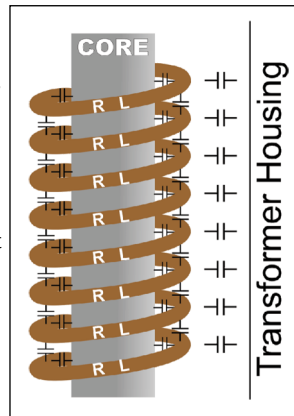
### Praktisk applikation

I sin standardapplikation skapas ett fingeravtryck/referenskurva för varje lindning när transformatorn är ny eller när den är i ett fungerande skick. Dessa kurvor kan senare användas som referens vid underhållsprov eller när det finns anledning att misstänka ett problem.

Den mest tillförlitliga metoden är den tidsbaserade jämförelser där kurvorna jämförs över tiden på mätningar från samma transformator. En annan metod använder typbaserade jämförelser mellan systemtransformatorer med samma design. Slutligen kan en konstruktionsbaserad jämförelse, under vissa betingelser, användas när man jämför avstånd mellan lindningarna i samma transformator.

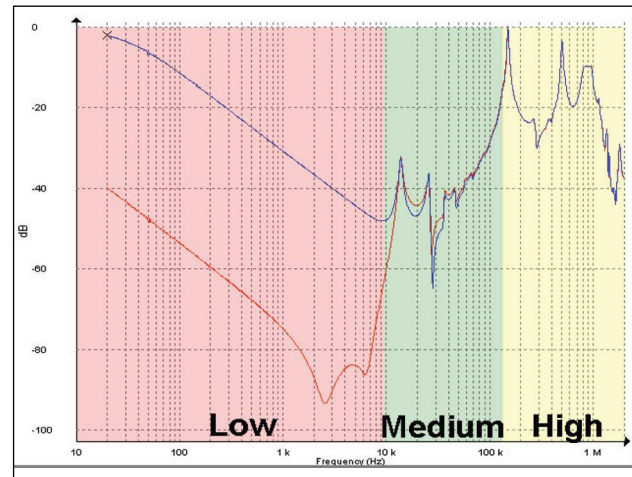
Dessa jämförande prov kan utföras 1) före och efter transport, 2) efter allvarliga genomslag, 3) före och efter översyn och 4) som diagnostiskt prov om man misstänker spänningsproblem. Ett SFRA-prov kan upptäcka lindningsproblem som skulle kräva flera prov med olika typer av provutrustning eller problem som inte kan upptäckas med andra tekniker alls. SFRA-provet ger ett snabbt och kostnadseffektivt sätt att bedöma om skador har uppstått eller om transformatorn säkert kan aktiveras igen. Om det finns ett problem, ger testresultatet värdefull information som kan användas vid fastställandet ytterligare åtgärder.

Att ha en referensmätning på en verksamhetskritisk transformator när en incident har inträffat är därför en värdefull investering som möjliggör en enklare och mer tillförlitlig analys.



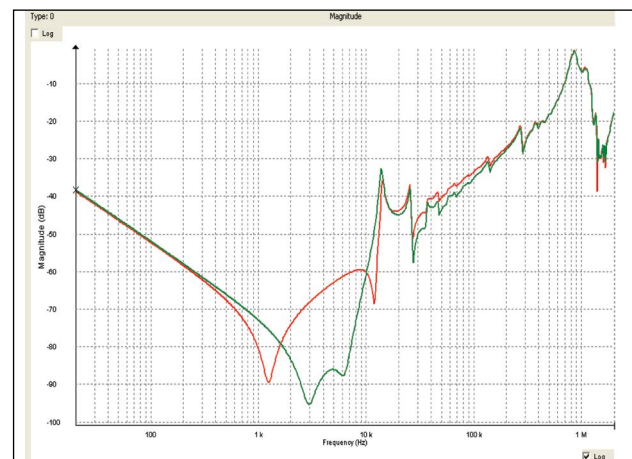
## ANALYS OCH PROGRAMVARA

Som en allmän riktlinje, kortslutna lindningsvarv, magnetisering och andra problem relaterade till kärnan ändras formen på kurvan i de lägsta frekvenserna. Mediumfrekvenser representerar axiella eller radiella rörelser i lindningarna och höga frekvenser indikerar problem med kablarna från lindningarna till genomföringar och lindningskopplare.



Ett exempel svar på låg, medel och hög frekvens.

FRAX programvara ger många funktioner för effektiv dataanalys. Obegränsat antal prov kan vara öppna samtidigt och man har full kontroll över vilka svep att jämföra. Svaret kan ses i traditionell magnitud vs. frekvens och/eller fas kontra frekvens vy. Man kan också välja att presentera data i en vy för impedans eller admittans mot frekvens för kraftfull analys på vissa transformator typer.



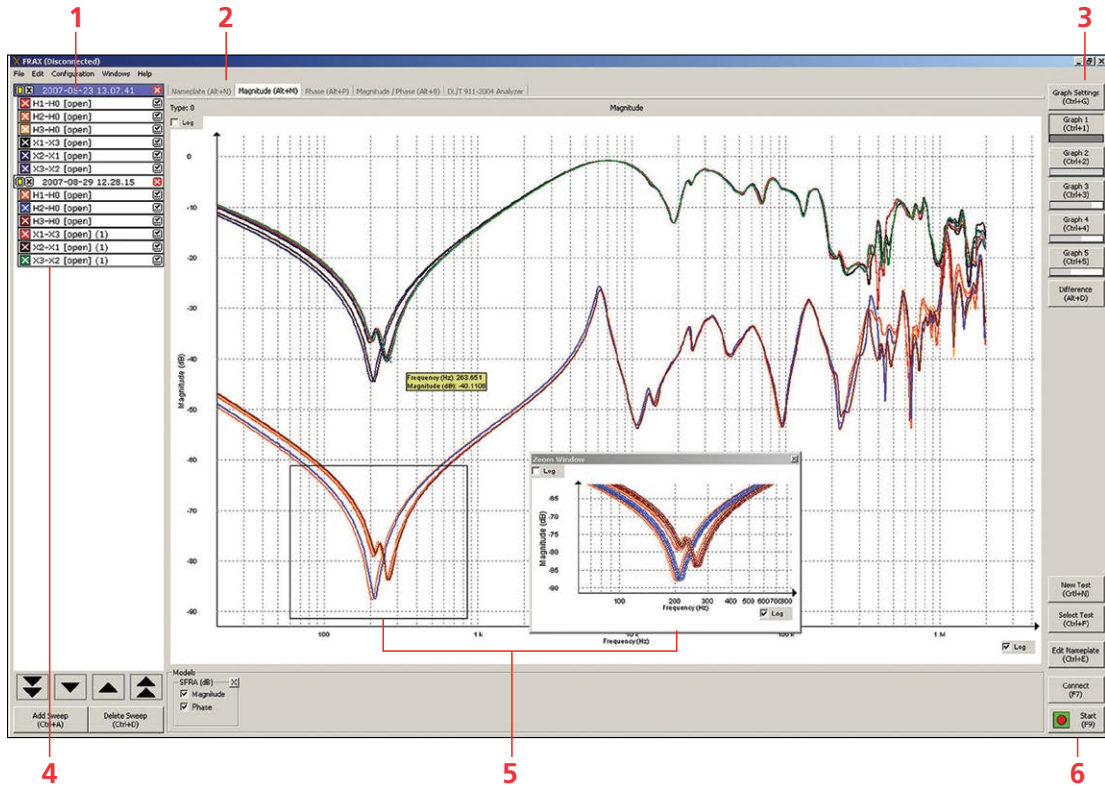
Bilden ovan visar en enfastransformator efter en översyn där, av misstag, kärnans jordning aldrig blev ansluten (röd), och efter att kärnans jordning var korrekt ansluten (grön). Detta potentiella problem visades tydligt vid frekvenser mellan 1 kHz och 10 kHz och en märkbar förändring är också synlig i 10 kHz - 200 kHz.

**FÖRDELAR**

- Minsta och mest robusta FRA instrument i branschen.
- Garanterad repeterbarhet med överlägsen kabelteknik och standardiserad jordningsteknik för signalkabel (IEC 60.076-18, metod 1).
- Uppfyller internationella standarder för svepfrekvens Response Analysis (SFRA) mätningar (IEC 60.076-18, IEEE C57.149 etc.).
- Högsta dynamiskt omfång och noggrannhet i branschen. Detekterar även de mest subtila elektromekaniska förändringar inom transformatorn
- Avancerad analys- och stödmjukvara möjliggör klokt beslutsfattande när det gäller ytterligare diagnostik analys och/eller åtgärd.
- Inbyggd PC med kraftfull bakgrundsbelyst skärm för användning i direkt solljus (FRAX 150).

**FUNKTIONER**

1. Lista med provobjekt – Obegränsat antal prov och svep. Fullständig användarkontroll .
2. Snabbvalsflikar – snabbt byta presentationsvy för olika perspektiv och analysverktyg.
3. Knappar för Quick Graph – Programmerbara grafinställningar låter dig ändra vyer snabbt och enkelt.
4. Svep/kurvinställningar – Varje svep kan individuellt slås på eller av, ändra färg, tjocklek och position.
5. Dynamisk zoom – Zooma in och flytta fokus till någon del av kurvan.
6. Manöverknappar – Alla viktiga funktioner till hands; välj med musen, funktionstangenter eller pekskärm.
7. Automatiserad analys jämför två kurvor med hjälp av en algoritm som jämför amplitud samt frekvensskift och låter dig veta om skillnaden är allvarlig, uppenbar eller liten.



Inbyggd beslutsstöd ges med hjälp av ett inbyggt analysverktyg baserat på korrelationsanalys som stöder SFRA standard DL/T911-2004.



**ÖVERVÄGANDEN VID SFRA MÄTNINGAR**

SFRA mätningar jämförs över tiden eller mellan olika provobjekt. Detta förstärker behovet av att utföra provet med högsta repeterbarhet och att eliminera påverkan från externa parametrar såsom kablar, anslutningar och instrumentprestanda. FRAX erbjuder alla nödvändiga verktyg för att säkerställa att den uppmätta kurvan representerar det interna tillståndet hos transformatorn.

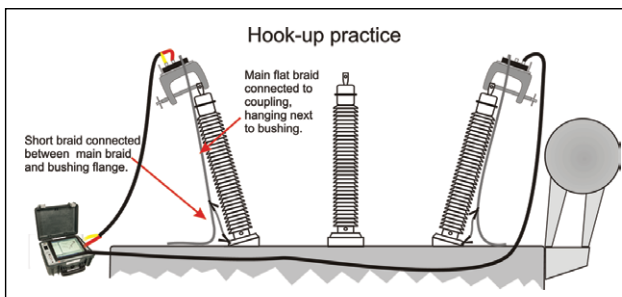
**Bra anslutningar**

Dåliga anslutningar kan äventyra provresultaten, vilket är anledningen till att FRAX erbjuder en robust provklämma som säkerställer god anslutning till genomföringar och fasta anslutningar till instrumentet.



Anslutningar gjorda med C-klämmen garanterar bra kontakt. Anslutningen från kabelskärmen till jord måste vara samma för varje mätning på en given transformator. Traditionella jordanslutningstekniker har problem när det gäller att ge repeterbara förhållanden. Detta orsakar oönskade variationer i det uppmätta svaret för de högsta frekvenserna och gör analysen svår.

FRAX-flätan hänger ner från anslutningsklämmen, bredvid isoleringsskivorna, till jordanslutningen vid basen av genomföringen. Detta skapar nära identiska förhållanden varje gång du ansluter till en genomföring (oavsett om den är lång eller kort) och är det rekommenderade sättet att ansluta i CIGRE TB342 och IEC 60.076-18.



Kraftiga anslutningar med hjälp av C-klämmor och användning av IEC 60.076-18, metod 1, för att ansluta skärmen till jord, gör det möjligt att eliminera anslutningsproblem och kabelslingor som annars påverkar mätningen.

**Jordslingskontroll (FRAX 101 och 150)**

Den inbyggda "Ground Loop Detector" i FRAX kontrollerar testuppkopplingen och försäkrar att alla anslutningar inklusive jordningsflätorna är ordentligt anslutna.

**Import och export**

FRAX programvara kan importera datafiler från andra FRA instrument, vilket gör det möjligt att jämföra data som erhållits med hjälp av en annan FRA enhet. FRAX kan importera och exportera data i enlighet med det internationella XFRA standardformatet, liksom standard CSV och TXT-format.

**Optimerad svepinställning**

Programvaran erbjuder användaren en överträffad funktion som möjliggör snabb och effektiv provning. Traditionella SFRA system använder en logaritmisk avstånd mellan mätpunkterna. Detta resulterar i lika många testpunkter mellan 20 Hz och 200 Hz som mellan 200 kHz och 2 MHz och en relativt lång mättid.

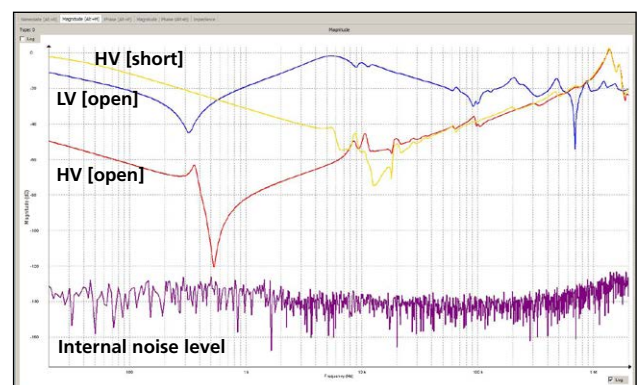
Frekvenssvaret från transformatorn innehåller några få resonanser i det låga frekvensområdet, men många resonanser vid högre frekvenser. FRAX tillåter användaren att specificera färre mätpunkter vid lägre frekvenser och tätare mätpunkter vid högre frekvenser. Resultatet är ett mycket snabbare svep med större detaljer där det behövs.

**Variabel spänning**

Den applicerade provspänning kan påverka responsen på lägre frekvenser. Vissa FRA instrument använder inte 10 V topp-till-topp som används av de flesta tillverkare och detta kan försvåra jämförelser mellan prov. FRAX standardspänningen är 10 V topp-till-topp, men FRAX tillåter användaren att justera den pålagda spänningen för att matcha den spänning som används i ett annat prov.

**Dynamiskt omfång**

Att göra korrekta mätningar i ett brett frekvensområde med hög dynamik ställer stora krav på provutrustning, testkablar och provuppkoppling. FRAX är utformad med dessa krav i åtanke. Det är robust, kan filtrera inducerade störningar och har det högsta dynamiska omfånget och noggrannheten i branschen. FRAX dynamiska område illustreras nedan där den röda kurvan är den interna brusnivån i enheten och svart kurvan är en typisk transformatormätning. Ett brett dynamiskt intervall (lågt inre brus) möjliggör noggranna mätningar på varje transformator.



Ett exempel på en transformatormätning i jämförelse med den interna brusnivån i FRAX.

**FRAX 150 MED INBYGGD PC**



FRAX 150 har en 12-tums pekskärm

<b>SPECIFIKATIONER</b>	<b>FRAX 99</b>	<b>FRAX 101</b>	<b>FRAX 150</b>
Specifikationerna gäller vid nominell ingångsspänning och en omgivande temperatur på +25°C ±5°. Specifikationerna kan ändras utan föregående meddelande.			
<b>Miljö</b>			
Användningsområde	Instrumentet är avsett att användas i mellan- och högspänningsstationer och industriella miljöer.		
Omgivningstemperatur			
Drift	-20°C till +55°C	-20°C till +55°C	-5°C till +50°C
Förvaring & transport	-20°C till 70°C		
Luftfuktighet	< 95% RH, ej kondenserande		
<b>CE-märkning</b>			
EMC	2004/108/EC		
LVD	2006/95/EC		
<b>Allmänt</b>			
DC strömförsörjning	11– 16 V DC		
Nätspänning	90 – 264 V AC, 47 – 63 Hz		
Internt batteri (tillval)	24 Wh/2,2 Ah	49 Wh/4,4 Ah (tillval)	Nej
Mått			
Instrument	250 x 169 x 52 mm		305 x 194 x 360 mm
Transportlåda	520 x 460 x 220 mm		Nej
Vikt			
Instrument	1,4 kg, 1,8 kg (med batteri)		8,5 kg
Låda och tillbehör	12 kg	15 kg	10 kg
<b>Mätbel</b>			
Testmetod	Svepfrekvens (SFRA)		
Frekvensområde	0,1 Hz – 25 MHz, kan väljas av användaren		
Frekvensupplösning	0,01%		
Frekvensnoggrannhet	0,01% (Mätfel)		
Nivåupplösning	0,001 dB		
Antal punkter	Standard 1046, upp till 32 000 punkter, valbart		
Mättid	Standard 64 s, snabb inställning, 37 s (20 Hz – 2 MHz)		
Punktavstånd	Log., linjär eller båda		
Svepinställningar	Individuella inställningar för kunddefinierade frekvensband. Linjär och logaritmisk skala eller kombination av båda		
Intern ljudnivå (medelvärde 20Hz till 2 MHz)	< -120 dB	< -140 dB	< -140 dB
Dynamiskt område <sup>1)</sup>	>130 dB	>150 dB	>150 dB
Noggrannhet (mätfel)	±0,1 dB från +10 dB ner till -40 dB, ±1 dB ner till -100 dB	±0,1 dB från +10 dB ner till -40 dB, ±0,5 dB ner till -100 dB	
IF bandbredd	Användarinställbar, standard <10%		
USB	Ja	Ja	Nej
Bluetooth	Nej	Ja	Nej
FRAX programvara för Windows 2000/XP/Vista/7/8/10	Ja	Ja	Ja
Standarder / rekommendationer	Uppfyller kraven i IEC 60076-18, IEEE C57.149-2012, CIGRE Teknisk Broschyr 342, DL / T 911-2004, samt andra internationella standarder och rekommendationer		
Detektering av jordslinga	Nej	Ja	Ja
<b>Analog utgång</b>			
Kanaler	1	1	1
Compliance spänning	20 V p-p	0,20 – 24 V p-p	0,20 – 24 V p-p
Mätspänning vid 50Ω		0,1 – 12 V p-p	0,1 – 12 V p-p

Utgångsimpedans	50 Ω
Skydd	Kortslutningsskyddad
Frekvensområde	0,1 Hz – 25 MHz
Svepriktning	Låg till hög eller hög till låg

**Analog Ingång**

Kanaler	2
Sampling	Samtidigt
Frekvensområde	0,1 Hz – 25 MHz
Ingångsimpedans	50 Ω
Samplingshastighet	100 MS/s

<b>Inbyggd PC</b>	Nej	Nej	Ja
Operativsystem	-	-	Windows XP embedded
Minne	-	-	1000 poster i internminnet Extern lagring på USB-minne

1) Dynamiskt intervall definieras från +10 dB till internt ljud i enheten

**INKLUDERADE TILLBEHÖR**



Medföljande tillbehör som visas ovan: nätkabel, jordkabel, (2) jordflåtor, (2) jordflåtor (isolerade), (2) C-klämmor, generatorkabel, mätkabel, fälttestlåda, tillbehörspåse, (2) jordflåtor med klämma och väska för mätsladdar.

**EXTRA TILLBEHÖR**



**FDB101**

FRAX demo box FDB101 är ett transformatorkit som kan användas för intern utbildning och demonstration. Den lilla transformatorn är en enfasig enhet med förmåga att simulera normala tillstånd samt feltillstånd. Öppna och kortslutna mätningar kan utföras. Enheten innehåller också två provimpedanser, en av dem likadan som användes i FTB101 fälttestlåda.



**FTB101**

Flera internationella FRA guider rekommenderar integritetskontroll av kabel och instrument före och efter ett prov med en provkrets med ett känt FRA-svar som levereras av tillverkaren av utrustningen. FRAX levereras med en fälttestlåda FTB101 som standardtillbehör och tillåter användaren att utföra denna viktiga validering i fält, när som helst, och säkra mätningens kvalitet.

**BESTÄLLNINGSGENOMGÅENHET**

Artikel	Art. Nr.
<b>FRAX-101</b>	
Med tillbehör, 18 m kabelsats	AC-19090
Med tillbehör, 9 m kabelsats	AC-19092
Med tillbehör inkl. batteri, 18 m kabelsats	AC-19091
Med tillbehör inkl. batteri, 9 m kabelsats	AC-19093
<b>FRAX-99</b>	
Med tillbehör, 18 m kabelsats	AC-29092
Med tillbehör, 9 m kabelsats	AC-29090
Med tillbehör, inkl. batteri, 18 m kabelsats	AC-29096
Med tillbehör, inkl. batteri, 9 m kabelsats	AC-29095
<b>FRAX-150</b>	
Med tillbehör, 18 m kabelsats	AC-39090
Med tillbehör, 9 m kabelsats	AC-39092
<b>Medföljande tillbehör för alla modeller</b>	
Generatorkabel	
Mätkabel	
4 x 3 m jordflätor	
2 x 0.3 m jordflätor med klämmor	
2 x C-clamp (klämma för genomföring)	
2 x G-clamp (jordklämma)	
Fälttestlåda FTB101	
Jordkabel 5 m	
Nätkabel	
FRAX programvara för Windows	
Användarmanual	
<b>Ytterligare medföljande tillbehör för FRAX 99</b>	
AC/DC adapter	
Lätt transportväska	
Tygväska (för tillbehör)	
USB-kabel	
<b>Ytterligare medföljande tillbehör för FRAX 101</b>	
AC/DC adapter	
Transportväska	
Bluetooth-adapter	
USB-kabel	
<b>Ytterligare medföljande tillbehör för FRAX 150</b>	
Tygväska (för tillbehör)	

Artikel	Art. Nr.
<b>EXTRA TILLBEHÖR</b>	
Kalibreringsats	AC-90020
FRAX demo box FDB 101	AC-90050
FRAX generator och ref kabel, 9 m	GC-30040
FRAX generator och ref kabel, 18 m	GC-30042
FRAX mätkabel, 9 m	GC-30050
FRAX mätkabel, 18 m	GC-30052
C-klämmor	GC-80010
E-klämma (enhandsklämma)	GC-80030

**Postadress**

 Megger Sweden AB  
 Box 724,  
 SE-182 17 Danderyd

 T. 08 510 195 00  
 E. seinfo@megger.com

**FRAX-series\_DS\_sv\_V08a**

 ZI-AC05S ● Doc. AC034342DS ● 2019  
 Kan ändras utan förvarning  
 Certifierat enligt ISO 9001 och 14001  
 Megger är ett registrerat varumärke

www.megger.com