

FLUKE®

80 Series V

Multimeters

Brugsanvisning

May 2004 Rev.2, 11/08 (Danish)

©2004, 2008 Fluke Corporation. All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice.

All product names are trademarks of their respective companies.

Garanti

Fluke garanterer serie 20, 70, 80, 170 og 180 digitaluniversalinstrumenter mod materiale- og fabrikationsfejl så længe instrumentet holder. Ved udtrykket "så længe instrumentet holder" forstås en periode på syv år efter Fluke ophører med at fremstille det pågældende instrument, men i alle tilfælde mindst ti år fra købsdato. Garantien omfatter hverken sikringer, engangs batterier, skade, der skyldes vanrøgt, misbrug, kontaminering, modificering, uheld og anomale driftsforhold og behandling, herunder skade ved anvendelse af instrumentet uden for dets kapacitet iht. specifikationerne eller normal slidage på mekaniske dele. Garantien gælder oprindelig køber og kan ikke overdrages.

Garantien dækker kun LCD-skærmen i ti år fra købsdato; herefter kan man, så længe instrumentet holder, få LCD-skærmen fornyet hos Fluke for et beløb, der fastsættes efter gældende indkøbspris for komponenten til den tid.

Som bevis for købsdato og at man er den oprindelige køber skal man enten udfylde og indsende returpostkortet, der følger med instrumentet, eller registrere det på webstedet <http://www.fluke.com>. Fluke vil, efter eget skøn, enten reparere gratis, ombytte eller refundere købsprisen for defekte instrumenter, der er købt hos autoriseret Fluke-forhandler til gældende international pris. Fluke forbeholder sig ret til at opkræve kunden evt. told- og importafgifter på reparation og reservedele, ifald instrumenter, der er købt i et land, indsendes til reparation i et andet land.

Krav iht. garantien rejses ved henvendelse til nærmeste autoriserede Fluke servicecenter ang. returneringsgodkendelse og indsendelse af produktet med en beskrivelse af problemet med fragt og forsikring betalt (FOB modtager) til dette autoriserede Fluke servicecenter. Fluke påtager sig intet ansvar for forsendelsesskader. Fluke betaler returnering efter reparation hhv. ombytning iht. garantien til køber. Fluke giver tilbud på reparationspris og indhenter købers samtykke inden arbejde, der ikke dækkes af garantien, udføres, og fakturerer køber for reparation og forsendelse.

GARANTIEN ER KØBERS ENESTE RETSMIDDEL. DER STILLES INGEN ANDEN, HVERKEN UDTRYKkelig ELLER UNDERFORSTÅET, GARANTI, SÅSOM FOR EGNETHED TIL GIVNE FORMÅL. FLUKE FRASKRIVER SIG ENHVER FORM FOR ERSTATNINGSPLIGT FOR SÆRLIG, INDIREKTE, TILFÆLDIG OG FØLGESKADE OG TAB, HERUNDER DATATAB, UANSET FAKTISK OG TEORETISK ÅRSAG. AUTORISEREDE FORHANDLERE HAR INGEN BEMYNDIGELSE TIL AT UDSTEDE ANDEN GARANTI PÅ FLUKES VEGNE. Da udelukkelse og begrænsning af underforstået garanti og fraskrivelse af erstatningspligt for tilfældig og følgeskade er ulovlig i visse lande og stater, gælder ovenstående begrænsning i erstatningspligt muligvis ikke alle kunder. Dersom en given betingelse i nærværende garanti bliver kendt ugyldig eller uden hævd af kompetent rets- eller anden instans, får sådan kendelse ingen indflydelse på de øvrige garantibetingelser.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
NL-5602 B.D. Eindhoven
Holland

Indholdsfortegnelse

Afsnit	Side
Indledning.....	1
Henvendelse til Fluke.....	1
Sikkerhed.....	2
Instrumentets indretning.....	6
Startalternativer.....	13
Automatisk slukning.....	13
Input Alert™ funktion.....	13
Måling.....	13
Måling af veksel- og jævnspænding.....	13
Visning uden indgangssignal på instrumenter med sand effektiv strømværdi (model 87).....	15
Lavpasfilter (på model 87).....	15
Temperaturmåling (med model 87).....	16
Gennemgangsafprøvning.....	16
Modstandsmåling.....	18
Måling af høj modstand og lækstrøm med ledeevneafprøvning.....	20
Kapacitansmåling.....	21

Diodeafprøvning	22
Måling af veksel- og jævnstrømstyrke	24
Frekvensmåling	27
Udnyttelsesforholdsmåling	29
Bestemmelse af pulsbredde	30
Blokskala	30
Zoomfunktion (startalternativ)	31
Benyttelse af zoomfunktion	31
HiRes funktion (model 87)	31
MIN MAX registrering	32
Udglatning (startalternativ)	32
AutoHOLD	34
Kompensering	34
Vedligeholdelse	35
Almindelig vedligeholdelse	35
Sikringsafprøvning	35
Batteriudskiftning	36
Sikringsudskiftning	37
Service og reservedele	37
Specifikationer	43
Måleusikkerhed	44

Skemafortegnelse

Table	Emne	Side
1.	EI-signaturer	5
2.	Indgange	6
3.	Indstillingsknap	7
4.	Tastatur	8
5.	Skærmvisning	11
6.	Funktioner og tærskelværdier ved frekvensmåling	28
7.	MIN MAX funktioner	33
8.	Reserve dele	39
9.	Tilbehør	42
10.	Måleusikkerhed i vekselspændingsfunktionerne på model 87	44
11.	Usikkerhed for vekselspændingsmålefunktioner på model 83	45
12.	Måleusikkerhed i jævnspændings-, modstands- og ledeevnemålefunktioner	46
13.	Temperaturmålingsusikkerhed på model 87	47
14.	Måleusikkerhed i strømstyrkefunktioner	48
15.	Usikkerhed i kapacitansmåling og diodeafprøvning	49
16.	Usikkerhed i frekvensmåling	49
17.	Frekvensmålingsfølsomhed og -tærskler	50
18.	Indgangsstikspecifikation	51
19.	Usikkerhed i MIN MAX registrering	52

Illustrationsfortegnelse

Figure	Emne	Side
1.	Skærmvisning (på model 87).....	11
2.	Måling af veksel- og jævnspænding	14
3.	Lavpasfilter	15
4.	Testing for Continuity.....	17
5.	Modstandsmåling	19
6.	Kapacitansmåling	21
7.	Diodeafprøvning	23
8.	Strømstyrkemåling.....	25
9.	Udnyttelsesforholdsmåling.....	29
10.	Afprøvning af sikringer.....	36
11.	Udskiftning af batteri og sikringer	38
12.	Udskiftelige dele	41

Indledning

Advarsel

Læs afsnittet "Sikkerhed", inden instrumentet tages i brug.

Beskrivelse og anvisning i nærværende brugsanvisning gælder serie V multimetre, model 83 og 87 (heri omtalt som instrumentet), medmindre andet udtrykkeligt anføres. Alle illustrationer afbilder model 87.

Henvendelse til Fluke

Man kan ringe til Fluke på følgende numre:

I USA: 1 888 443 5853

I Canada: 1 800 363 5853

I Europa: +31 402 675 200

I Japan: +81 3 3434 0181

I Singapore: +65 738 5655

I hele verden: +1 425 446 5500

Ang. service i USA: 1 888 993 5853

Ligesom man kan slå op på Flukes websted

www.fluke.com.

Garantiregistrering af instrumentet kan foretages på

register.fluke.com.

Sikkerhed

Instrumentet er i overensstemmelse med:

- EN61010-1:2001
- ANSI/ISA S82.01-2004
- CAN/CSA C22.2 NO. 1010.1:2004
- UL610101-1
- Måleinstrumentkategori III, 1000 V, forureningsgrad 2
- Måleinstrumentkategori IV, 600 V, forureningsgrad 2

"**Advarsel!**" står anført ved forhold og fremgangsmåder, der indebærer risiko for brugeren. "**Forsigtig!**" står anført ved forhold og fremgangsmåder, der indebærer risiko for beskadigelse af instrument og komponent under afprøvning.

Signaturforklaring på mærker, der er på instrumentet og her i brugsanvisningen, står i skema 1.

⚠ ⚠ Advarsel!

Overhold følgende retningslinier til forebyggelse af elektrisk stød og personskade:

- Instrumentet må kun anvendes efter anvisningerne her i brugsanvisningen, ellers bliver dets indbyggede sikkerhedsforanstaltninger virkningsløse.
- Brug aldrig instrumentet, hvis det er beskadiget. Se instrumenthuset efter, inden De bruger instrumentet. Se det efter for revner og manglende plastdele. Se især isoleringen om indgangsstikkene godt efter for defekter.
- Se efter, at batteridækslet er på plads og låseskruerne spændt, inden instrumentet bruges.
- Batteriet skal skiftes, så snart batteriindikatoren (+) kommer frem på skærmen.
- Søgeledningerne skal tages af instrumentet, inden batteridækslet tages af.
















- Se altid søgeledningerne efter for defekt isolering og blottet metal. Afprøv at der er gennemgang i søgeledningerne. Defekte søgeledninger skal udskiftes, inden instrumentet bruges.
- Der må aldrig lægges højere spænding, end der står på instrumentet, det er normeret til hverken mellem indgangsstik indbyrdes eller et stik og jord.
- Instrumentet må aldrig bruges med huset åbnet eller dækslet aftaget.
- Ved spændingsstyrke over 30 V vekselspænding effektiv strømværdi, 42 V spidsvekselspænding og 60 V jævnspænding skal der udvises største forsigtighed, da risikoen for stød i så fald er større.
- Instrumentet må kun isættes sikringstype efter forskriften her i brugsanvisningen.
- Indstil altid både funktion og måleområde passende til opgavens art, og benyt ligeledes kun de relevante indgangsstik.
- Undgå at arbejde alene.
- Strømmen skal afbrydes til kredse, inden instrumentet forbindes til strømstyrkemåling. Husk at instrumentet altid skal serieforbindes i kredse hertil.
- Forbind altid til fælleslederen først og derpå til faselederen; og omvendt, når søgeledningerne aftages, skal faselederen altid tages først af.
- Man må aldrig bruge instrumentet, hvis det ikke virker rigtigt. For så kan det være at dets indbyggede sikkerhedsforanstaltninger er virkningsløse. I tvivlstilfælde skal man få instrumentet efterset på værksted.
- Instrumentet må aldrig bruges i tilstedeværelse af eksplosionsfarlig gasart, damp og støv.
- Instrumentet må kun få strømforsyning fra et stk. 9 V batteri, der er sat korrekt i instrumenthuset.
- Der må kun benyttes foreskrevne reservedele.
- Man skal altid holde på søgeben bag fingerskærmene.
- Man må aldrig benytte lavpasfilter (ekstraudstyr) til afprøvning af tilstedeværelse af farlig spændingsstyrke. Der er altid risiko for tilstedeværelse af højere spænding end anført. Man skal først måle spændingen uden filteret til konstatering af om der er evt. er farlig spændingsstyrke til stede. Og først derpå slå filteret til.

⚠ Forsigtig!

Tag altid følgende forholdsregler, så hverken instrument eller udstyr, der afprøves, tager skade:

- Afbryd strømmen i kredsen, og aflad alle højspændingskondensatorer forud for måling af modstand, gennemgang, kondensatorkapacitet og diodeafprøvning.
- Indstil altid både funktion og måleområde passende til opgavens art, og benyt ligeledes kun de relevante indgangsstik.
- Afprøv sikringerne i instrumentet forud for strømstyrkemåling. (Jf. afsnittet "Sikringsafprøvning").

Skema 1. EI-signaturer

	Vekselstrøm		Jord
	Jævnstrøm		Sikring
	Farlig spændingsstyrke		I overensstemmelse med EU-direktiver.
	Fare. Vigtigt: Læs brugsanvisning.		I overensstemmelse med relevant Canadian Standards Association-direktiv.
	Batteri Batteriindikator.		Dobbeltisoleret
	Gennemgangsafprøvning eller gennemgangsbipsignal.		Kapacitans
CAT III	Udstyr i IEC kategori III er indrettet til at yde beskyttelse mod stødspænding i faste installationer, såsom fordelingstavler, ledere og korte forgreningskredse og belysningsinstallationer i store bygninger.	CAT IV	IEC overspændingskategori IVUdstyr i kategori IV er indrettet til at yde beskyttelse mod stødspænding i forsyningsnettet, såsom el-målere, luft- og jordstik.
	Underwriters Laboratories		Diode
	Inspiceret og godkendt af TÜV Product Services.		










Instrumentets indretning

Instrumentets funktioner beskrives kortfattet i skema 2 – 5.












Skema 2. Indgange

Stik	Beskrivelse
A	Indgang til 0 – 10,00 A strømstyrke- (20 A overbelastning i højst 30 sekunder), frekvens- og udnyttelsesforholdsmåling.
mA μA	Indgang til 0 μ A - 400 mA strømstyrke (600 mA i højst 18 timer), frekvens- og udnyttelsesforholdsmåling.
COM	Returstik til alle målingstyper
\downarrow V Ω \rightarrow	Indgang til spændings-, gennemgangs-, modstands-, diode-, kapacitans-, frekvens-, temperatur- (på model 87) og udnyttelsesforholdsmåling.

Skema 3. Indstillingsknap

Indstilling	Beskrivelse
Alle indstillinger	Modelnummeret kommer kort frem på skærmen, hver gang instrumentet tændes.
	Vekselspændingsmåling Omstilling til lavpasfilter () (på model 87) ved tryk på <input data-bbox="1042 347 1114 376" type="button" value=" "/> .
	Måling af jævnstrømspænding
	600 mV måleområde til jævnstrømspænding Temperaturmåling () (på model 87) ved tryk på <input data-bbox="970 492 1042 521" type="button" value=" "/> .
	Tryk på <input data-bbox="528 547 600 576" type="button" value=" "/> til gennemgangsafprøvning. Ω Modstandsmåling Tryk på <input data-bbox="528 645 600 674" type="button" value=" "/> til kapacitansmåling.
	Diodeafprøvning
	Vekselstrømstyrkemåling i området 0 mA – 10,00 A. Og ved tryk på <input data-bbox="1177 743 1233 773" type="button" value=" "/> jævnstrømstyrkemåling i området 0 mA – 10,00 A.
	Vekselstrømstyrkemåling i området 0 – 6000 µA Og ved tryk på <input data-bbox="608 852 679 882" type="button" value=" "/> jævnstrømstyrkemåling i området 0 – 6000 µA.






Skema 4. Tastatur

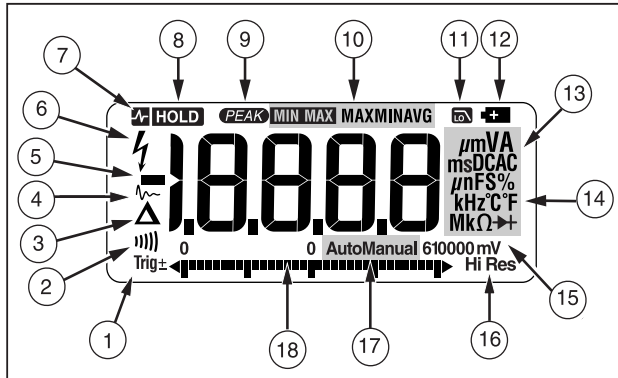
Tast	Indstilling	Beskrivelse
 (gul)	 Ω \overleftarrow{C}  \overline{mV}  \overline{V}  \overline{mA}  $\overline{\mu A}$ Start-alternativ	<p>Indstiller på kapacitansmåling.</p> <p>Indstiller på temperaturmåling (på model 87)</p> <p>Indstiller på lavpasfilter til vekselstrøm (på model 87)</p> <p>Omstilling mellem jævn- og vekselstrømstyrke.</p> <p>Omstilling mellem jævn- og vekselstrømstyrke.</p> <p>Slår automatisk slukning fra (instrumentet slukker ellers efter 30 minutters henstand af sig selv). Der står "P o F F" på skærmen til  slippes.</p>
	<p>Alle indstillinger</p> <p>Start-alternativ</p>	<p>Starter registrering af minimums- og maksimumsværdier. Får MIN, MAX, AVG (gennemsnitsværdi) og aktuel måleværdi på skærmen efter tur. Slukker MIN MAX-funktion (ved tasten holdes nede i 1 sekund).</p> <p>Åbner kalibreringsfunktionen på instrumentet med anmodning om adgangskode. Åstår "C FL" på skærmen og instrumentet går i kalibreringsfunktion. Der henvises til <i>serviceinformation til 80 serie V</i>.</p>
	<p>Alle indstillinger</p> <p> \overline{mV}</p> <p>Start-alternativ</p>	<p>Omstilling mellem måleområder i den pågældende funktion. Man skifter til automatisk områdeindstilling ved at holde tasten nede i 1 sekund.</p> <p>Omstilling mellem visning i °C og °F.</p> <p>Tænder udglatningsfunktionen på instrumentet. Der står "5 ---" på skærmen til  slippes.</p>

Skema 4. Tastatur (forts.)

Tast	Indstilling	Beskrivelse
AutoHOLD	Alle indstillinger MIN MAX registrering Frekvens-måling Start-alternativ	AutoHOLD (der hidtil hed TouchHold) fastholder indeværende måling på skærmen. Når der registreres en ny stabil måling, giver instrumentet et bip, og værdien vises på skærmen. Starter og stopper registrering uden at slette registrerede værdier. Starter og stopper frekvensmåling. Tænder alle skærmsegmenter.
☉	Alle indstillinger	Tænder skærmelysning, stiller den op og slukker den. Åbner HiRes cifervisning på model 87 ved at holde ☉ nede i 1 sekund. "HiRes" signaturen kommer på skærmen. Man stiller om til 3-1/2 ciffer visning igen ved at holde ☉ nede i 1 sekund. HiRes = 19.999
)))	Gennemgang)))Ω- MIN MAX registrering Hz, Udnyttelsesforhold: Start-alternativ	Tænder og slukker for gennemgangsbip. Omstilling mellem spids- (250 μs) og normal (100 ms) registreringstid. Omstilling mellem registrering af positiv og negativ periodedel. Slukker bippet i alle funktioner. Der står "bEE P" på skærmen til))) slippes.

Skema 4. Tastatur (forts.)

Tast	Indstilling	Beskrivelse
 (kompensering)	Alle indstillinger Start-alternativ	Lagrer aktuel måling som referenceværdi til påfølgende målinger. Målevisningen stilles på nul, og den lagrede værdi subtraheres alle påfølgende målinger. Tænder zoomfunktion på blokskala. Der står "Zr EL" på skærmen til  slippes.
	Alle indstillinger undtagen diodeafprøvning Start-alternativ	Indstilling på frekvensmåling ved tryk på  . Starter frekvensmåling. Ved fornyet tryk åbnes udnyttelsesforholdsmåling. Aktiverer instrumentets højimpedansfunktion i mV jævnspændingsmålefunktion. Der står "Hi Z" på skærmen til  slippes.



aom1_af.eps

Figur 1. Skærmvisning (på model 87)

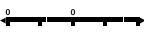
Skema 5. Skærmvisning

Nummer	Signatur	Betydning
①	±	Polaritetsindikator for analogblokskala.
	Trig±	Indikator for positiv hhv. negativ periodedelsregistrering ved frekvens- og udnyttelsesforholdsmåling.
②)	Kontinuitetsbip tændt.
③	△	Kompensering (REL) tændt.
④	⚡	Udglatning tændt.

Nummer	Tegn	Betydning
⑤	-	Betyder negativ måling. Ved indeværende indgangssignal er lavere end den værdi, der er lagret som nulpunkt.
⑥	⚡	Tilstedeværelse af højt spændingsindgangssignal. På skærmen ved indgangsspænding på 30 V og derover (både ved jævn- og vekselspænding). Kommer ligeledes frem i lavpasfilterfunktion. Kommer ligeledes frem i kalibrerings-, frekvens- og udnyttelsesforholdsfunktionerne.
⑦	⏻ HOLD	AutoHOLD tændt.
⑧	HOLD	Visningsfrysning aktiveret.
	PEAK	Spids Min Max-funktion tændt og registreringstid er på 250 μs (på model 87).
⑩	MIN MAX MAX MIN AVG	Indikatorer for minimum-maksimum registrering.
⑪	LO	Lavpasfilterfunktion (på model 87). Jf. afsnittet "Lavpasfilter" (på model 87).
⑫	+	Batteriet skal skiftes. △△ Advarsel! Man bør skifte batteriet, så snart batteriindikatoren kommer frem på skærmen, som forebyggelse mod fejlagtige målinger, der selv sagt indebærer risiko for elektrisk stød og anden personskade.

Skema 5. Skærmvisning (forts.)

Nummer	Signatur	Betydning
⑬	A, μA, mA	Ampere, mikroampere, milliampere
	V, mV	Volt, millivolt
	μF, nF	Mikrofarad, nanofarad
	nS	Nanosiemens
	%	Procent. Benyttes til udtryk af udnyttelsesforholdsmåling.
	Ω, MΩ, kΩ	Ω , M Ω , k Ω
	Hz, kHz	Hertz, kilohertz
	AC DC	Vekselstrøm, jævnstrøm
⑭	$^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{F}$	Celsius grader, Fahrenheit grader
⑮	610000 mV	Områdeindstilling
⑯	HiRes	Instrumentet står på højopløsning, HiRes = 19.999
⑰	Auto	Instrumentet står på automatisk områdeindstilling, hvor det af sig selv indstiller på måleområdet med den mest egnede måleenhed til signalets art.
	Manual	Instrumentet står på manuel områdeindstilling.

Nummer	Signatur	Betydning
⑱		Segmentantal bestemmes efter det indstillede områdes størrelse. 0 (nul) er normalt til venstre. Indgangssignalets polaritet vises på indikatoren til venstre for blokskalaen. Blokskalaen virker ikke i kapacitans-, frekvens-, temperatur- og spids min maks-funktionerne. Der henvises endvidere til afsnittet "Blokskala". Blokskalaen har desuden zoomfunktion, jf. Afsnittet "Zoomfunktion".
--	OL	Overbelastning registreret.
Skærmmeldinger		
bAtt		Skift batteriet med det samme.
d,5C		I kapacitansmålingsfunktionen betyder dette, at den aktuelle kapacitans har for høj ladning.
EEP Err		Ugyldige EEPROM data. Få instrumentet set efter.
Cal Err		Ugyldige kalibreringsdata. Kalibrér instrumentet.
L E Ad		Tilslutningsadvarsel. Kommer frem hvis søgeledninger er sat i A hhv. mA/μA indgangsstikkene, og indstillingen af omstillingsknappen ikke passer til det.
FB-Err		Ugyldig model. Få måleinstrumentet set efter.
OPEN		Der er registreret et åbent termoelement.

Startalternativer

Man indstiller startalternativ ved at holde en tast nede, mens man tænder måleren. Startalternativerne fremgår af skema 4.

Automatisk slukning

Instrumentet slukker af sig selv, hvis der går 30 minutter, uden at man stiller på omstillingsknappen eller trykker på tastaturet. Automatisk slukning er slået fra i funktionen MIN MAX registrering. Automatisk slukning kan slås fra som anvist i skema 4.

Input Alert™ funktion

Hvis der er sat søgeledning i mA/μA eller A stikket, men omstillingsknappen ikke er stillet på korrekt strømstyrkemålingsfunktion, piber instrumentet og "L E R D" blinker på skærmen som advarsel. Advarslen tjener til at hindre, at man forsøger at måle spænding, gennemgang, modstand, kapacitans og afprøve dioder med søgeledning i strømstyrkeindgangsstik.

⚠ Forsigtig!

Hvis man sætter prøvebenene (parallelt) på en kreds med strøm på, og en af prøveledningerne er sat i et stik til strømstyrkemåling, kan kredsen, der afprøves, tage skade og sikringen springe i instrumentet. Dette sker, fordi modstanden i strømstyrkestikkene i instrumentet er meget lav, og instrumentet derved fungerer som en kortslutning.

Måling

I nedenstående afsnit beskrives, hvorledes man foretager el-målinger med instrumentet.

Måling af veksel- og jævnspænding

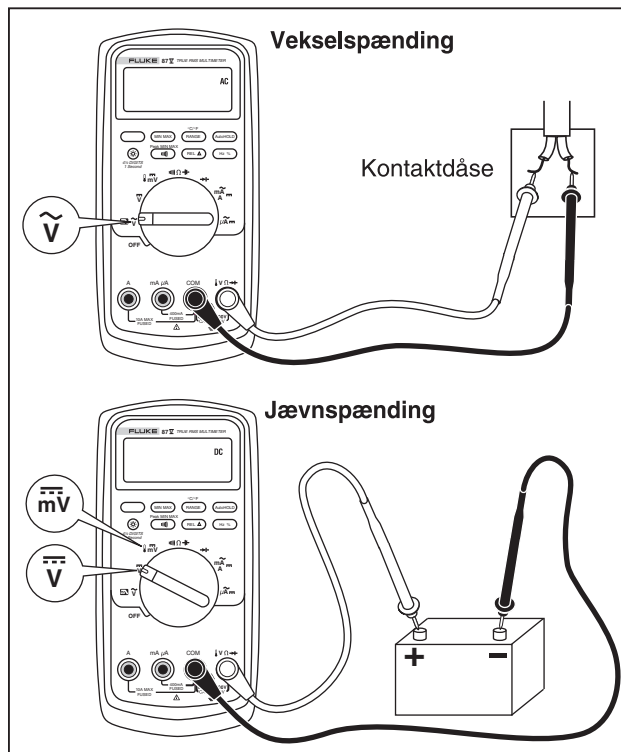
Model 87 viser sand effektiv strømværdi, der også er nøjagtig for forvrængede sinusbølger og andre bølgeformer (uden jævnstrømsomformning) som f.eks. firkantbølger, trekantbølger og trinbølger.

Instrumentet har spændingsområderne 600,0 mV, 6,00 V, 60,00 V, 600,0 V og 1000 V. Man indstiller på 600,0 mV jævnstrømsområde ved at stille omstillingsknappen på mV.

Jævn- og vekselspænding måles som anvist i fig. 2.

Når man måler spænding, virker instrumentet omtrent som en $10\text{ M}\Omega$ ($10.000.000\ \Omega$) impedans parallelforbundet med kredsen. Denne belastningseffekt kan forårsage målefejl på kredse med høj impedans. Hvis kredsimpedansen er på $10\text{ k}\Omega$ ($10.000\ \Omega$) eller mindre, er fejlen i de fleste tilfælde ubetydelig (nemlig 0,1 % eller mindre).

Man får større nøjagtighed ved måling af jævnstrømsomformning af vekselstrømspænding, når man først måler vekselstrømspændingen. Læg mærke til vekselstrømspændingsområdet, og indstil manuelt på et tilsvarende eller højere jævnstrømsmåleområde. På denne måde bliver jævnstrømsmåling mere nøjagtig, fordi indgangsbeskyttelses kredse ikke er aktiveret.



aql2f.eps

Figur 2. Måling af veksel- og jævnspænding


Visning uden indgangssignal på instrumenter med sand effektiv strøm værdi (model 87)

Instrumenter til sand effektiv strøm værdi kan måle forvrængede bølgeformer med nøjagtighed, men når søgeledningerne kortschluttes i vekselspændingsfunktionerne, har instrumentet en restvisning på 1-30. Og når søgeledningerne ikke er tilsluttet emner, kan visningen svinge frem og tilbage pga. interferens. De har ingen indvirkning på instrumentets nøjagtighed i måleområderne iht. specifikationerne.

Vi opgiver imidlertid ikke måleusikkerhed for indgangssignal som følger:

- Vekselspænding: under 3 % af 600 mV, dvs. under 18 mV
- Vekselstrømstyrke: under 3 % af 60 mA, dvs. under 1,8 mA
- Vekselstrømstyrke: under 3 % af 600 μ A, dvs. under 18 μ A

Lavpasfilter (på model 87)

Model 87 har indbygget lavpasvekselstrømsfilter. Man aktiverer lavpasfilterfunktionen (📺) til måling af vekselspænding og -frekvens ved at trykke på . Instrumentet måler fortsat i den indstillede vekselstrømsfunktion, men signalet ledes nu gennem et filter, der blokerer uønsket spænding over 1 kHz, jf. fig. 3. Spænding med lavere frekvens passerer med højere måleusikkerhed til måling under 1 kHz. Lavpasfiltere kan forbedre måling af sammensatte sinusbølger, der typisk

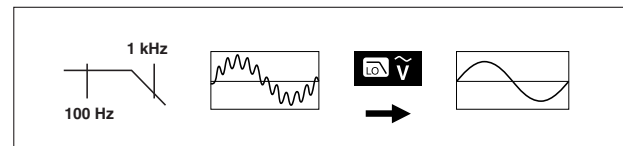
udvikles af vekselrettere og motordrev med variabel frekvens.

⚠️ ⚠️ Advarsel!

Man bør aldrig benytte lavpasfilterfunktionen til konstatering af tilstedeværelse af farlig spændingsstyrke for at forebygge stød og personskaade. Der er altid risiko for tilstedeværelse af højere spænding end anført. Man skal altid først måle spændingen uden filter til konstatering af, om der evt. er farlig spændingsstyrke til stede. Og først derpå slå filteret til.

Bemærk


Instrumentet går automatisk på manuel funktion ved indstilling på lavpasfilter. Man skal derfor indstille på relevant måleområde på RANGE-tasten. Automatisk områdeindstilling virker ikke i lavpasfilterfunktion.



aom11f.eps

Figur 3. Lavpasfilter

Temperaturmåling (med model 87)

Instrumentet kan måle temperatur med et type K termoelement (der følger med). Omstilling mellem måling efter Celsius (°C) og Fahrenheit (°F) skala foretages ved at trykke på .

Forsigtig!



Til forebyggelse af skade på instrument og andet udstyr skal man huske på, at selvom instrumentet har nominel kapacitet til -200,0 – +1090,0 °C (-328,0 – 1994,0 °F), er det medfølgende type K termoelement kun normeret til 260 °C. Så til temperaturmåling udover det område, skal man anskaffe andet passende termoelement.

Skærmen kan vise - 200,0 – 1090,0 °C (- 328,0 – 1994,0 °F). Målinger uden for dette område vises med **OL** på skærmen. Når der ikke er et termoelement tilsluttet, står der også **OPeN** (afbrudt) på skærmen for måleinstrumenter med et serienummer over 90710501 og **OL** for måleinstrumenter med et serienummer under 90710501.

Bemærk

Tag måleinstrumentet ud af hylstret for at finde serienummeret. Serienummeret er bag på måleinstrumentet.

Man måler temperatur på følgende måde:

1. Forbind et type K termoelement til **COM** og $\downarrow V \Omega \rightarrow$ indgangstikkene på instrumentet.
2. Sæt omstillingsknappen på $\downarrow mV$.
3. Åbn temperaturmåling ved at trykke på -tasten.
4. Stil på Celsius- hhv. Fahrenheit-skala ved at trykke på -tasten efter ønske.


Gennemgangsafprøvning

Forsigtig!

Man skal slukke strømmen i kredsen og aflade alle højspændingskondensatorer forud for gennemgangsafprøvning, så instrument og kreds, der afprøves, ikke tager skade.

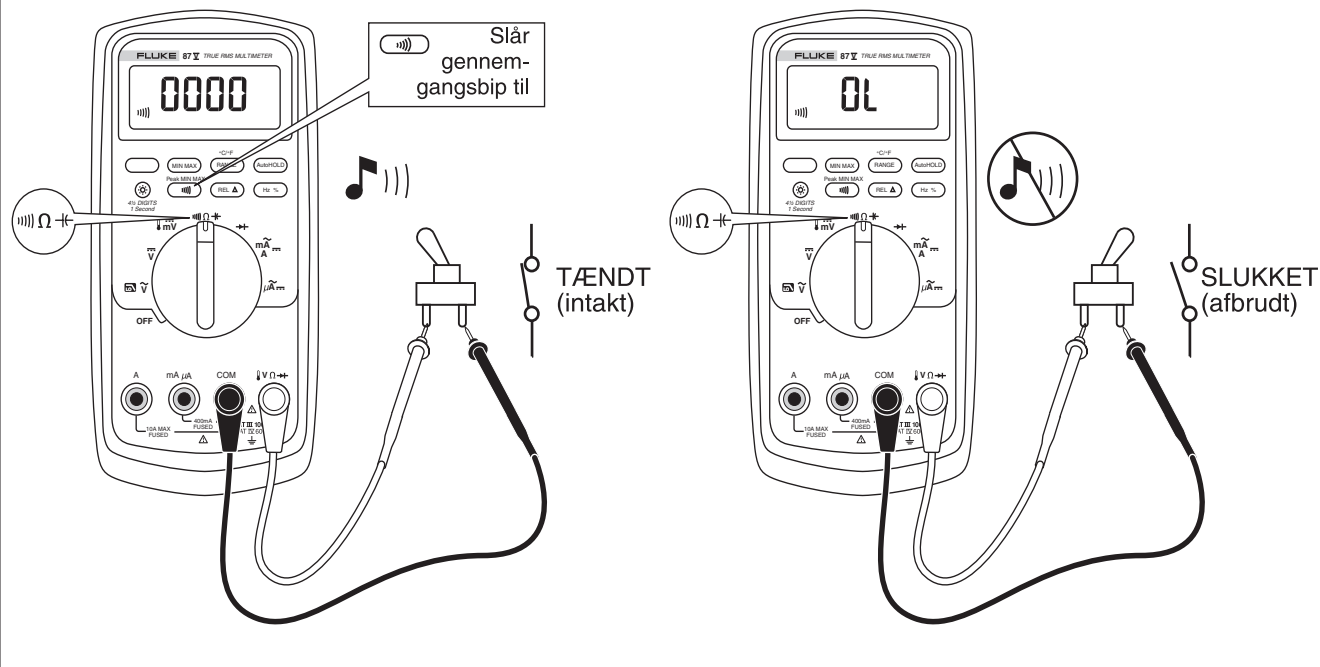
Instrumentet bipper hele tiden i gennemgangsafprøvningsfunktionen, når kredsen er i orden. Man kan således hurtigt afprøve for gennemgang uden man behøver se på skærmen i kraft af bippet.

Instrumentet skal indstilles til gennemgangsafprøvning som vist i fig. 4.

Man tænder og slukker for bippet i gennemgangsfunctioenen ved at trykke på -tasten.

Gennemgangsfunctioenen kan registrere sporadisk afbrydelse og kortslutning af så kort varighed som 1 ms. En kortvarig kortslutning får instrumentet til at give et kort bip.

Strømmen i kredsen skal afbrydes til måling på kredsen.



Figur 4. Gennemgangsafprøvning

aq14f.eps

Modstandsmåling

⚠ Forsigtig!

Man skal slukke for strømmen i kredsen og aflade alle højspændingskondensatorer, forud for modstandsmåling, så instrument og kredse, der afprøves, ikke tager skade.

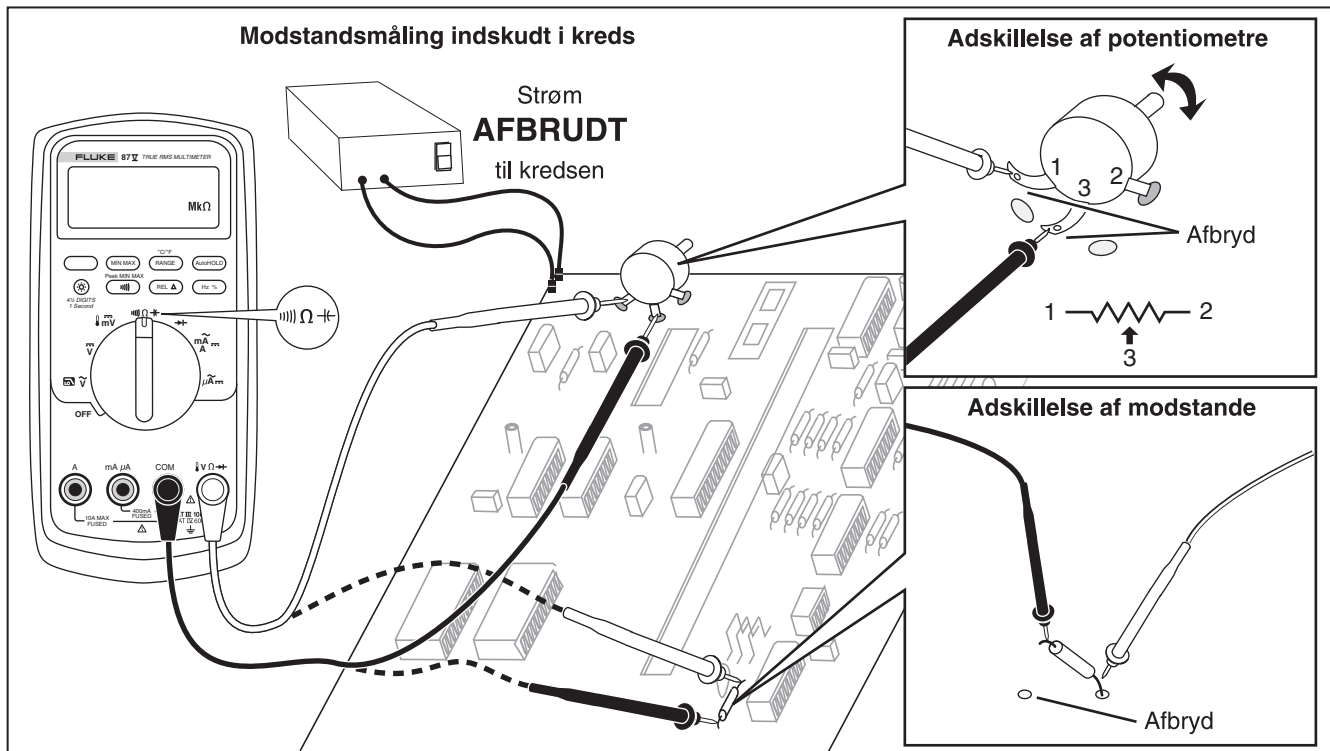
Instrumentet måler modstand ved at sætte en lille strømstyrke på kredsen. Da denne strøm går gennem alle mulige stier mellem søgebenene, viser modstandsmålinger den samlede modstand i samtlige stier mellem søgebenene.

Instrumentet har følgende modstandsmåleområder:
600,0 Ω , 6,000 k Ω , 60,00 k Ω , 600,0 k Ω , 6,000 M Ω og 50,00 M Ω .

Instrumentet skal indstilles til modstandsmåling som vist i fig. 5.

Tip om modstandsmåling:

- Den målte modstand på en resistor i en kredse afviger ofte fra dens nominelle modstand.
- Søgeledningernes modstand kan give fejl på 0,1 - 0,2 Ω ved modstandsmåling. Man kan afprøve søgeledningerne ved at sætte dem mod hinanden og aflæse modstanden. Man kan i givet fald benytte kompensering (REL) til at subtrahere denne modstand automatisk.
- I visse tilfælde kan modstandsmålingsfunktionen afgive høj nok spænding til at silicium diode- og transistorovergange forspændt i lederretningen bliver ledende. Har man mistanke om, at dette er tilfældet, skal man sætte den mindre strøm i næste højere område på kredsen ved at trykke på **RANGE**-tasten. Hvis målingen da er højere, skal man regne med den højere værdi, jf. skema 18.




Figur 5. Modstandsmåling

aqtf.eps

Måling af høj modstand og lækstrøm med ledeevneafprøvning

Ved ledeevne, der er det omvendte af modstand, forstås en kreds evne til at føre strøm. Høj ledeevne svarer til lav modstand.

Instrumentets 60 nS måleområde måler ledeevne i nanosiemens (1 nS = 0,000000001 siemens). Da så lav ledeevne svarer til meget høj modstand, kan man måle komponentmodstand på op til 100.000 MΩ, (idet 1 nS = 1.000 MΩ).

Man måler ledeevne ved at indstille instrumentet til modstandsmåling som vist i fig. 5, og så trykke på -tasten til nS signaturen kommer på skærmen.

Tip om ledeevnemåling:

- Måling af høj modstand har tendens til modtagelighed for el-støj. Man kan udglatte de fleste støjbehæftede målinger ved at åbne MIN MAKS registrering og så stille på gennemsnitsvisning (AVG).
- Det er normalt, at der er en rest-ledeevnevisning, efter søgeledningerne er aftaget emnet. Man får derfor mere nøjagtig visning ved at benytte kompensering (REL) til subtraktion af rest-værdien.

Kapacitansmåling

⚠ Forsigtig!

Man skal slukke for strømmen i kredsen og aflade alle højspændingskapacitanser forud for kapacitansmåling, så instrumentet og udstyret, der afprøves, ikke tager skade. Man kan benytte jævnstrømspændingsfunktionen til at konstatere, om kapacitansen er afladet.

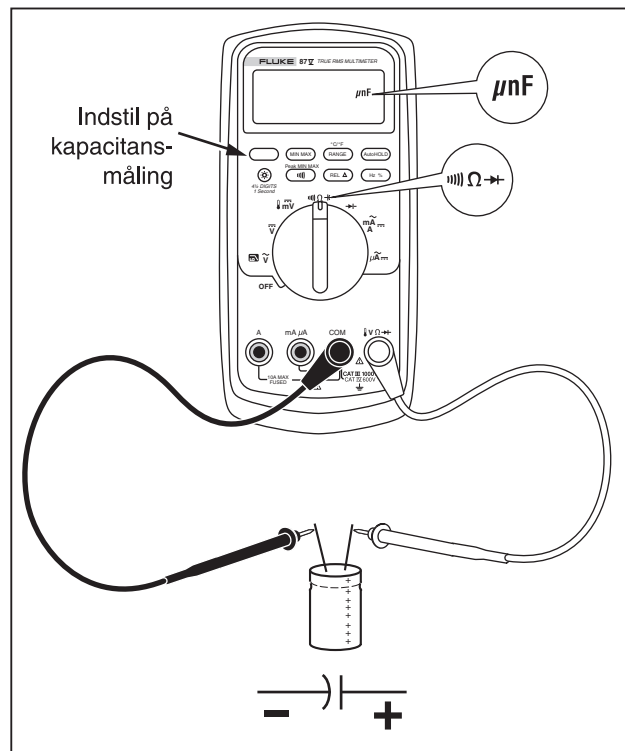
Instrumentet har følgende kapacitansmåleområder:
10,00 nF, 100,0 μ F, 1,000 μ F, 10,00 μ F, 100,0 μ F og 9999 μ F.

Instrumentet skal indstilles som vist i fig. 6 til kapacitansmåling.

Man kan øge visningsnøjagtigheden ved måling af værdier under 1000 nF ved at benytte kompensering (REL), så instrumentets og søgeledningernes restkapacitans subtraheres automatisk.

Bemærk

Der står "diSC" på skærmen, ifald den aktuelle kapacitans har for høj ladning.



aq10f.eps

Figur 6. Kapacitansmåling

Diodeafprøvning

⚠ Forsigtig!

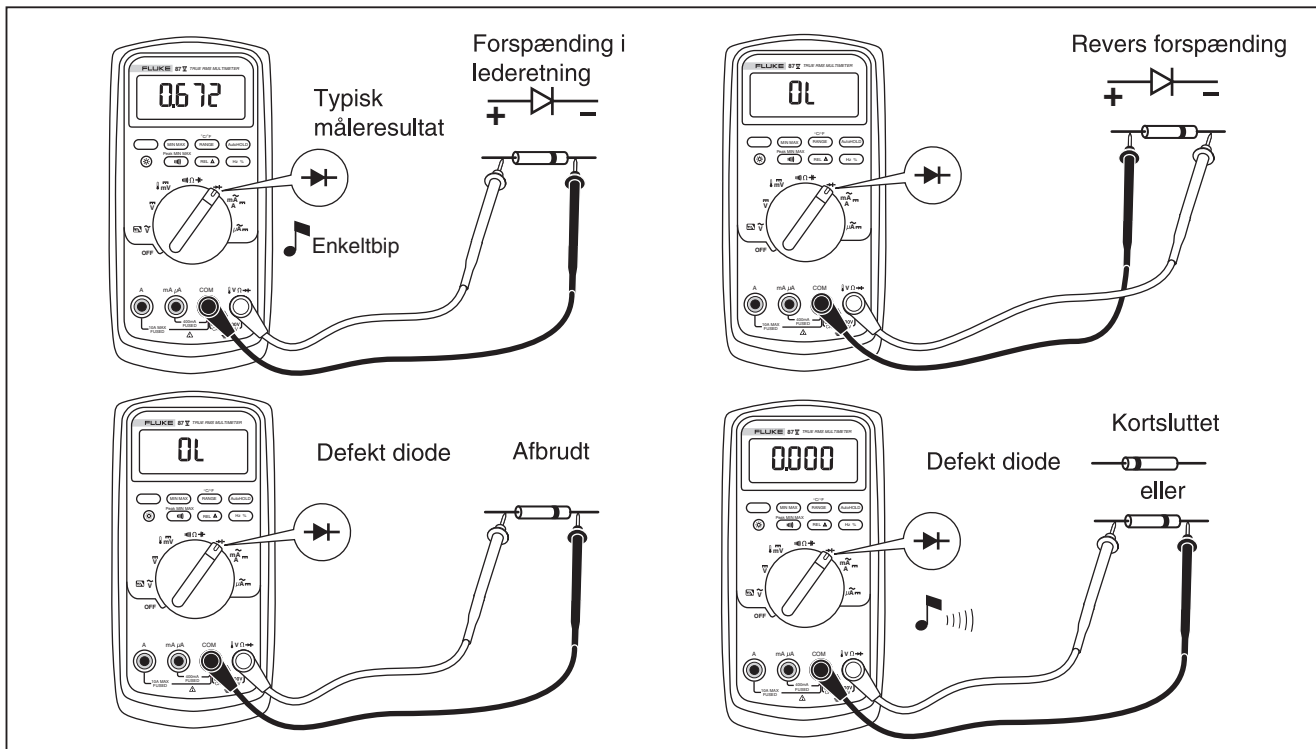
Man skal slukke for strømmen i kredsen og aflade alle højspændingskapacitanser forud for diodeafprøvning, så instrument og udstyr, der afprøves, ikke tager skade.

Man benytter diodeafprøvningsfunktionen til at afprøve dioder, transistorer, siliciumstyrede ensrettere og lignende halvlederkomponenter. Funktionen afprøver halvlederovergange ved at sætte en vis strøm på og derpå måle spændingsfaldet i overgangen. Intakte siliciumhalvledere har spændingsfald på 0,5 – 0,8 V.

Instrumentet indstilles som vist i fig. 7 til afprøvning af dioder, der er taget af kredse. Til direkte forspændingsmåling på halvlederkomponenter, sættes den røde søgeledning på komponentens positive pol og den sorte på den negative pol.

Intakte dioder, der sidder i kredse, skal også give en direkte forspændingsmåling på 0,5 – 0,8 V; mens invers forspændingsværdi varierer efter modstanden i andre stier mellem søgebenene.

Instrumentet giver et kort bip, hvis dioden er intakt (< 0,85 V). Og fortsat bippen, hvis målingen er $\leq 0,100$ V. Sådant resultat er tegn på kortslutning. Der står "OL" på skærmen, hvis dioden er defekt.



Figur 7. Diodeafprøvning

aqf9f.eps

Måling af veksel- og jævnstrømstyrke

⚠ ⚠ Advarsel!

Man må aldrig måle strømstyrke i kredse med over 1000 V til jord pga. risiko for person- og instrumentskade, hvis sikringen springer under målingen.

⚠ Forsigtig!

Tag altid følgende forholdsregler, så hverken instrument eller udstyr, der afprøves, tager skade:

- Afprøv sikringerne i instrumentet forud for strømstyrkemåling.
- Indstil altid både funktion og måleområde passende til opgavens art, og benyt ligeledes kun de relevante indgangsstik.
- Søgebenene må aldrig parallelforbindes med en kreds eller komponent, når prøveledninger er sat i stikkene til strømstyrkemåling.

Instrumentet skal serieindskydes i kredsen til måling af strømstyrke.

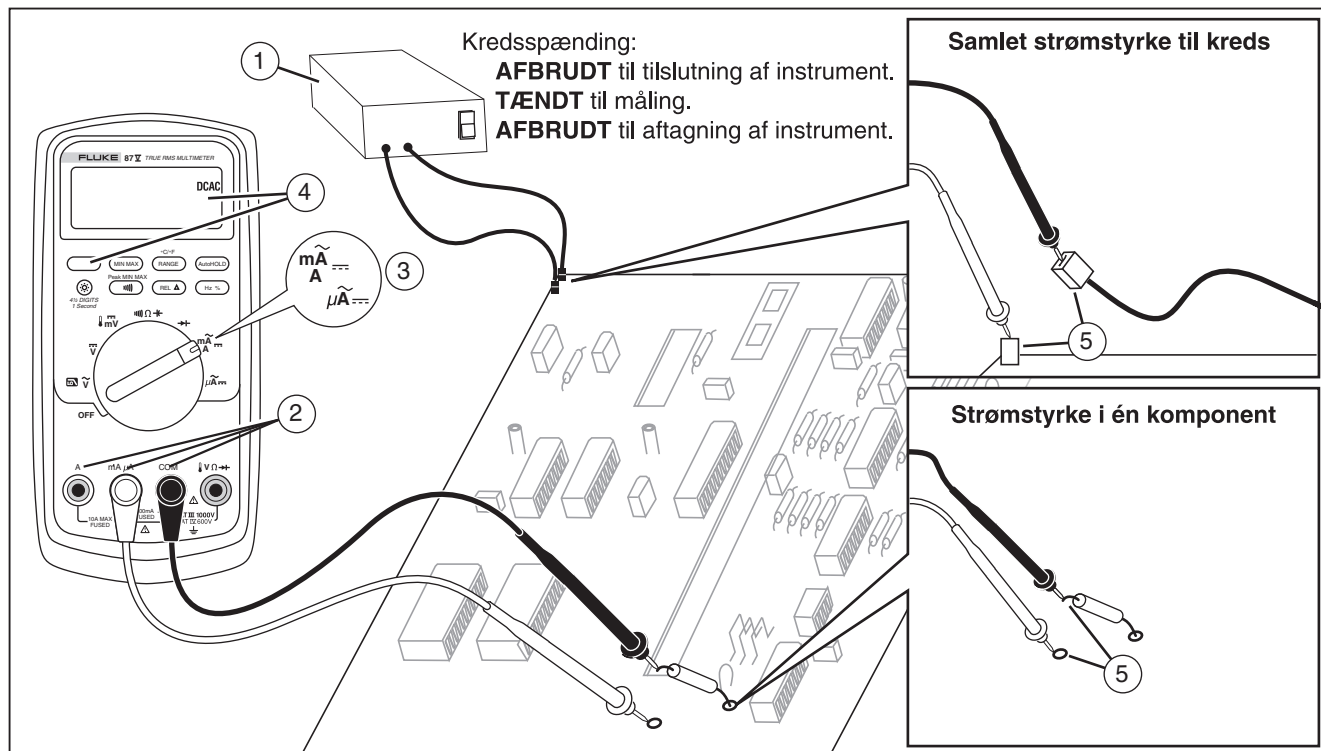
Instrumentet har følgende strømstyrkemåleområder: 600,0 μ A, 6000 μ A, 60,00 mA, 400,0 mA, 6000 mA og 10 A. Vekselstrømstyrke vises som effektiv strømværdi.

Strømstyrkemåling foretages som vist i fig. 8 på følgende måde:

1. Sluk for strømmen i kredsen. Aflad alle højspændingskapacitanser.
2. Sæt den sorte prøveledning i **COM**-stikket. Den røde prøveledning sættes i **mA/ μ A**-stikket til måling af strømstyrke på 6 – 400 mA. Til måling af strømstyrke over 400 mA sættes den røde prøveledning i **A**-stikket.


Bemærk

*Sæt kun prøveledningen i **mA/ μ A**-stikket, hvis De er sikker på, at strømstyrken er under 400 mA uafbrudt og under 600 mA i højst 18 timer, så 400 mA sikringen i instrumentet ikke springer.*



Figur 8. Strømstyrkemåling

aq17f.eps

3. Når man benytter **A**-stikket, skal indstillingsknappen stilles på mA/A; og når man benytter **mA/μA**-stikket, skal den stilles på μA til strømstyrke under 6000 μA (6 mA) og på mA/A til strømstyrke over 6000 μA.
4. Tryk på  til måling af jævnstrømstyrke.
5. Stik ind på kredsen, der skal måles på. Sæt det sorte søgeben på den mest negative side af indskuddet, og det røde søgeben på den mest positive side af indskuddet. Omvendt tilslutning resulterer i negativ instrumentvisning, men skader ikke instrumentet.
6. Tænd for strømmen til kredsen, og aflæs resultatet på skærmen. Husk at se efter måleenhedstypen til højre på skærmen (μA, mA eller A).
7. Sluk for strømmen til kredsen igen og aflad alle højspændingskapacitanser. Tag instrumentet af kredsen, og genetablér den til normal drift.




Tip om strømstyrkemåling:

- Hvis strømstyrkemålinger viser 0, og De er sikker på, at instrumentet er korrekt indstillet og forbundet, skal De afprøve sikringerne i instrumentet som anvist i afsnittet "Sikringsafprøvning".
- Amperemetre påfører selv kredsen et mindre spændingsfald, der kan have indflydelse på kredsens funktion. Man kan beregne denne belastningsspænding efter de opførte værdier i skema 14.

Frekvensmåling

Instrumentet måler frekvens i spændings- og strømstyrkesignaler ved at tælle det antal gange bølgen passerer en given tærskel i sekundet.

Tærskelværdier og funktion mht. frekvensmåling i måleområderne til spændings- og strømstyrkemåling på instrumentet fremgår af skema 6.

Frekvensmåling foretages ved først at forbinde instrumentet til signalkilden og så trykke på . Udløsningspunktet omstilles mellem + og - ved tryk på -tasten, og den aktuelle indstilling vises med signatur til venstre på skærmen (jf. fig. 9 i afsnit "Udnyttelsesforholdsmåling"). Man starter og stopper frekvensmåling ved tryk på -tasten.

Instrumentet indstiller automatisk på et af dets fem frekvensmåleområder: 199,99 Hz, 1999,9 Hz, 19,999 kHz, 199,99 kHz samt over 200 kHz. Visningen ajourføres i takt med indgangssignalfrekvensen ved frekvens under 10 Hz. Visningen kan være ustabil ved frekvens under 0,5 Hz.

Tip om frekvensmåling:

- Hvis instrumentet viser 0 Hz, og hvis visningen er ustabil, kan det skyldes indgangssignalet ligger under eller meget nær tærskelværdien. Man kan almindeligvis blive af med disse problemer ved at stille om på et lavere måleområde, hvor instrumentets følsomhed er større. I \bar{V} funktionen har de lave måleområder også lave tærskelværdier.
- Hvis målingen ser ud til at give et multiplum af den frekvens, man forventer, kan det skyldes, at indgangssignalet er forvrænget. Forvrængning kan forårsage flerdobling af frekvenstællingsudløsningen. Dette problem kan løses ved at indstille på et højere spændingsområde, hvor instrumentets følsomhed er mindre. Man kan også prøve at stille om på et jævnstrømsområde, hvor udløsningstærsklen sættes op. I almindelighed gælder det, at den laveste frekvens, der vises, er den korrekte måling.


Skema 6. Funktioner og tærskelværdier ved frekvensmåling

Funktion	Område	Ca. udløsningsværdi	Typisk anvendelse
\tilde{V}	6 V, 60 V, 600 V, 1000 V	$\pm 5\%$ af område	De fleste signaltyper.
\tilde{V}	600 mV	± 30 mV	Højfrekvente 5 V logiksignaler. (Jævnstrømskoblingen i \tilde{V} funktionen kan dæmpe højfrekvente logiksignaler, så amplituden reduceres så meget, at tællingsudløsning forstyrres).
$m\bar{V}$	600 mV	40 mV	Der henvises til tip om måling ovenfor.
\bar{V}	6 V	1,7 V	5 V logiksignaler (TTL).
\bar{V}	60 V	4 V	Kontaktsignaler i biler.
\bar{V}	600 V	40 V	Der henvises til tip om måling ovenfor.
\bar{V}	1000 V	100 V	
Ω \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow	Frekvensmålingskarakteristik opgives ikke for disse funktioner.		
$A\sim$	Alle områder	$\pm 5\%$ af område	Vekselstrømstyrkesignaler.
$\mu A\rightleftharpoons$	600 μ A, 6000 μ A	30 μ A, 300 μ A	Der henvises til tip om måling ovenfor.
$mA\rightleftharpoons$	60 mA, 400 mA	3,0 mA, 30 mA	
$A\rightleftharpoons$	6 A, 10 A	0,30 A, 3,0 A	

Udnyttelsesforholdsmåling

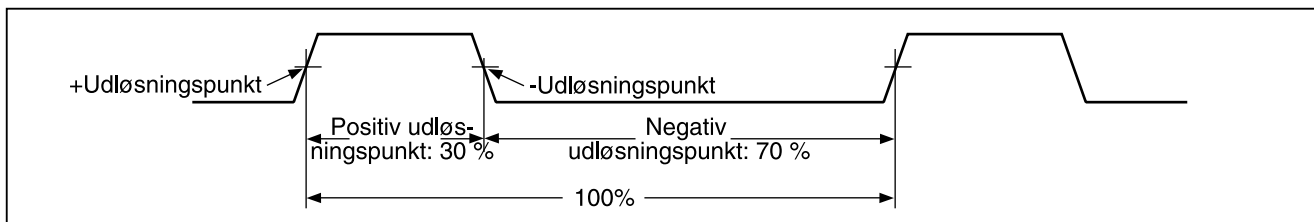
Ved udnyttelsesforhold (udnyttelsesfaktor) forstås den procentdel af tiden, et signal ligger over eller under en given tærskelværdi i en svingningsperiode (jf. fig. 9). Udnyttelsesforholdsmålingsfunktionen er særligt udviklet til måling af den tid, logik- og kontaktsignaler er tændt og slukket. Elektroniske brændstofindsprøjtninger og kontaktomformere styres f.eks. af pulser med varierende bredde, der kan efterses ved at måle udnyttelsesforholdet.

Instrumentet indstilles først til frekvensmåling, hvorpå man trykker på Hz-tasten én gang til til udnyttelsesforholdsmåling. Og ligesom i

frekvensmålingsfunktionen kan man indstille målere registreringspunktet ved tryk på -tasten.

Man skal bruge 6 V jævnstrømsområde til 5 V logiksignaler. Man skal bruge 60 V jævnstrømsområde til 12 V kontaktsignaler i biler. Og man skal bruge det laveste område, hvor der ikke forekommer adskillige udløsninger, til sinusbølger. (Signaler uden forvrængning kan normalt have amplitude op til ti gange så stor som det indstillede spændingsområde).

Hvis en udnyttelsesforholdsmåling er ustabil, kan man trykke på MIN MAX-tasten og derpå rulle til gennemsnitsvisning (AVG).





Figur 9. Udnyttelsesforholdsmåling

iy3f.eps

Bestemmelse af pulsbredde

Man kan bestemme tidsrummet, et signal er lavt eller højt for periodiske bølgeformer (dvs. bølger hvis form gentages med fast tidsinterval) på følgende måde:

1. Mål signalets frekvens.
2. Tryk på  -tasten én gang til for at måle signalets udnyttelsesforhold. Tryk derpå på  -tasten til indstilling til måling af enten signalets positive eller negative puls, (jf. fig. 9).
3. Herefter bestemmes pulsbredden efter følgende formel:

$$\text{Pulsbredde (i sekunder)} = \frac{\% \text{ udnyttelsesforhold} : 100}{\text{Frekvens}}$$

Blokskala

Blokskalaen fungerer ligesom visere på analoginstrumenter, men uden oversving. Blokskalaen ajourføres 40 gange i sekundet. Da blokskalaen således reagerer 10 gange hurtigere end digitalvisningen, er den velegnet til spids- og nuljustering og til holde øje med hastigt varierende indgangssignaler. Blokskalaen kommer ikke på skærmen til kapacitans-, frekvens- og temperaturmåling og ej heller til spids min maks-registrering.



Det lysende segmentantal viser måleværdien i forhold til det indstillede områdes størrelse.

Hovedinddelingerne på skalaen står for eksempel i 60 V området for 0, 15, 30, 45 og 60 V. Og ved et indgangssignal på -30 V, tændes minustegnet og segmenterne hen til midten af skalaen.

Blokskalaen har desuden zoomfunktion, jf. Afsnittet "Zoomfunktion".


Zoomfunktion (startalternativ)



Indstilling til zoom på blokskala foretages på følgende måde:

1. Hold  nede, mens instrumentet tændes. Så står der "REL" på skærmen.
2. I kompensering ved at trykke på  igen.
3. Nu er skalaens midtpunkt nulpunkt, og dens følsomhed er tidoblet. Målingsværdier, der er negative i forhold til den lagrede referenceværdi, tænder segmenter til venstre for midten, og måleværdier der er positive tænder segmenter til højre for midten.


Benyttelse af zoomfunktion


Man kan justere nul- og spidsværdier hurtigt og nøjagtigt med kompensering og zoomfunktionens højere følsomhed på blokskalaen.

Instrumentet stilles på den ønskede funktion til indstilling af nulværdi; kortslut søgeledningerne, tryk på  tasten, og sæt derpå søgeledningerne på kredsen, der skal afprøves. Indstil kredsens variable komponent, så der står nul på skærmen. Således er det kun segmentet midt på zoomblokskalaen, der er tændt.

Instrumentet stilles på den ønskede funktion til indstilling af spidsværdi; sæt så prøveledningerne på kredsen, der skal afprøves, og tryk derpå på  tasten. Så står der nul på skærmen. I takt med at De indstiller en positiv hhv. negativ spidsværdi, øges blokskalaen til højre hhv. venstre for midten (nul). Hvis områdeoverskridelsestegnet (◀ ▶) kommer på skærmen, skal man indstille en ny nulværdi ved at trykke på -tasten to gange; hvorpå man kan fortsætte indstillingen.

HiRes funktion (model 87)

Man stiller model 87 på højopløsnings- 4-1/2 cifferfunktion (HiRes) ved at holde -tasten nede i 1 sekund. Måleresultater vises nu med 10 gange normal opløsning, dog højest som 19.999. Højopløsningsfunktionen virker i alle funktioner undtagen kapacitans-, frekvens- og temperaturmåling og 250 μs (spids) MIN MAX registrering.

Man stiller om til 3-1/2 cifferfunktion igen ved at holde  nede i 1 sekund.

MIN MAX registrering

MIN MAX funktionen registrerer minimum og maksimum indgangssignaler. Falder indgangssignalet under den hidtidigt registrerede minimums-, hhv. overstiger den hidtidigt registrerede maksimumsværdi, bipper instrumentet og gemmer den ny værdi. Man benytter denne funktion til at registrere sporadiske målinger, maksimumsmålinger mens man ikke er til stede, og til registrering af målinger mens man kører udstyret, der afprøves, og ikke kan aflæse instrumentet. MIN MAX funktionen kan også beregne gennemsnittet af alle måleværdier, der er registreret siden MIN MAX funktionen blev tændt. MIN MAX funktionen benyttes som anvist i skema 7.

Ved reaktionstid forstås det tidsrum, et indgangssignal skal vare, for at der registreres en ny værdi. Med kort reaktionstid registreres kortvarige udsving, men med mindre nøjagtighed. Når man stiller om på reaktionstiden, slettes alle registrerede værdier. Model 83 har reaktionstid på 100 millisekunder, og model 87 har både 100 millisekunder og 250 μ s (spids) reaktionstid. Reaktionstiden på 250 μ s vises med "**PEAK**" på skærmen.

Reaktionstid på 100 millisekunder egner sig bedst til registrering af spændingsstød i el-forsyning, stødstrøm og til at finde sporadiske fejl.

Den sande gennemsnitsværdi (AVG), der vises med 100 ms reaktionsregistreringstid, er integralet af samtlige registreringer siden, der blev tændt for registrering (idet evt. overbelastning dog ikke indregnes).

Gennemsnitsværdien er velegnet til udglatning af ustabile indgangssignaler, beregning af strømforbrug og til at anslå den procentdel af tiden den givne kreds er aktiv.


Min Max funktionen registrerer kun de højeste og laveste værdier af over 100 ms varighed i signalet.

Og spidsregistrering tilsvarende værdier af over 250 μ s varighed.






Udglatning (startalternativ)

Hvor det drejer sig om meget hurtigt skiftende indgangssignaler, kan man få mere stabil visning på skærmen med udglatningsfunktionen.

Udglatning indstilles på følgende måde:

1. Hold **RANGE** nede, mens instrumentet tændes. Der står "5---" på skærmentil **RANGE** slippes.
2. Så kommer signaturen () frem til venstre på skærmen som indikator på, at udglatningsfunktionen er tændt.


Skema 7. MIN MAX funktioner

Tast	MIN MAX funktion
	<p>Åbner MIN MAX registrering. Instrumentet er låst i det måleområde, MIN MAX funktionen åbnes i. (Dvs. man skal indstille målingstype og måleområde, inden MIN MAX åbnes). Instrumentet bipper hver gang, der registreres en ny minimum- maksimumværdi.</p>
 (mens instrumentet er i MIN MAX funktion)	<p>Ruller gennem visning af værdierne for minimum (MIN), maksimum (MAX) og gennemsnit (AVG).</p>
 PEAK MIN MAX	<p>Model 87: Indstil på enten 100 ms eller 250 μs reaktionstid. Reaktionstid på 250 μs vises med "PEAK" på skærmen. Lagrede værdier slettes. Når man benytter 250 μs reaktionstid, kan instrumentet ikke vise aktuel værdi og gennemsnitsværdi (AVG).</p>
	<p>Standser registrering uden at slette lagrede værdier. Registrering startes igen ved at trykke en gang til.</p>
 (holdes nede i 1 sekund)	<p>Afslutter MIN MAX funktion. Lagrede værdier slettes. Instrumentet forbliver på det indstillede måleområde.</p>




AutoHOLD

⚠ ⚠ Advarsel!

Som forebyggelse af stød og personskade må AutoHOLD-funktionen aldrig benyttes til at konstatere, at der ikke er strøm på kredse. AutoHOLD-funktionen kan ikke registrere ustabile og støjbehæftede signaler.

AutoHOLD-funktionen fastholder den aktuelle måling på skærmen. Når der registreres en ny stabil måling, giver instrumentet et bip, og værdien vises på skærmen. Man åbner og afslutter AutoHOLD-funktionen ved at trykke på -tasten.

Kompensering

Når man tænder for kompensering () , stiller instrumentet visningen på nul og lagrer den aktuelle måleværdi som nulpunkt for efterfølgende målinger. Instrumentet er låst i det måleområde, som kompensering () åbnes i. Man afslutter kompensering ved at trykke på  igen.

I kompenseringsfunktionen er den viste værdi altid lig forskellen mellem den aktuelle måleværdi og den værdi, der er gemt som nulværdi. Hvis f.eks. den gemte nulværdi er 15,00 V, og den aktuelle måling er på 14,10 V, vises -0,90 V på skærmen.

Vedligeholdelse

Advarsel

Som forebyggelse mod stød og personskade bør al service og reparation udover som anvist her i brugsanvisningen udføres af fagtekniker som beskrevet i publikationen *80 Series V Service Information*.

Almindelig vedligeholdelse

Man skal jævnligt gøre instrumenthuset rent med en fugtig klud og mildt vaskemiddel; der må aldrig bruges skure- og opløsningsmidler.

Snavs og fugt i stikkene kan påvirke måling og fejlagtigt udløse indgangsalarmen. Man gør stikkene rene på følgende måde:

1. Sluk instrumentet og tag søgeledningerne af.
2. Ryst evt. løst skidt ud af stikkene.
3. Dyb en ny vatpind i et rense- og olieringsmiddel (såsom WD-40). Rens stikkene med vatpinden. Smøremidlet isolerer stikkene mod fugtfremkaldt aktivering af indgangsalarmen.

Sikringsafprøvning

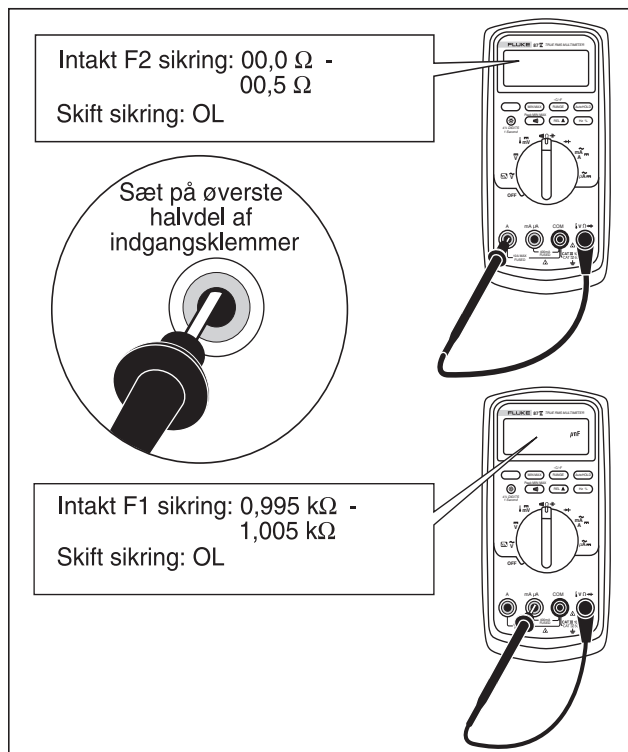
Instrumentet piber og beskeden "L E f d" blinker på skærmen, når der er sat en søgeledning enten i mA/μA eller A stikket, og omstillingsknappen samtidig står på den anden funktion end strømstyrkemålefunktionerne, hvis sikringen på det strømstyrkeindgangsstik er intakt. Hvis instrumentet ikke piber og "L E f d" ikke blinker på skærmen, er sikringen sprunget og skal skiftes. Der henvises til sikringsforskrift i skema 8.

Afprøvning af sikringsstand:

Afprøv den relevante sikring, som vist i fig. 10, forud for strømstyrkemåling. Dersom afprøvningen giver anden visning end de foreskrevne, skal instrumentet efterses.

Advarsel!

Man skal altid tage søgeledninger af og afbryde indgangssignaler som forebyggelse mod stød og tilskadecomst ved udskiftning af batterier og sikringer. Ligeledes til forebyggelse af instrument- og personskade må sikringer KUN udskiftes med den foreskrevne type, dvs. den størrelse (ampere, spænding og hastighed), der er anført i skema 8.



aqf5f.eps

Figur 10. Afprøvning af sikringer

Batteriudskiftning

Batteriet skal udskiftes med et 9 V batteri (type: NEDA A1604, 6F22 eller 006P).

⚠ ⚠ Advarsel!

Man bør skifte batteriet, så snart som batteriindikatoren (🔋) kommer frem på skærmen, som forebyggelse mod fejlagtige målinger, der selvsagt indebærer risiko for elektrisk stød og anden personskade. Instrumentet virker ikke, før batteriet er skiftet, hvis der står "batt" på skærmen.

Batteriet skiftes på følgende måde, jf. fig. 11:

1. Sluk instrumentet på indstillingsknappen (OFF), og tag søgeledningerne ud af stikkene.
2. Løsn de 3 skruer i batteridækslet en kvart omgang med en skruetrækker; tag batteridækslet af.
3. Skift batteriet og sæt dækslet på igen. Spænd dækselskrueerne en kvart omgang.

Sikringsudskiftning

Sikringer inspiceres og skiftes på følgende måde, jf. fig11:

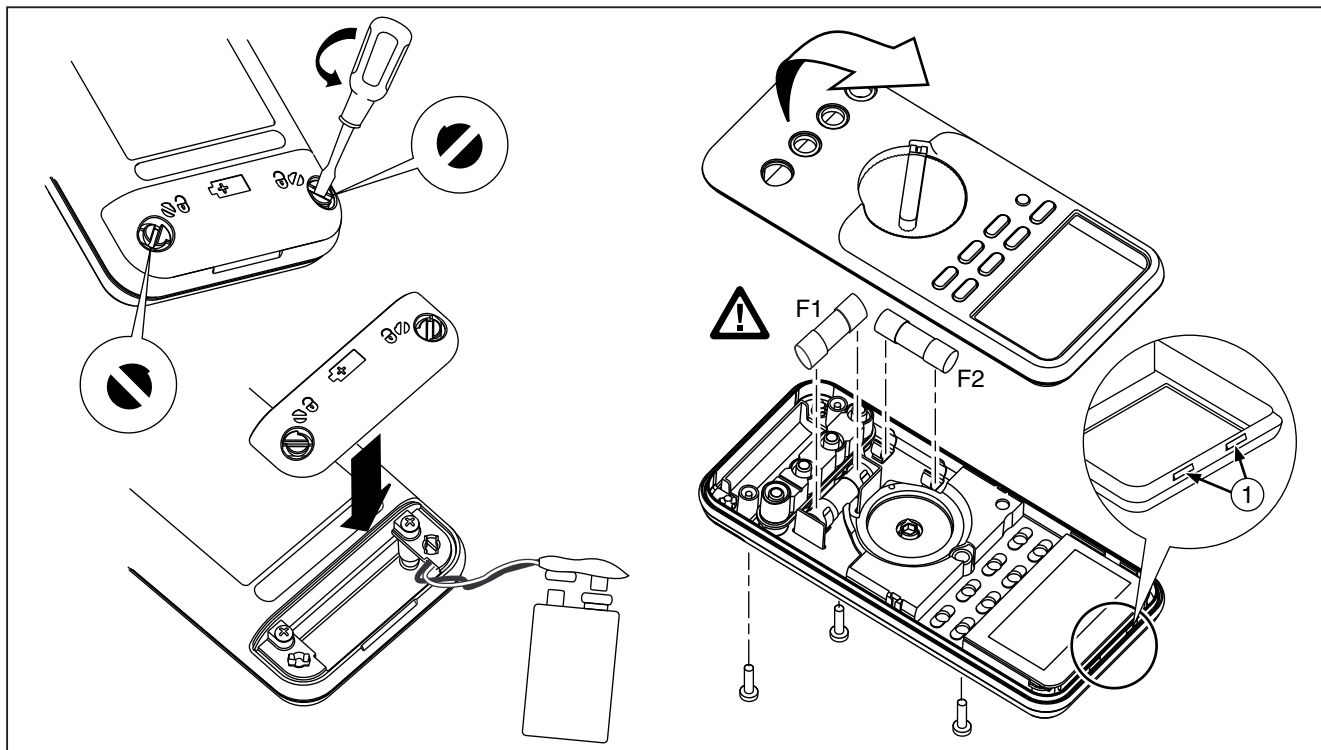
1. Sluk instrumentet på indstillingsknappen (OFF), og tag søgeledningerne ud af stikkene.
2. Løsn de 3 skruer i batteridækslet en kvart omgang med en skruetrækker; tag batteridækslet af.
3. Skru de tre stjerneskrue ud i bunden af huset, og vend instrumentet om.
4. Man skiller husdelene fra hinanden ved at trykke forsigtigt op på overdelen (i enden med stikkene) inde i batterirummet.
5. Vip forsigtigt den ene ende af sikringen ud af holderen og tag sikringen ud.
6. Der må KUN isættes sikringer af den foreskrevne størrelse (jf. ampere, spænding og hastighed, som anført i skema 8).
7. Kontrollér, at indstillingsknappen og kontakten på kredskortet er slukket (OFF).
8. Sæt overhusdelen på igen, idet pakningen skal sæde rigtigt og delene smække sammen over skærmen (nr. ①).
9. Sæt de tre skruer i igen og batteridækslet på. Spænd dækselskrueerne en kvart omgang.

Service og reservedele

Hvis instrumentet ikke virker, skal man afprøve batteriet og sikringerne. Gå brugsanvisningen igennem, så De er sikker på, De bruger instrumentet rigtigt.

Reservedele og tilbehør står opført i skema 8 og 9 og afbildes i fig. 12.

Der henvises til afsnittet "Henvendelse til Fluke" ang. bestilling af reservedele og tilbehør.



Figur 11. Udskiftning af batteri og sikringer

aom12f.eps

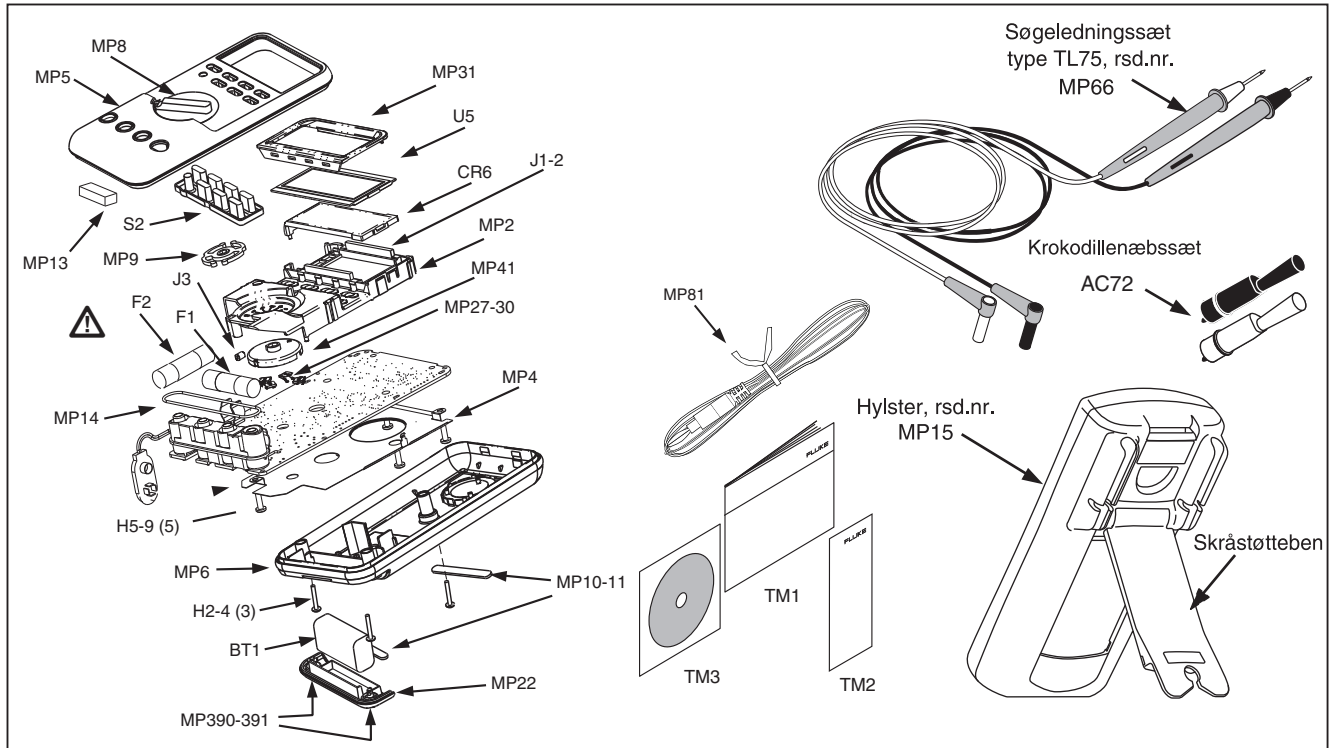
Skema 8. Reservedele

Nr.	Beskrivelse	Antal	Fluke rds.nr. hhv. model nr.
BT1	Batteri, 9 V	1	2139179
BT2	Ledningssæt til at klemme på 9 V batterier	1	2064217
F1 Δ	Hurtigsikring, 0,440 A, 1000 V	1	943121
F2 Δ	Hurtigsikring, 11 A, 1000 V	1	803293
H2-4	Skruer til hus	3	832246
H5-9	Skrue til bundskærm	5	448456
J1-2	Elastomerkonnektor	2	817460
MP2	Topskærm	1	2073906
MP4	Bundskærm	1	2074025
MP5	Husoverdel (PAD XFER) med rude	1	2073992
MP6	Husunderdel	1	2073871
MP8	Kontaktknap (PAD XFER)	1	2100482
MP9	Knapstop	1	822643
MP10-11	Skridsikre tæer	2	824466
MP13	Støddæmper	1	828541
MP14	O-ring til indgangsstik	1	831933
MP15	Hylster	1	2074033
MP22	Batteridæksel	1	2073938
MP27-MP30	Kontakt til indstillingsknap	4	1567683
MP31	Skærmmaske (PAD XFER)	1	2073950
MP41	Hus til indstillingsknap	1	2073945

Δ Af sikkerhedshensyn må der kun bruges sikringer af den foreskrevne type.

Skema 8. Reservedele (forts.)

Nr.	Beskrivelse	Antal	Fluke rds.nr. hhv. model nr.
AC72	Krokodillenæb (sort)	1	1670652
AC72	Krokodillenæb (rødt)	1	1670641
TL75	Søgeledningssæt	1	855742
MP81	Type K termoelement, perletype, støbt dobbelt bananstik, spiralledning	1	1273113
MP390-391	Dækselskruer	2	948609
ingen	Skråstøtte	1	2074040
U5	Skærm (LCD), 4,5 ciffer, TN, refleksfri, blokskala, OSPR80	1	2065213
CR6	Lysrør	1	2074057
S2	Tastatur	1	2105884
TM1	Flersproget brugsanvisning til 80 Serie V	1	2101973
TM2	Oversigtskort til 80 Serie V	1	2101986
TM3	Brugsanvisning til 80 Serie V på cd-rom	1	2101999



Figur 12. Udskiftelige dele

aq015c.eps

Skema 9. Tilbehør

Nr.	Beskrivelse
AC72	Krokodillenæb til TL75 prøveledningssæt
AC220	Sikkerhedskrokodillenæb med brede kæber
TPAK	Magnetophængskrog til instrumenttaske
H87	Gult hylster
C25	Blødt etui
TL76	Søgeledninger, 4 mm diameter
TL220	Prøveledningssæt til industribrug
TL224	Søgeledningssæt, varmebestandig silicium
TP1	Søgeben, flade ,slanke
TP4	Søgeben, 4 mm diameter, slanke
Fluke tilbehør fås hos autoriserede Fluke forhandlere.	

Specifikationer

Maksimum spænding mellem klemmer og mellem klemme og jord: 1000 V effektiv strømværdi

⚠ Sikring på mA- og μ A-indgange: 44/100 A, 1000 V hurtigsikring

⚠ Sikring på A-indgang: 11 A, 1000 V hurtigsikring

Skærm: Digital: Tælling til 6000, ajourføring 4 gange i sekundet; (model 87 har desuden tælling til 19.999 i højopløsningsfunktion).

Blokskala: 33 segmenter, ajourføring 40 gange i sekundet. Frekvens: Tælling til 19.999, ajourføring 3 gange i sekundet ved > 10 Hz

Temperatur: Drift: 20 – +55 °C; opbevaring: -40 – +60 °C

Højde over havoverfladen: Drift: 2000 m; opbevaring: 10.000 m

Temperaturkoefficient: 0,05 x (opgivne usikkerhedsfaktor) pr. 1 °C ved temperatur < 18 °C og > 28 °C.

Elektromagnetisk forenelighed: I radiofelter på 3 V/m er usikkerhedsfaktoren som anført + afvigelse på 20

Undtagelse: A jævnstyrkemåleområde, hvor usikkerhedsfaktoren er som anført + afvigelse på 60.
Temperaturbetingelser opgives ikke.

Relativ fugtighed: 0 – 90 % ved 0 – 35 °C; 0 – 70 % ved 35 – 55 °C.

Batteritype: 9 V zink, NEDA 1604, 6F22 eller 006P

Batterivarighed: Typisk i 400 timer med alkalibatteri (uden instrumentbelysning tændt)

Vibration: Klasse 2 instrument iht. MIL-T-28800

Stød: 1 m faldprøve iht. IEC 61010-1:2001

Dimensioner: 3,1 cm høj, 8,6 cm bred, 18,6 cm lang

Dimensioner inkl. hylster og Flex-Stand: 5,2 cm høj, 9,8 cm bred, 20,1 cm lang

Vægt: 355 g

Vægt inkl. hylster og Flex-Stand: 624 g

Sikkerhed: Fremstillet i overensstemmelse med ANSI/ISA S82.01-2004, CSA 22.2 nr. 1010.1:2004 til 1000 V overspændingskategori III, IEC-664 til 600 V overspændingskategori IV. UL opført iht. UL61010-1. TÜV godkendt iht. EN61010-1.

IP-normering: 30

Måleusikkerhed

For alle måleusikkerhedsopgivelser gælder:

Usikkerheden opgives på følgende måde: \pm ([% af måling] + [afvigelse]), hvor ved "afvigelse" forstås, hvor meget op- eller nedad sidste ciffer eller decimal af målervisningen kan afvige, ved 18 – 28 °C og relativ luftfugtighed på op til 90 %, og gælder i ét år efter kalibrering. For model 87 gælder endvidere, at afvigelsen skal multipliceres med 10 i 4 ½-cifferfunktionen.

Vekselstrømsomformning er fuldperiodeensrettet gældende 3 – 100 % af måleområdet. Model 87 viser sand effektiv strømværdi. Vekselstrøm amplitudedefaktoren kan gå op til 3 på fuldt område, og 6 i midten af området. Ved ikke-sinusformede bølger skal typisk adderes - (2 % af måling + 2 % af hele området) ved en amplitudedefaktor på op til 3.

Skema 10. Måleusikkerhed i vekselspændingsfunktionerne på model 87

Funktion	Område	Måleenhed	Usikkerhed						
			45 – 65 Hz	30 – 200 Hz	200 – 440 Hz	440 Hz – 1 kHz	1 – 5 kHz	5 – 20 kHz ¹	
\tilde{V} 2,4	600,0 mV	0,1 mV	$\pm (0,7 \% + 4)$	$\pm (1,0 \% + 4)$	$\pm (1,0 \% + 4)$	$\pm (1,0 \% + 4)$	$\pm (1,0 \% + 4)$	$\pm (2,0 \% + 4)$	$\pm (2,0 \% + 20)$
	6,000 V	0,001 V	$\pm (0,7 \% + 2)$						
	60,00 V	0,01 V							
	600,0 V	0,1 V							
	1000 V	1 V							
	Lavpasfilter		Som for 45-65 Hz	$\pm (1,0 \% + 4)$	+1 % + 4 -6 % - 4 ⁵	opgives ikke	opgives ikke	opgives ikke	

1. Ved mindre end 10 % af området skal afvigelsen adderes 12.
2. Instrumentet viser sand effektiv strømværdi. Når indgangsledningerne kortsluttes med hinanden i vekselstrømsfunktionerne, kan der være restvisning på 1-30. Restvisning på 30 giver bare en afvigelse på 2 i måling af værdier, der ligger over de første 3 % af området. Hvis der benyttes kompensering herfor, kan det afstedkomme systematisk meget større fejl i påfølgende målinger.
3. I frekvensområde: 1 – 2,5 kHz.
4. Restvisning på op til 13 med prøveledninger kortsluttet har ingen indvirkning på angivne usikkerhedsfaktor for værdier, der er større end 3 % af området.
5. Usikkerheden går op fra -1 % ved 200 Hz til -6 % ved 440 Hz, når filteret benyttes.

Skema 11. Usikkerhed for vekselspændingsmålefunktioner på model 83

Funktion	Område	Måleenhed	Usikkerhed		
			50 – 60 Hz	30 Hz – 1 kHz	1 – 5 kHz
\tilde{V}^1	600,0 mV	0,1 mV	$\pm (0,5 \% + 4)$	$\pm (1,0 \% + 4)$	$\pm (2,0 \% + 4)$
	6,000 V	0,001 V	$\pm (0,5 \% + 2)$	$\pm (1,0 \% + 4)$	$\pm (2,0 \% + 4)$
	60,00 V	0,01 V	$\pm (0,5 \% + 2)$	$\pm (1,0 \% + 4)$	$\pm (2,0 \% + 4)$
	600,0 V	0,1 V	$\pm (0,5 \% + 2)$	$\pm (1,0 \% + 4)$	$\pm (2,0 \% + 4)^2$
	1000 V	1 V	$\pm (0,5 \% + 2)$	$\pm (1,0 \% + 4)$	opgives ikke
<p>1. Ved visninger under 200 skal der adderes 10. 2. I frekvensområde: 1 – 2,5 kHz.</p>					

Skema 12. Måleusikkerhed i jævnspændings-, modstands- og ledeevnemålefunktioner

Funktion	Område	Måleenhed	Usikkerhed	
			Model 83	Model 87
\bar{V}	6,000 V	0,001 V	$\pm (0,1 \% + 1)$	$\pm (0,05 \% + 1)$
	60,00 V	0,01 V	$\pm (0,1 \% + 1)$	$\pm (0,05 \% + 1)$
	600,0 V	0,1 V	$\pm (0,1 \% + 1)$	$\pm (0,05 \% + 1)$
	1000 V	1 V	$\pm (0,1 \% + 1)$	$\pm (0,05 \% + 1)$
\bar{mV}	600,0 mV	0,1 mV	$\pm (0,3 \% + 1)$	$\pm (0,1 \% + 1)$
Ω	600,0 Ω	0,1 Ω	$\pm (0,4 \% + 2)^1$	$\pm (0,2 \% + 2)^1$
	6,000 k Ω	0,001 k Ω	$\pm (0,4 \% + 1)$	$\pm (0,2 \% + 1)$
	60,00 k Ω	0,01 k Ω	$\pm (0,4 \% + 1)$	$\pm (0,2 \% + 1)$
	600,0 k Ω	0,1 k Ω	$\pm (0,7 \% + 1)$	$\pm (0,6 \% + 1)$
	6,000 M Ω	0,001 M Ω	$\pm (0,7 \% + 1)$	$\pm (0,6 \% + 1)$
nS	50,00 M Ω	0,01 M Ω	$\pm (1,0 \% + 3)^2$	$\pm (1,0 \% + 3)^2$
	60,00 nS	0,01 nS	$\pm (1,0 \% + 10)^1$	$\pm (1,0 \% + 10)^1$

1. Opgivne usikkerhedsfaktor forudsætter, at man har kompenseret for forstyrrelser (med REL Δ funktion).

2. Der skal adderes 0,5 % af visningen ved måling af modstand over 30 M Ω i 50 M Ω området og 20 enheder ved måling under 33 nS i 60 nS området.

Skema 13. Temperaturmålingsusikkerhed på model 87



Temperatur:	Måleenhed	Usikkerhed^{1,2}
- 200 – 1090 °C	0,1 °C	1 % + 10
- 328 – 1994 °F	0,1 °F	1 % + 18
1. Ekskl. fejl og usikkerhed i termoelement. 2. Usikkerhedsopgivelse forudsætter stabil omgivelsestemperatur, dvs. med udsving på højst ± 5 °C. Ved udsving i omgivelsestemperatur på ± 5 °C gælder usikkerhedsangivelse først efter 1 time.		

Skema 14. Måleusikkerhed i strømstyrkefunktioner

Funktion	Område	Måleenhed	Usikkerhed		Belastningsspænding (normalt)
			Model 83 ¹	Model 87 ^{2, 3}	
mA A~ (45 Hz– 2 kHz)	60,00 mA	0,01 mA	$\pm (1,2 \% + 2)^5$	$\pm (1,0 \% + 2)$	1,8 mV/mA
	400,0 mA ⁶	0,1 mA	$\pm (1,2 \% + 2)^5$	$\pm (1,0 \% + 2)$	1,8 mV/mA
	6,000 A	0,001 A	$\pm (1,2 \% + 2)^5$	$\pm (1,0 \% + 2)$	0,03 V/A
	10,00 A ⁴	0,01 A	$\pm (1,2 \% + 2)^5$	$\pm (1,0 \% + 2)$	0,03 V/A
mA A=	60,00 mA	0,01 mA	$\pm (0,4 \% + 4)$	$\pm (0,2 \% + 4)$	1,8 mV/mA
	400,0 mA ⁶	0,1 mA	$\pm (0,4 \% + 2)$	$\pm (0,2 \% + 2)$	1,8 mV/mA
	6,000 A	0,001 A	$\pm (0,4 \% + 4)$	$\pm (0,2 \% + 4)$	0,03 V/A
	10,00 A ⁴	0,01 A	$\pm (0,4 \% + 2)$	$\pm (0,2 \% + 2)$	0,03 V/A
μA ~ (45 Hz - 2 kHz)	600,0 μA	0,1 μA	$\pm (1,2 \% + 2)^5$	$\pm (1,0 \% + 2)$	100 μV/μA
	6000 μA	1 μA	$\pm (1,2 \% + 2)^5$	$\pm (1,0 \% + 2)$	100 μV/μA
μA=	600,0 μA	0,1 μA	$\pm (0,4 \% + 4)$	$\pm (0,2 \% + 4)$	100 μV/μA
	6000 μA	1 μA	$\pm (0,4 \% + 2)$	$\pm (0,2 \% + 2)$	100 μV/μA

1. Vekselstrømsomformning på model 83 er fuldperiodeensrettet og kalibreret efter effektiv strømværdi i sinusformet indgangssignal.
2. Vekselstrømsomformning på model 87 er fuldperiodeensrettet registrering af sand effektiv strømværdi i 3 – 100 % af området, undtagen i 400 mA området (hvor det er 5 – 100 % af området) og i 10 A området (hvor det er 15 – 100 % af området).
3. Model 87 viser sand effektiv strømværdi. Når indgangsledningerne kortsluttes med hinanden i vekselstrømsfunktionerne, kan der være restvisning på 1-30. Restvisning på 30 giver bare en afvigelse på 2 i måling af værdier, der ligger over de første 3 % af området. Hvis der benyttes kompensering herfor, kan det afstedkomme systematisk meget større fejl i påfølgende målinger.
4. Δ 10 A ved uafbrudt drift i op til 35 °C; < 20 minutter tændt, og 5 minutter slukket ved 35-55 °C. 20 A i højst 30 sekunder; > 10 A opgives ikke.
5. Ved visninger under 200 skal der adderes 10.
6. 400 mA uafbrudt; 600 mA i højst 18 timer.

Skema 15. Usikkerhed i kapacitansmåling og diodeafprøvning

Funktion	Område	Måleenhed	Usikkerhed
	10,00 nF	0,01 nF	$\pm (1 \% + 2)^1$
	100,0 nF	0,1 nF	$\pm (1 \% + 2)^1$
	1,000 μ F	0,001 μ F	$\pm (1 \% + 2)$
	10,00 μ F	0,01 μ F	$\pm (1 \% + 2)$
	100,0 μ F	0,1 μ F	$\pm (1 \% + 2)$
	9999 μ F	1 μ F	$\pm (1 \% + 2)$
	3,000 V	0,001 V	$\pm (2 \% + 1)$
1. Opgivne usikkerhed forudsætter, at man benytter kompensering til undertrykkelse af forstyrrelser til måling af kapacitanser af film- eller bedre type.			

Skema 16. Usikkerhed i frekvensmåling

Funktion	Område	Måleenhed	Usikkerhed
Frekvensmåling (0,5 Hz - 200 kHz, pulsbredde > 2 μ s)	199,99	0,01 Hz	$\pm (0,005 \% + 1)$
	1999,9	0,1 Hz	$\pm (0,005 \% + 1)$
	19,999 kHz	0,001 kHz	$\pm (0,005 \% + 1)$
	199,99 kHz	0,01 kHz	$\pm (0,005 \% + 1)$
	> 200 kHz	0,1 kHz	opgives ikke

Skema 17. Frekvensmålingsfølsomhed og -tærskler

Indgangsområde ¹	Minimum følsomhed (effektiv strømværdi i sinusbølge)		Ca. udløsningsværdi
	5 Hz - 20 kHz	0,5 Hz - 200 kHz	(jævnspændingsfunktion)
600 mV jævnstrøm	70 mV (op til 400 Hz)	70 mV (op til 400 Hz)	40 mV
600 mV vekselstrøm	150 mV	150 mV	—
6 V	0,3 V	0,7 V	1,7 V
60 V	3 V	7 V (≤ 140 kHz)	4 V
600 V	30 V	70 V ($\leq 14,0$ kHz)	40 V
1000 V	100 V	200 V ($\leq 1,4$ kHz)	100 V
Udnyttelsesforholds-område	Usikkerhed		
0,0 til 99,9 %	Ikke over $\pm (0,2 \%$ pr. kHz + 0,1 %) ved stigetid < 1 μ s.		
1. Opgivne usikkerhed gælder for indgangssignal på højst enten 10 gange området eller 1000 V.			

Skema 18. Indgangsstikspecifikation

Beskrivelse	Overbelastnings-sikring ¹	Indgangs- impedans (nominel)	Balanceringsfaktor (1 k Ω asymmetrisk)	Dynamisk impedans						
\bar{V}	1000 V effektiv strømværdi	10 M Ω < 100 pF	> 120 dB ved 50 Hz og 60 Hz jævnstrøm	> 60 dB ved 50 Hz og 60 Hz						
\bar{mV}	1000 V effektiv strømværdi	10 M Ω < 100 pF	> 120 dB ved 50 Hz og 60 Hz jævnstrøm	> 60 dB ved 50 Hz og 60 Hz						
\tilde{V}	1000 V effektiv strømværdi	10 M Ω < 100 pF (fuldperiode-ensrettet)	> 60 dB ved op til 60 Hz jævnstrøm	Typisk kortslutningsstrømstyrke						
		Afbrudt kreds Afprøvningsspænding	Fuld spænding i område							
			op til 6,0 M Ω	50 M Ω eller 60 nS	600 Ω	6 k	60 k	600 k	6 M	50 M
Ω	1000 V effektiv strømværdi	< 7,9 V jævnstrøm	< 4,1 V jævnstrøm	< 4,5 V jævnstrøm	1 mA	100 μ A	10 μ A	1 μ A	1 μ A	0,5 μ A
\rightarrow	1000 V effektiv strømværdi	< 7,9 V jævnstrøm	3,000 V jævnstrøm		Normalt 1,0 mA					

1. Maksimalt 10⁶ V Hz.

Skema 19. Usikkerhed i MIN MAX registrering

Model	Nominel reaktionstid	Usikkerhed
83	100 ms op til 80 %	Opgivne usikkerhed ± 12 ved ændring > 200 ms varighed (± 40 ved vekselstrøm med bip slået til)
87	100 ms op til 80 % (jævnstrøms-funktioner) 120 ms op til 80 % (vekselstrøms-funktioner) 250 μ s (spids) (model 87)	Opgivne usikkerhed ± 12 ved ændring > 200 ms varighed Opgivne usikkerhed ± 40 ved ændring > 350 ms varighed og indgangssignal > 25 % af område Opgivne usikkerhed ± 100 ved ændring > 250 μ s varighed (adder ± 100 i afvigelse ved instrumentvisning over 6000) (adder ± 100 i afvigelse i lavpasfunktion)
1. Gælder ved spids, der forekommer gentagne gange. 1 ms ved spids, der kun forekommer en gang.		