

BREAKDOWN DETECTOR BDP 103

model s rozšířenou pamětí **BDP 103.2**

Návod k obsluze a údržbě

16.06.2006

Obsah:

- [1. Rozsah použití](#)
- [2. Popis](#)
- [3. Princip činnosti, základní vlastnosti](#)
- [4. Ovládací prvky](#)
- [5. Vložení baterií](#)
- [6. Reflektometrické měření](#)
 - [6.1. Příprava měření](#)
 - [6.2. Předměření, filtr](#)
 - [6.3. Měření odrazů - **MEASURE**](#)
 - [6.4. Snímání grafu - **CHART**](#)
- [7. Práce s pamětí - **MEMORY**](#)
- [8. Nastavení - **SETUP/CURRENT**](#)
 - [8.1. Nastavení citlivosti - **SENSITIVITY**](#)
 - [8.2. Nastavení rozsahu vzdálenosti - **DISTANCE**](#)
 - [8.3. Aktivace filtru - **FILTER**](#)
 - [8.4. Nastavení nominální impedance - **IMPEDANCE/MATCH**](#)
 - [8.5. Nastavení rychlosti šíření - **VELOCITY**](#)
 - [8.6. Nastavení útlumu - **ATTENUATION**](#)
 - [8.7. Aktivace stejnosměrného měření - **DC TEST**](#)
 - [8.8. Uložení nastavených parametrů - **STANDARD**](#)
- [9. Měření stejnosměrných parametrů - **DC TEST/RUN**](#)
- [10. Komunikace s počítačem, program RefMeter](#)
- [11. Interpretace změřených údajů](#)
 - [11.1. Výklad pojmů](#)
 - [11.2. Vyhodnocení změřených odrazů \(**MEASURE**\)](#)
 - [11.3. Vyhodnocení grafu \(**CHART**\)](#)
- [12. Údržba, opravy](#)
- [13. Záruka](#)
- [14. Seznam náležitostí k expedici](#)
- [15. Výrobce](#)
- [16. Technické parametry](#)

1. Rozsah použití

BREAKDOWN DETECTOR BDP 103 (dále jen BDP 103) je přenosný bateriový měřicí přístroj, sloužící k detekci, kvalifikaci a lokalizaci poruch elektrických vedení. Umožňuje vyhledávat závady na vysokofrekvenčních vedeních, jako jsou anténní svody, rozvody počítačových sítí, telekomunikační kabely, ale i na kabelech silnoproudých. Nestandardní použití dlouhého měřicího pulsu jej předurčuje pro vyhodnocení elektrických svodů na vedení. To je podstatou kontroly netěsností předizolovaných teplovodních potrubí, vybavených integrovanými detekčními vodiči. **Tento návod platí výhradně pro model BDP 103.2 s rozšířenou pamětí pro ukládání naměřených dat.**

2. Popis

BDP 103 je vestavěn v plastové skřínce s průhledným okénkem pro displej a panelem s dvěma plošnými tlačítky pro jednoduché ovládání přístroje. Připojovací konektory a box pro napájecí baterie se nacházejí na spodním krytu přístroje. Transportní plastový kufřík slouží k uložení přístroje včetně příslušenství, kabely není nutno při ukládání odpojovat.

3. Princip činnosti, základní vlastnosti

BDP 103 pracuje na reflektometrickém principu. Do vedení vysílá vysokofrekvenční impulsy, které se vlivem narušení elektrické homogenity vedení v místech poruch částečně nebo úplně odrážejí. Odražené impulsy nesou informaci o vzdálenosti, charakteru a intenzitě poruch.

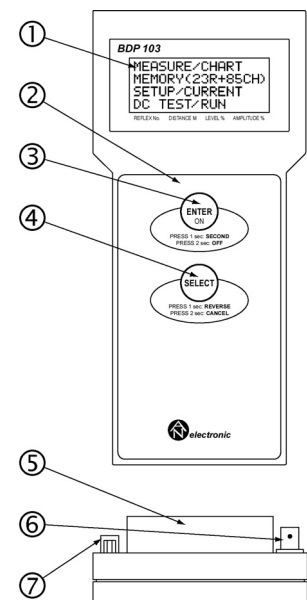
BDP 103 dokáže vyhodnotit jednotlivé odrazy v časové i amplitudové ose a údaje o vzdálenosti i velikosti poruch zobrazit na displeji. Pro podrobné vyhodnocení celého kontrolovaného úseku vedení je BDP 103 vybaven funkcí, umožňující snímat se vzorkovací hustotou až 0,1 m impedanční profil měřené trasy. Data lze při současném propojení přenášet do počítače již v průběhu měření, nebo je uchovat v rozsáhlé paměti přístroje pro pozdější přenos. Komunikační program RefMeter ver. 2.1 pak slouží ke komfortní grafické analýze a archivaci naměřených průběhů.

Doplňkovou funkcí přístroje je schopnost měření stejnosměrných napětí a svodového odporu vedení s eliminací přídavného elektrochemického napětí, které vzniká obvykle při kontaktu vodičů s vodivou kapalinou a prakticky znemožňuje měření odporu běžnými ohmetry.

BDP 103 je plně kompatibilní s detektorem BD 41 (výrobce AN electronic), který je určen pro trvalé monitorování netěsností předizolovaného potrubí. Zaměření jednotlivých sekcí kontrolované trasy potrubí lze snadno provést pouhým vzájemným propojením přístrojů pomocí přiloženého kabelu s konektorovou redukcí, bez odpojování vodičů.

4. Ovládací prvky

- ① Displej
- ② Panel
- ③ Tlačítko ENTER / ON / SECOND / OFF [E]
- ④ Tlačítko SELECT / REVERSE / CANCEL [S]
- ⑤ Prostor pro baterie
- ⑥ Vstupní konektor
- ⑦ Konektor pro komunikaci s počítačem



K ovládání BDP 103 slouží dvě plošná tlačítka na vrchním panelu ②.

Horní tlačítko ③ (dále v textu pouze [E]) má sdružené funkce:

ON - zapnutí přístroje

ENTER - potvrzení blikající položky v nabídce

SECOND *stisknutím na dobu delší než 1 s a kratší než 2 s:*
- potvrzení případné druhé položky v řádku nabídky

OFF *stisknutím na dobu delší než 2 s:*
- vypnutí přístroje

Dolní tlačítko ④ (dále v textu pouze [S]) má sdružené funkce:

SELECT - volba položky v nabídce, zvolená položka bliká
- přesun (rolování) řádků s naměřenými údaji
- změna (zvýšení nebo snížení) hodnoty zadávaného parametru

REVERSE *stisknutím na dobu delší než 1 s a kratší než 2 s:*
- obrácení směru volby položky, přesunu řádků a změny hodnoty zvoleného parametru

CANCEL *stisknutím na dobu delší než 2 s:*
- zrušení zvolené položky a návrat do předchozí nabídky

Funkci CANCEL lze také a rychleji vyvolat současným stisknutím obou tlačítek [E] a [S].

Funkce se obvykle aktivují v okamžiku uvolnění tlačítka.

5. Vložení baterií

Prostor ⑤ pro umístění čtyř článků 1,5 V typ AA (IEC LR6) je přístupný po sejmutí jeho víčka, přišroubovaného na spodním krytu přístroje. Osazení kompatibilními NiCd akumulátory je doporučeno.

6. Reflektometrické měření

6.1. Příprava měření

Vstup BDP 103 je opatřen konektorem BNC ⑥. Při volbě metody připojení měřeného vedení je třeba si uvědomit, že veškeré propojovací vodiče nebo kabely se stávají součástí měřené trasy a přístroj je zahrne do vyhodnocení. Optimální je tedy přímé napojení měřeného vedení přes konektor BNC. To jistě není vždy možné, proto se snažíme provést propojení co nejkratšími vodiči nebo kabelem s vlastnostmi (impedance, rychlost šíření) shodnými nebo podobnými s vlastnostmi měřeného vedení.

Při měření na potrubí připojujeme měřicí šňůru černou svorkou na trubku a červenou svorkou na detekční vodič. Vždy dbáme, aby propojení mělo kvalitní kontakt, poněvadž přechodový odpor i krátkodobá přerušení kontaktu mohou měření zcela znehodnotit.



Důležitá upozornění:

Plášť vstupního konektoru je propojen se vztažnou (černou) svorkou měřicí šňůry.

Při měření stejnosměrných parametrů (DC TEST, RUN) se na vstup BDP 103 nesmí připojit stejnosměrné napětí přesahující ± 100 V a střídavé napětí přesahující 40 V.

Při reflektometrickém měření (**MEASURE**, **CHART**, **MATCH**) se na vstup BDP 103 nesmí připojit stejnosměrné napětí přesahující $\pm 3,5$ V a střídavé napětí přesahující 2 V.

Měřený objekt musí být vždy připojen před spuštěním měřicí procedury. Nebude-li toto pravidlo dodrženo, hrozí vážné poškození přístroje, poněvadž proces kontrolního předměření nemůže zajistit přepět'ovou ochranu citlivých vstupních obvodů.

Před měřením musí být zajištěno správné nastavení všech volitelných parametrů BDP 103 (viz. 8.). Příklad zapneme stisknutím [E]. Zobrazí se hlavní nabídka:

```
MEASURE/CHART
MEMORY ( OR+ OCH)
SETUP/CURRENT
DC TEST/RUN
```

Po zapnutí je zvolena - bliká - první položka v prvním řádku nabídky. Položky v tomto řádku mohou mít v závislosti na předchozím použití opačné pořadí - **CHART/MEASURE**.

Stisknutím [E] při zvolené položce **MEASURE/CHART** nastartujeme měřicí proces, který podle předvolených parametrů provádí posloupnost několika měření. Delším stisknutím [E] (viz. 4.) můžeme spustit druhou (neblíkající) položku v řádku. Ta se zároveň pro usnadnění opakovaného měření přesune na první místo.

6.2. Předměření, filtr

Po aktivaci **CHART** nebo **MEASURE** přístroj nejprve provádí předměření, spočívající v kontrole bezpečného napětí, případném provedení funkce **DC TEST** a kontrole rušivých signálů na vedení.

Převyšuje-li vstupní napětí bezpečné hodnoty ($\pm 3,5$ V_{DC} a asi 2 V_{AC}), mohlo by dojít k poškození citlivých vstupních obvodů přístroje. V takovém případě ochranné obvody nedovolí spuštění měřicí procedury. Zobrazí se zpráva:

```
Input Oveorload!
Operation
aborted.
```

a proces je přerušeno. Stisknutím [E] se vrátíme do hlavní nabídky.

Nejsou-li bezpečné hodnoty překročeny, proběhne dále - v závislosti na předvolbě funkce **DC TEST** - případné změření stejnosměrných parametrů elektrického napětí a odporu (viz. 8.7., 9.). Pokud není potlačeno mezilehlé zobrazení jeho výsledků, v měření pokračujeme stisknutím [E].

Rušivé signály na vedení, jako je síťový kmitočet, pulsní či vysokofrekvenční rušení, ale i stejnosměrné napětí mohou ovlivnit výsledky měření, nebo je i zcela znemožnit. BDP 103 provádí před každým měřením kontrolu přítomnosti takových signálů a zabudovaným číslicovým filtrem dokáže podstatnou část střídavých signálů vyfiltrovat. Proces kontroly trvá asi 1s.

Filtr pracuje na principu klouzavého průměru a jeho rozsahem je zde míněn počet po sobě následujících vzorků, z nichž je vypočítávána aktuální průměrná hodnota. BDP 103 přiřadí automaticky optimální rozsah filtru v hodnotách od 1 (= **Off** ... filtr vypnut) do 15. Větší rozsah filtru zajišťuje jeho větší účinnost, ale přináší sebou snížení rozlišovací schopnosti a přesnosti zaměření, zejména pro krátké signálové změny (odrazy), měřitelné obvykle v malých vzdálenostech vedení. Filtr je účinný pro funkci **MEASURE** i **CHART**. Funkci filtru lze individuálně vyřadit (viz. 8.3.) nebo změnit jeho rozsah. V závislosti na předvolené funkci

filtru se nám mohou během měření zobrazit na displeji naměřené údaje, podobně jako v následujícím příkladu:

Noise:	17%
DC:	0%
Filter:	15

Hodnota přiřazeného rozsahu filtru bliká a lze ji individuálně upravit. Provedeme to pomocí [S], po jehož prvním stisknutí se filtr vypne (**Off**), dalšími stisknutími lze nastavit požadovaný rozsah.

Po stisknutí [E] pokračuje dále reflektometrické měření ve zvoleném režimu **MEASURE** nebo **CHART**. Průběh měření je na displeji signalizován blikajícím **Wait !**. Doba měření je závislá na nastavených parametrech a pohybuje se od 5 do 15 s.

6.3. Měření odrazů - MEASURE

Tento způsob měření poskytuje screeningové vyhodnocení měřeného úseku vedení. V rámci nastavené citlivosti (viz. 8.1.) přístroj zaznamená a zobrazí údaje o jednotlivých skokových změnách signálu, způsobených odrazy v místech poruch na vedení v textové podobě, nazvané **Record**.

Na konci měření se na displeji zobrazí první částí úvodní hlavičky záznamu měření, která obsahuje údaje jako v následujícím příkladu:

Record No.:	01	- přiřazené číslo záznamu měření
Sensitivity:	10%	- nastavená citlivost
Dist.:	500m	- nastavený rozsah vzdálenosti
Impedance:	200 Ω	- nastavená nominální impedance

Po stisknutí [S] nebo [E] se zobrazí druhá část hlavičky podobně, jako v následujícím příkladu:

Velocity:	90.0%	- nastavená rychlost šíření
Attenuation:	4dB	- nastavený rozsah útlumu
Velocity:	90.0%	- změřená velikost rušivého signálu
Filter:	15	- přiřazený rozsah filtru

Označení jednotky měrného útlumu dB / 100 m je z prostorových důvodů zkráceno na dB. Byl-li předvolen **DC TEST**, zobrazí se po dalším stisknutí [S] nebo [E] okénko s naměřenými stejnosměrnými parametry (viz. 9.).

Opakovaným stiskem [S] lze výše uvedená 2 nebo 3 okénka displeje cyklicky prohlížet, po dalším stisknutí [E] se zobrazí naměřené reflektometrické údaje:

0.	0,0	0	↘3	- nepřizpůsobení vstupu
1.	324,5	-3	↗47	- první skok (odraz signálu)
min	134,0	-56		- minimum
max	425,5	+18		- maximum

Každá impedanční změna na vedení způsobí odraz signálu. Odražený signál se přičítá k signálu vyslanému a způsobí skokovou změnu jeho úrovně. Každému skoku přísluší jeden řádek displeje, maximálně lze zobrazit 25 skoků. V jednotlivých řádcích je vždy uvedeno pořadové číslo skoku **REFLEX No.**, vzdálenost skoku v metrech **DISTANCE M**, hodnota úrovně signálu před skokem **LEVEL %** a směr (↗ , ↘) a velikost amplitudy skoku **AMPLITUDE %**. Pořadovým číslem 0. je zde označen skok, charakterizující míru nepřizpůsobení na vstupu BDP 103. V posledních dvou řádcích je uvedena minimální a maximální úroveň signálového průběhu na vedení. Přerušovaná čára odděluje první a poslední řádek údajů. Pomocí [S] lze řádky vertikálně posouvat. Vyhodnocení naměřených výsledků je popsáno níže (viz. 11.).

Po stisknutí [E] přístroj zopakuje číslo záznamu měření a zeptá se, zda záznam chceme uložit: **Save?** Potvrdíme-li **NO**, je tento záznam ztracen. Zvolíme a potvrdíme-li **YES**, záznam se uloží do paměti přístroje pod uvedeným číslem. Následuje návrat do hlavní nabídky.

6.4. Snímání grafu - **CHART**

Tato metoda měření s grafickým zobrazením slouží pro podrobnou analýzu impedančního profilu měřené trasy vedení v celém jejím průběhu. BDP 103 snímá vzorky amplitudy signálu s hustotou rovnou 1/1000 nastaveného rozsahu vzdálenosti. Po přenesení dat do počítače pak můžeme prostřednictvím speciálního komunikačního programu RefMeter zobrazit, vyhodnotit, porovnávat, dodatečně filtrovat, ukládat, reprodukovat a tisknout grafy signálových průběhů. Analýzou takových údajů lze získat detailní přehled o celé měřené trase vedení ([viz. 11.](#)).

Na konci měření přístroj zobrazí číslo grafu **Chart No. : 01** a zeptá se, zda graf chceme uložit: **Save?** Potvrdíme-li **NO**, graf nebude uložen. Zvolíme a potvrdíme-li **YES**, graf se uloží do paměti přístroje pod uvedeným číslem. Následuje návrat do hlavní nabídky.

Při trvalém propojení BDP 103 s počítačem po dobu měření umožňuje tato metoda současně okamžité zobrazení grafu na počítači, bez ohledu na to, zda bude uložen do paměti přístroje ([viz. 10.](#)).

7. Práce s pamětí - **MEMORY**

Po zvolení a potvrzení položky **MEMORY** z hlavní nabídky máme možnost uložená data přenést do počítače, vymazat a v případě záznamů měření typu **Record** také vyvolat z paměti a prohlížet si je jednotlivě na displeji.

RECALL - prohlížení textových záznamů měření typu **Record**. Zvolíme a potvrdíme tuto položku. Pokud jsou v paměti nějaké záznamy typu **Record**, nabídne přístroj nejdříve ten, který byl ukládán jako poslední. Pomocí [S] můžeme případně zvolit kterýkoliv jiný uložený záznam. Po jeho potvrzení se objeví hlavička a údaje tohoto záznamu, které můžeme prohlížet obdobně, jako po vlastním měření ([viz. 6.3.](#)). Prohlížení daného záznamu ukončíme stisknutím [E]. Následuje nabídka dalších uložených záznamů, v sestupném pořadí. Prohlížení ukončíme vyvoláním funkce **CANCEL**.

SEND - umožní výpis dat (přenos z BDP 103 do počítače). V nabídce musíme zvolit, jaký typ dat (záznamy o měření **RECORDS** nebo grafy **CHARTS**) chceme vypsát. Přístroj musí být při tom propojen s počítačem, ve kterém je spuštěn komunikační program RefMeter ([viz. 10.](#)).

DELETE - umožní vymazání dat z paměti přístroje. Opět musíme zvolit typ dat, která mají být vymazána. Pokud si vymazání rozmyslíme, máme zde ještě k dispozici položku **NO**.

V kulaté závorce za názvem jednotlivých typů dat je uveden počet záznamů, uložených v paměti. Tyto údaje jsou také zobrazeny v příslušném řádku hlavní nabídky, např.: **MEMORY (23R+85CH)** znamená, že v paměti je 23 textových záznamů typu **Record** a 85 grafických záznamů typu **Chart**.

Nejsou-li uložena data některého typu, příslušné nabídky jsou nedostupné. **No Data !** indikuje prázdnou paměť.

8. Nastavení - **SETUP/CURRENT**

Pro docílení nejlepších výsledků měření je nezbytné, aby byly správně nastaveny všechny parametry týkající se vlastností vedení a samotného průběhu měření.

Aktuální nastavení parametrů si lze prohlédnout vyvoláním nabídky **CURRENT**. Pomocí [S] přepínáme mezi 1. a 2. okénkem údajů, stisknutím [E] se vrátíme do hlavní nabídky.

Chceme-li změnit nastavení parametrů, nabídka **SETUP** nám předkládá ve dvou okénkách následující volby:

SENSITIVITY, DISTANCE, FILTER, IMPEDANCE/MATCH, VELOCITY, ATTENUATION, DC TEST, STANDARD.

8.1. Nastavení citlivosti - **SENSITIVITY**

Impedanční průběh vedení bývá často značně nevyrovnaný a zvlněný. BDP 103 umožňuje pro funkci **MEASURE** nastavením citlivosti ve čtyřech stupních identifikovat pouze skoky (odrazy), které jsou dostatečně výrazné a pro vyhodnocení průkazné. Hledáme-li například přerušení nebo zkrat na vedení, nemá většinou smysl identifikovat odrazy s amplitudou menší než 50 %. V nabídce **SENSITIVITY** můžeme volit citlivost **5%, 10%, 20%, 50%**.

8.2. Nastavení rozsahu vzdálenosti - **DISTANCE**

BDP 103 umožňuje v nabídce **DISTANCE** nastavit následující rozsahy vzdálenosti: **auto, 100m, 200m, 500m, 1000m, 2000m, 5000m**. Zvolený rozsah je platný pro provoz **MEASURE** i **CHART**. Při nastavení rozsahu **auto** bude automaticky zvolen co nejnížší, v dané situaci dostačující rozsah. To platí pouze za podmínky, že amplituda odrazu přesáhne hodnotu $\pm 95\%$ (vedení je na konci rozpojeno nebo zkratováno a nemá příliš velký celkový svod nebo útlum). Taková situace nastává v praxi poměrně často. V opačném případě může však tento postup způsobit nevhodné automatické přiřazení nejvyššího rozsahu. Proto je lepší v případě známé délky vedení nastavit rozsah ručně.

8.3. Aktivace filtru - **FILTER**

Výše zmíněný filtr rušivých signálů ([viz. 6.2.](#)) lze vyřadit z funkce, nebo jej použít pouze podmíněně. Nabídka **FILTER** obsahuje tři volby:

on - filtr trvale zapnut. Po předměření je na displeji vždy zobrazena velikost změřeného rušivého signálu a hodnota automaticky přiřazeného filtru. Hodnotu filtru lze manuálně změnit.

auto - filtr podmíněně zapnut. Po předměření je automaticky přiřazena hodnota filtru, aby se v následném měření provedla příslušná filtrace. Velikost změřeného rušivého signálu a hodnota automaticky přiřazeného filtru se zobrazí pouze v případě nadlimitních hodnot (rušení převyšuje 15 %, a/nebo stejnosměrná složka převyšuje hodnotu 5 %). Filtr je v tom případě automaticky nastaven na nejvyšší hodnotu 15, tu však lze manuálně snížit.

off - filtr trvale vypnut.

Poznámka: Při zapnutém filtru jsou údaje ovlivněny sklonem hran pulsů. Vzhledem k možnosti dodatečné filtrace v programu RefMeter je někdy vhodné zaznamenávat grafy s vypnutým filtrem.

8.4. Nastavení nominální impedance - **IMPEDANCE/MATCH**

Pro dosažení nejlepších výsledků při reflektometrickém měření je třeba přizpůsobit výstupní impedanci reflektometru nominální impedanci měřeného vedení (nominální impedance = charakteristická impedance Z_0). Výstupní impedance BDP 103 je nastavitelná od 50 Ω do 300 Ω , což pokrývá rozpětí tohoto parametru u většiny reálných vedení.

Zvolíme položku **IMPEDANCE** a pomocí [S] a [E] nastavíme a potvrdíme postupně dle potřeby jednotlivá desetinná místa zadávaného údaje. (Při přetečení řádu je zde navíc zaveden automatický přechod do nastavování dalšího řádu, což lze využít pro alternativní přímý postup nastavení.) Po závěrečném potvrzení [E] se nastavená hodnota uloží do paměti.

Neznáme-li nominální impedanci měřeného vedení, můžeme použít metodu automatického přizpůsobení **MATCH**. Po spuštění proběhne nejprve krátká kontrola rušivých signálů s případným zařazením filtru, jako před běžným měřením. Po potvrzení se spustí vlastní měřicí proces. Displej opakovaně zobrazuje procentuální odchylky přizpůsobení, a to v samostatných řádcích pro následující vzdálenosti od vstupu přístroje: 1 m, 2 m, 3 m, 5 m, 7 m, 9 m, 12 m, 15 m a 20 m. Odchylka 0 % znamená optimální přizpůsobení, které BDP 103 provádí automaticky ve zvolené vzdálenosti, indikované za šipkou na druhém řádku. Zároveň v levém dolním rohu displeje zobrazí hodnotu naměřené impedance v této vzdálenosti. Řádky displeje posouváme pomocí [S].

Volbou vhodné vzdálenosti místa přizpůsobení lze v určitém rozsahu eliminovat připojovací kabel jiné impedance a přizpůsobení provést až v definované vzdálenosti od vstupu přístroje, za začátkem vlastního měřeného vedení. Doporučuje se přizpůsobení provádět ve větší vzdálenosti (10 - 20 m), pokud to fyzická délka vedení dovolí. Přizpůsobení v krátké vzdálenosti může být zvláště při vyšší impedanci vinou zaoblení měřicího pulsu nepřesné. To platí zejména v případě, že potvrdíme zařazení filtru vyššího rozsahu.

Poznámky: Pro funkci **MATCH** platí nastavená hodnota rychlosti šíření (viz. 8.5.), která nemusí obecně odpovídat nominální rychlosti šíření připojovacího kabelu ani měřeného vedení. To je třeba mít na zřeteli při stanovení vhodné vzdálenosti místa přizpůsobení.

Je zřejmé, že metoda **MATCH** může sloužit také pro prosté změření velikosti nominální impedance neznámého vedení.

8.5. Nastavení rychlosti šíření - **VELOCITY**

Pojem rychlost šíření (velocity of propagation) u vysokofrekvenčního vedení je procentuálním vyjádřením poměru rychlosti šíření elektrického signálu ve vedení k rychlosti šíření světla ve vakuu. BDP 103 stanovuje vzdálenost na základě změřené doby přenosu signálu z přístroje do místa odrazu a zpět. Pro správnou lokalizaci odrazu je nezbytné tuto charakteristickou vlastnost měřeného vedení v přístroji nastavit. Pomocí [S] a [E] nastavíme a potvrdíme postupně dle potřeby jednotlivá desetinná místa zadávaného údaje. (Při přetečení řádu je zde navíc zaveden automatický přechod do nastavování dalšího řádu, což lze využít pro alternativní přímý postup nastavení.) Potvrzením přejde přístroj do hlavní nabídky.

Není-li údaj rychlosti šíření k dispozici jako katalogový, můžeme jej zjistit změřením a výpočtem z úseku daného vedení o známé referenční délce. Konec tohoto úseku vedení musí být rozpojen nebo zkratován, aby BDP 103 ukázal vzdálenost odrazu na jeho konci. Pro docílení dostatečné přesnosti by délka měla být srovnatelná nebo větší než délka, kterou chceme měřit. Neznámou rychlost šíření pak vypočítáme takto:

$$\text{Neznámá rychlost šíření} = \text{nastavená rychlost šíření} \times \frac{\text{referenční délka vedení}}{\text{údaj vzdálenosti na displeji}}$$

Pozn.: Někdy se pro rychlost šíření používá výraz *koeficient zkrácení*, který je udáván ve tvaru desetinného čísla.

8.6. Nastavení útlumu - **ATTENUATION**

Měrný útlum měřeného vedení (uváděný obvykle v jednotkách dB / 100 m) má podstatný význam pro možnost identifikace vzdálenějších odrazů. U vedení s vysokým útlumem se dosah přístroje snižuje a v krajních případech může činit i pouhých několik desítek metrů. Měrný útlum je značně frekvenčně závislá veličina a úplné matematické modelování procesu odrazu s doprovodnou deformací tvaru pulsu je velice náročné. I katalogové údaje této veličiny, uváděné pro vysokofrekvenční kabely, bývají neucelené a nejednotné.

BDP 103 používá k identifikaci odraženého pulsu (při **MEASURE**) výběrovou rutinu s korekcí vlivu útlumu vedení na sklon náběžné hrany pulsu. Nekoriguje vliv útlumu na celkovou amplitudu pulsu. Do přístroje se zadává v katalozích nejčastěji uváděný měrný útlum při frekvenci 100 MHz. Neznáme-li tuto hodnotu, nezbyvá, než postupovat intuitivně a zkusmo, přesnost nastavení není pro kratší vzdálenosti kritická. Naopak při měření ve větších vzdálenostech může být chybně nastavená nízká hodnota měrného útlumu příčinou přehlédnutí i významného odrazu, vysoká hodnota pak snižuje přesnost lokalizace. Přístroj umožňuje nastavení měrného útlumu ve čtyřech rozsazích: 4, 8, 16, 32 dB/100m. Nastavíme hodnotu nejbližší skutečnosti.

8.7. Aktivace stejnosměrného měření - DC TEST

Reflektometrická metoda nemusí vždy dostatečně citlivě reagovat na méně významný elektrický svod vedení. Proto je účelné doplnit měření velice citlivou kontrolou stejnosměrného odporu a napětí. BDP 103 umožňuje v nabídce **DC TEST** zařadit do posloupnosti měření stejnosměrný test, který realizuje změření výše uvedených parametrů (viz. 9.).

Nabídka **DC TEST** obsahuje tři volby:

on - stejnosměrný test zapnut. Po předměření je na displeji zobrazena velikost změřeného napětí a odporu. Tyto údaje se stávají součástí výsledků daného měření, které mohou být uloženy do paměti přístroje a případně později přeneseny do počítače.

auto - stejnosměrný test zapnut, na rozdíl od předchozího případu nedochází k mezilehlému zobrazení údajů hned po předměření.

off - stejnosměrný test vypnut.

8.8. Uložení nastavených parametrů - STANDARD

Do BDP 103 lze vložit celkem tři různé sady nastavených parametrů měření, které jsou nazvány **STANDARD 1** až **STANDARD 3**. Ty zůstávají uchovány v přístroji i po jeho vypnutí a při opakovaných měřeních podobného druhu není nutno zadávat požadované parametry jednotlivě. Jedna z těchto sad musí být implicitní, ta bude nastavena po zapnutí přístroje. Jednotlivé parametry lze samozřejmě měnit individuálně, jejich nastavení však zůstává zachováno jen do vypnutí přístroje. Aktuální nastavení si vždy můžeme prohlédnout volbou **CURRENT** z nabídky **SETUP/CURRENT**. Nabídka **STANDARD** umožňuje následující operace se sadami parametrů:

SET - aktivace zvolené sady parametrů (zároveň ji ustanovuje za implicitní),

VIEW - prohlížení parametrů jednotlivých sad,

SAVE - uložení aktuálně nastavených parametrů jako sady.

9. Měření stejnosměrných parametrů - DC TEST/RUN

Doplňkovou funkcí přístroje je měření stejnosměrného napětí a odporu s eliminací přídavného elektrochemického potenciálu, který vzniká obvykle při kontaktu vodičů s vodivou kapalinou a prakticky znemožňuje měření odporu běžnými ohmetry. Příčinou elektrického svodu na vedení bývá většinou právě přítomnost vlhkosti v izolaci.

Po připojení měřeného vedení vyvoláme z hlavní nabídky funkci **DC TEST**. Přístroj zahájí postupné měření stejnosměrného napětí a odporu. Protože kontroluje ustálení měřených parametrů, procedura může trvat v závislosti na odporu a kapacitě vedení až 40 s. Pak zobrazí výsledek testu, například:

DC Voltage: 0,35V	- stejnosměrné napětí
DC Resistance: 14,5MΩ	- stejnosměrný odpor

Zde mohou nastat některé anomální situace, ošetřené chybovými zprávami:

DC Voltage: 3,24V
DC Resistance: Non-measurable.

Stejnosemřný odpor nelze změřit, pokud přiložené stejnosměrné napětí překročilo hodnotu $\pm 1,99$ V, nebo když jsou na vedení nadměrné rušivé signály. Příčinou neměřitelnosti obou parametrů může být i příliš dlouhá doba ustalování jejich hodnot.

DC Voltage: -0,72V DC Resistance: >12,8M Ω
--

Při záporném vstupním napětí se rozsah měřitelného odporu snižuje (a při kladném zvyšuje). Znak > říká, že odpor nelze změřit, protože je větší než uvedená nejvyšší měřitelná hodnota.

DC Overload. Danger! Damage Hazard!

Při překročení vstupního napětí ± 100 V nebo při přítomnosti nadměrné střídavé složky napětí > 42 V (**AC Overload**.) hrozí nebezpečí úrazu a poškození přístroje.

Volbou **RUN** spustíme funkci průběžně měřícího digitálního voltmetru.

Poznámka: BDP 103 má speciálně upravené vstupní obvody pro měření malých napětí s velmi vysokým vstupním odporem. To platí pouze pro první napětový rozsah (do 1,99 V), na vyšších rozsazích činí vstupní odpor 10 M Ω .

10. Komunikace s počítačem, program RefMeter

BDP 103 je vybaven galvanicky izolovaným sériovým rozhraním RS232 (konektor $\text{\textcircled{D}}$) pro přenos dat z BDP 103 do počítače PC.

V počítači musí být spuštěn komunikační program RefMeter, zajišťující přenos dat i zobrazení grafů (**CHART**) a záznamů měření (**REPORT**). Záznamy i grafy lze pak jeho prostřednictvím prohlížet, porovnávat, dodatečně filtrovat, doplnit komentářem, uložit do paměti a vytisknout na tiskárně.

Popis komunikačního programu RefMeter tvoří samostatnou přílohu tohoto Návodu k obsluze, instalační disketa je součástí dodávky přístroje. S modelem BDP 103.2 spolupracuje pouze program RefMeter verze 2.0 a vyšší. Nižší verze programu jsou určeny pro standardní model BDP 103.

11. Interpretace změřených údajů

11.1. Výklad pojmů

Přenos signálu nehomogenním vysokofrekvenčním vedením je zvláště při větším počtu impedančních odchylek proces značně nepřehledný a přesná rekonstrukce impedančního profilu takového vedení je velmi obtížná. Přesto osvědčená reflektometrická metoda zjišťování poruch vedení, pomocí níž můžeme stanovit profil amplitudy signálu při vyslání skokového pulsu, je schopna odhalit mnoho skutečností, významných pro diagnosu takového vedení. Interpretace tvaru profilové křivky je ale vždy částečně intuitivní záležitostí.

Ve funkci měření odrazů (**MEASURE**) vyhodnocuje BDP 103 průběh signálu vlastní vyhodnocovací rutinou, která nemůže vždy přesně vystihnout skutečný původ zlomu ani určit přesně amplitudu skoku. To sice nelze ani při posuzování grafického záznamu (**CHART**), nicméně lze z něj vyčíst přehlednější i podrobnější informace.

Podrobný rozklad problematiky by byl nad rámec tohoto návodu k obsluze. Dále budou heslovitě vysvětleny některé pojmy a uvedena doporučení pro správnou interpretaci změřených údajů.

Vzdálenost (Distance) - elektrická délka vedení od výstupního konektoru BDP 103 do sledovaného místa na vedení. Elektrická délka se bude shodovat s fyzickou délkou jen tehdy, byla-li správně zadána rychlost šíření měřeného vedení (viz. 8.5.). Chceme-li znát čistou vzdálenost sledovaného místa, je třeba od naměřené vzdálenosti odečíst délku připojovacího kabelu. Ten se ale může vyznačovat jinou rychlostí šíření, než jaká je nastavena pro měřené vedení. Proto je třeba odečíst jeho elektrickou délku, tj. hodnotu, kterou vykazuje při této nastavené rychlosti šíření.

Bude-li vzdálenost poruchy větší, než nastavený rozsah vzdálenosti, nebude přítomnost poruchy zaznamenána. Měření velmi dlouhých tras navíc přináší někdy riziko inverzního prokopírování skoku do dalšího měřicího pulsu (zejména je-li to významná porucha - zkrat nebo rozpojený konec). Tento efekt se projeví v grafu zdánlivě nelogickým výskytem obvykle velmi povlnného skoku opačného směru, než by odpovídal jeho příčině. Prokopírování vzdáleného skoku se také může projevit sklonem průběhu grafu v určité jeho oblasti, obvykle blíže počátku. Takový jev lze eliminovat volbou vyššího rozsahu, nejlépe však odstraněním příčinné poruchy (například přizpůsobením rozpojeného konce připojením odporu o hodnotě shodné s nominální impedancí vedení), aby vzdálený odraz nemohl vzniknout.

Úroveň (Level) - odchylka signálu od nulové hodnoty v dané vzdálenosti. Ideálně přizpůsobené ideální vedení by vykazovalo v celé délce úroveň 0 %. Vedení s vyšší nominální impedancí, než je nastavena v BDP 103 vykazuje kladné hodnoty úrovně, vedení s nižší nominální impedancí vykazuje záporné hodnoty úrovně (taková vedení nejsou přizpůsobena). Rovnoměrný nárůst úrovně se vzdáleností je způsoben stejnosměrným elektrickým odporem vedení.

Sledováním úrovně získáme důležité poznatky o stavu vedení. Přibližuje-li se úroveň přizpůsobeného vedení hodnotě +100 %, vedení je přerušeno a je třeba najít největší skok, odpovídající odrazu v místě přerušení. Obdobně pak zkratované vedení vykazuje limitaci úrovně k hodnotě -100 %, zde však již hraje významnou roli stejnosměrný odpor vedení.

Úsek se změnou impedancí se projeví odpovídající změnou úrovně v odpovídající délce úseku. Vlivem frekvenční závislosti útlumu vedení jsou však krátké úseky s přibývajícím vzdáleností obtížně rozeznatelné.

Použití dlouhého měřicího pulsu u BDP 103 dovolí rozpoznat přítomnost reálné zátěže (elektrického svodu) na trase vedení od lokální změny jeho impedance. Svod se vlivem rozptýlení části energie vyslaného pulsu projeví nevratnou změnou úrovně. Od místa takového svodu dojde tedy ke skokovému snížení úrovně, které postihne celý zbytek sledované trasy. Skok tohoto snížení určuje svou vzdáleností polohu svodu a svojí amplitudou jeho velikost. To je důležité například při detekci úniku kapaliny u potrubních systémů. Zde detekční vodič souběžný s trubkou představuje vysokofrekvenční vedení a prosakující kapalina způsobuje elektrický svod. Pokud má svod zároveň významnější kapacitní složku, vykazuje skok na počátku určitý překmit. Tato situace nastává tehdy, když se prosakující kapalina dostane masivně do blízkosti vodiče, ale přímý kontakt je malý.

Amplituda (Amplitude) - výška skoku daného odrazu. Nese v sobě významnou informaci o míře poruchy (impedanční změny), která odraz způsobila. Skok s kladnou amplitudou - vzestupný je způsoben zvýšením impedance, skok záporné amplitudy - sestupný je způsoben snížením impedance. (Tento údaj nelze zcela zaměňovat s hodnotou tzv. činitele odrazu.)

Přesný odečet amplitudy bývá často ztížen vlivem případných dalších nedalekých odrazů, sekundárních odrazů a vlivem zaoblení skoků. Celkové snížení amplitudy a zaoblení skoků je způsobeno stejnosměrným podílem a vysokofrekvenčním podílem útlumu vedení.

Rozsah převodníku - Osmibitový D/A převodník přístroje umožňuje změřit rozsah úrovní $\pm 127\%$. Vstupní nepřizpůsobení má přímý vliv na amplitudu i úroveň, ty mohou dosahovat za určitých okolností absolutních hodnot přesahujících 100% . Bude-li nepřizpůsobení příliš veliké, může nastat i případ vybočení z rozsahu D/A převodníku a k následnému zkreslení průběhu.

% - procentuální vyjádření amplitudy a úrovně je vztaženo k velikosti vyslaného skokového signálu za předpokladu optimálního vstupního přizpůsobení. Není tu korekce na útlum vedení.

Rušivý signál (Noise) - procentuální velikost největší amplitudy rušivé složky během sledovaného časového úseku. Při hodnotách přesahujících cca 20% bude již měření metodou **MEASURE** pravděpodobně značně zkreslené. Je třeba vyhledat a odstranit příčinu rušení. Zejména vysokofrekvenční složky rušení však může velice účinně potlačit vestavěný číslicový filtr.

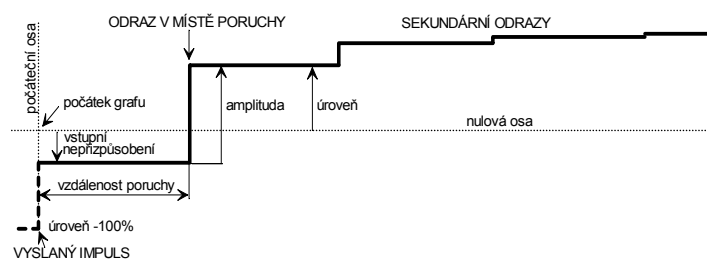
Stejnosemerná složka (DC) - procentuální velikost přídavného stejnosměrného napětí na vedení. Jakákoliv stejnosměrná složka, přesahující hodnotu 5% může významně ovlivnit výsledek měření. Zvláště tehdy, je-li trasa hodně impedančně nevyrovnaná, může dojít k vybočení z rozsahu D/A převodníku.

Je dobře si uvědomit, že 100% stejnosměrné složky představuje napětí asi $2,5\text{ V}$ a při napětí na vstupu přesahujícím rozsah $\pm 3,5\text{ V}$ může dojít k poškození vstupních obvodů přístroje. Příčinu vzniku každé stejnosměrné složky je třeba vyhledat a odstranit.

Poznámka: Stanovení stejnosměrné složky je zde provedeno výpočtem z maximální a minimální hodnoty rušivého signálu, což může vést k určitým nepřesnostem. Tento údaj nelze zaměňovat s údajem stejnosměrného napětí při použití funkce DC TEST.

Sekundární odrazy - Každá impedanční změna na trase vedení způsobí odraz signálu. To platí i pro takový signál, který je již odrazem a tak vznikne sekundární odraz. Pokud se jedná o více než jednu výraznější poruchu, mohou sekundární odrazy zkomplikovat přehlednost situace.

Typický bývá vznik sekundárních odrazů při chybném přizpůsobení vstupu přístroje a jednou poruchou na trase vedení. Projeví se jako postupně se snižující skoky, vzdálené v celistvých násobcích skutečné vzdálenosti poruchy. Obrázek ukazuje idealizovaný graf průběhu signálu na přerušovaném vedení, kterému není vstup BDP 103 přizpůsoben.



11.2. Vyhodnocení změřených odrazů (MEASURE)

Každý textový záznam měření (**Record**) obsahuje část, popisující výsledek vlastního reflektometrického měření ([viz. 6.3.](#)). K této části se vztahují popisky pod displejem přístroje.

Číslo odrazu (REFLEX No.) - pořadové číslo zaznamenaného skoku signálu, způsobeného odrazem od nehomogenity nebo poruchy na vedení.

Skok s pořadovým číslem 0 je skok, vzniklý nepřizpůsobením vstupu BDP 103 té části vedení, která je přímo připojena ke vstupu přístroje. (Může jít např. o připojovací kabel. Ten se při odlišných impedancích projeví také odrazem na přechodu z něj do vlastního vedení. Je-li pak amplituda tohoto odrazu v rozsahu nastavené citlivosti, zaznamená se obvykle pod pořadovým číslem 1.) Údaj nultého skoku dává tedy orientační informaci o vstupním přizpůsobení. Jeho výchozí úroveň i vzdálenost jsou implicitně 0, optimální hodnota amplitudy pro plné přizpůsobení je 0.

Vzdálenost (DISTANCE) - Vzdálenost je uvedena v metrech s rozlišením 1/1000 zvoleného rozsahu.

Úroveň (LEVEL) - V této interpretaci je míněna úroveň signálu bezprostředně před daným skokem. Údaj umožní idealizovanou rekonstrukci křivky signálového průběhu.

Amplituda (AMPLITUDE) – Výška skoku daného odrazu. Šipka před údajem označuje směr skoku. Vzestupný skok ↗ vzniká při pozitivním odrazu vlivem zvýšené impedance, sestupný ↘ při negativním odrazu vlivem snížené impedance v místě poruchy.

Přístroj zaznamená pouze odrazy, jejichž absolutní hodnota amplitudy skoku je větší než nastavená citlivost ([viz. 8.1.](#)). Pouze nulový skok je zobrazen vždy, i když jeho amplituda je nulová (vstup přizpůsoben). Tento stav znázorňuje šipka →. Vhodnou volbou citlivosti lze eliminovat méně významné odrazy. Tím se záznam stane kratší a přehlednější. Na přesnost stanovení amplitudy má vliv správné nastavení útlumu ([viz. 8.6.](#)).

? - Dříve popsany případ vybočení křivky z rozsahu D/A převodníku je signalizován znakem ? za údajem **max** nebo **min** v záznamu daného měření, podle toho, zda došlo k překročení v maximální nebo v minimální hodnotě průběhu. Znak ? se zobrazí zároveň u pořadového čísla těch odrazů, u kterých nebyly z uvedených důvodů hodnoty správně detekovány. Tento znak však může také znamenat pochybnost o velikosti amplitudy, způsobenou polohou konce daného skoku mimo zvolený rozsah vzdálenosti.

Max, min - maximální a minimální hodnota signálového průběhu. Monitorování těchto údajů začíná od pátého metru vzdálenosti, čímž je zajištěno, že kratší připojovací kabel nebude zahrnut do tohoto vyhodnocení. Uvedena je úroveň i vzdálenost extrémů.

11.3. Vyhodnocení grafu (CHART)

Počátek grafu - výchozí bod grafu, odpovídající vzdálenosti 0 m od vstupu BDP 103. Znázorněn je průsečíkem vodorovné nulové osy a svislé počáteční osy. Graf vychází teoreticky z nulové úrovně, kde při optimálním přizpůsobení vstupu v počátku není skok a graf tedy pokračuje nulovou úrovní až do prvního místa poruchy. Pokud vstup není přizpůsoben, skok v počátku má amplitudu a směr odpovídající míře a druhu nepřizpůsobení: Je-li impedance vedení v místě vstupu větší než nastavená nominální impedance, skok směřuje nahoru a naopak.

Reálné zobrazení v počátku grafu však vypadá poněkud odlišně! Je zde zobrazen i vyslaný puls, který vydchází vždy z úrovně -100 %, jeho amplituda směřuje nahoru a je závislá na vstupním přizpůsobení. Při optimálním přizpůsobení vstupu činí tato amplituda 100 % .

Vzdálenost poruchy - souřadnice X hlavního kursoru - vodorovná vzdálenost úpatí (prvního příznaku zlomu) daného skoku od počátku. Při posuzování skoků vzdálenějších odrazů, které bývají vlivem útlumu vedení velmi povlnné, lze nejpřesněji určit polohu zlomu jako průsečík dvojice tečen ke křivce, a to v rovném úseku před úpatím a v nejstrmějším úseku za úpatím skoku.

Úroveň - souřadnice Y hlavního kursoru - svislá vzdálenost křivky grafu od nulové osy.

Amplituda - rozdíl úrovně v temeni a v úpatí skoku. Skok kladné amplitudy (vzestupný) je způsoben zvýšením impedance, skok záporné amplitudy (sestupný) snížením impedance. Správné určení úrovně temene skoku může být u složitějších průběhů problematické.

12. Údržba, opravy

BDP 103 nevyžaduje zvláštní údržbu. Přístroj včetně prostoru pro baterie i příslušenství udržujte v čistotě a dodržujte provozní a skladovací podmínky. Nikdy nenechávejte v přístroji vybité baterie a nedopusťte jejich samovolné vybití v přístroji při dlouhodobém skladování.

Veškeré opravy provádí autorizovaný servis nebo výrobce.

13. Záruka

Ke každému přístroji se vydává záruční list. Výrobce poskytuje záruku 12 měsíců od data expedice při dodržení obvyklých záručních podmínek. Výrobní číslo je uvedeno na štítku umístěném v prostoru pro baterie.

14. Seznam náležitostí k expedici

1. BREAKDOWN DETECTOR BDP 103	1 ks
2. propojovací kabel RG 62 (1,36 m; 93 Ω)	1 ks
3. propojka BNC úhlová 90° *	1 ks
4. měřicí šňůra s krokosvorkami	1 ks
5. kabel RS232	1 ks
6. konektorová redukce	1 ks
7. plastový kufřík	1 ks
8. instalační disketa RefMeter ver. 2.1	1 ks
9. návod k obsluze	1 ks
10. prohlášení o shodě	1 ks
11. záruční list	1 ks

* Je-li kabel 2. opatřen konektorem 90°, propojka 3. se nedodává

15. Výrobce

AN electronic
ARTHUR NOVÁK
Havelská 19/503
110 00 Praha 1
ČESKÁ REPUBLIKA

16. Technické parametry

<u>Model</u>	BDP 103.2 (s rozšířenou pamětí)
<u>Stanovení vzdálenosti</u>	
Měřicí rozsahy	100; 200; 500; 1000; 2000; 5000 m auto - rozsah se zvolí automaticky dle vzdálenosti vzorku s prvním překročením úrovně signálu $\pm 95\%$
Minimální měřitelná vzdálenost	1 m (nominální impedance $Z_0 = 50 \Omega$, zakončení zkratem. Přesnost určení amplitudy a úrovně skoku není garantována)
Maximální dosah	5000 m
Maximální měřitelná vzdálenost	cca 4800 m ($A_{100} < 4 \text{ dB} / 100 \text{ m}$, konec zkratován nebo rozpojen)

Rozlišení 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5 m (1/1000 z rozsahu)
Přesnost * 1 % z rozsahu ($A_{100} < 4$ dB / 100 m, konec zkratován nebo rozpojen, přesně zadaná rychlost šíření)

Stanovení úrovně a amplitudy

Rozsah ± 127 %, (A/D převodník 8 bitů)
Rozlišení 1 %
Přesnost * ± 10 % ($A_{100} < 4$ dB / 100 m, samostatný odraz)

Nastavení indikační citlivosti *

Volitelné hodnoty 5; 10; 20; 50 %

Nastavení jmenovité impedance

Rozsah 50 až 300 Ω
Rozlišení 1 Ω

Automatické přizpůsobení vstupu

Rozsah 50 až 300 Ω
Vzdálenost bodu přizpůsobení 1 až 20 m

Nastavení rychlosti šíření

Rozsah 50,0 až 100,0 %
Rozlišení 0,1 %
Nastavení měrného útlumu * (pro $f = 100$ MHz)
Volitelné hodnoty 4; 8; 16; 32 dB/100 m

Filtr

číslicový, princip klouzavého průměru, účinný v provozu MEASURE i CHART
Rozsah automatická aktivace, možnost ručního nastavení 2 až 15 (počet po sobě následujících vzorků pro výpočet průměrné hodnoty)
Automatické přiřazení rozsahu rozsah filtru = velikost rušivého signálu v % (pro hodnoty 2 až 15 %)

Stejnoseměrná měření

Odpor (pouze ve funkci DC TEST):

Rozsah 200 k Ω , 2 M Ω , 20 M Ω (maximální rozsah závisí na přiloženém stejnosměrném napětí)

Eliminace přiloženého napětí ± 1 V

Napětí (ve funkci DC TEST i RUN):

Rozsah 2 V, 20 V, 100 V

Vstupní odpor 100 M Ω (rozsah 2 V)

10 M Ω (ostatní rozsahy)

Rozlišení 199 (2" des. míst)

Přesnost ± 2 % čtení ± 2 digity

(funkci DC TEST lze automaticky zařadit do průběhu měření)

Počet standardních sestav parametrů v paměti

3 (individuálně programovatelné)

Datová paměť

Celková kapacita 99 záznamů typu Record

99 záznamů typu Chart

Počet skoků v jednom záznamu

typu Record * 1 až 25

Doby trvání některých operací

CHART, MEASURE	5 až 12 s (bez funkce DC TEST)
DC TEST	4 až 40 s (závisí na době ustálení)
Přenos dat do počítače	až 12 s (99 záznamů typu Record) až 150 s (99 záznamů typu Chart)
Automatické vypnutí	3 min
<u>Komunikace s počítačem</u>	
Software	RefMeter ver. 2.1
Rozhraní	sériové RS232
Přenos dat	binární, 8 bitů bez parity, 1 stop-bit, 9600 bps
Propojení	čtyřvodičové, galvanicky oddělené konektor CANNON typ D, 9-pólový (zapojení: RXD - 2, TXD - 3, DTR - 4, GND - 5)
<u>Displej</u>	alfanumerický, LCD, 4 × 16 znaků
<u>Napájení</u>	4 ks baterie 1,5 V typ AA (LR6) nebo kompatibilní akumulátory
Spotřeba	max. 240 mA (provoz MEASURE, CHART, MATCH) max. 50 mA (ostatní provoz)
<u>Pracovní podmínky</u>	teplota 0 °C až 50 °C, rel. vlhkost 80 %
<u>Krytí</u>	IP 65
<u>Rozměry</u>	210 × 100 × 40 mm
<u>Hmotnost</u>	430 g včetně baterií

* Pouze pro funkci MEASURE