

BREAKDOWN DETECTOR BDP 104

Doplňěk návodu k obsluze

Interpretace výsledků měření

Tento doplněk předpokládá znalost Návodu k obsluze BDP 104, přesto jsou zde připomenuty některé základní údaje.

1. Funkce BDP 104

BDP 104 je reflektometr s dlouhým měřicím pulzem, speciálně koncipovaný pro sledování vlhkosti v izolační pění předizolovaných potrubních systémů. Do integrovaného detekčního vodiče v potrubí vysílá vysokofrekvenční impulzy, které se v místech poruch částečně nebo úplně odrážejí. Odražené impulzy nesou informaci o vzdálenosti, charakteru a intenzitě poruch a BDP 104 je dokáže vyhodnotit v časové i amplitudové ose a údaje uchovat ve své paměti pro pozdější přenos do počítače.

BDP 104 nahrazuje osvědčený model BDP 103, který se stal v daném oboru určitým standardem. Ten však v mnohých parametrech významně předčí, disponuje novými užitečnými funkcemi, podstatně zjednodušuje obsluhu a zvyšuje její komfort.

V základní funkci reflektometrického záznamu Graf snímá BDP 104 údaje o průběhu amplitudy signálu po celé měřené trase potrubí v ekvidistančních vzorcích, vzdálených 1/1000 zvoleného rozsahu vzdálenosti. Například při rozsahu 50 m je hustota vzorkování 5 cm, při rozsahu 1000 m je to 1 m. Naskenované grafy se odesílají do počítače bezdrátovou technologií Bluetooth. Komunikační program RefMeter pak slouží ke komfortní grafické analýze a archivaci naměřených průběhů.

2. Nastavení BDP 104

Rozsah vzdálenosti (VZDÁLENOST)

Při měření známých úseků použijeme rozsah dle největší předpokládané délky trasy. Obvykle volíme rozsah přibližně 1,5 - 2 násobný, abychom mohli dostatečně sledovat tendenci grafu i v oblasti za fyzickým koncem vedení. Pro posouzení zcela neznámých úseků potrubí s rozpojeným nebo zkratovaným koncem je vhodné použít rozsah Auto. Přístroj sám zvolí rozsah, který bude přiměřený délce měřeného úseku. Pokud je však v daném úseku významnější elektrický svod (vlhkost), přístroj nemůže určit správně konec úseku a přiřadí pak největší rozsah 5000 m.

Rychlost šíření (RYCHLOST)

Pro většinu vyráběných předizolovaných trubek vyhoví přibližná hodnota 90,0%. BDP 104 je vybaven funkcí pro přesné stanovení rychlosti šíření měřením na úseku daného potrubí známé fyzické délky (Velo Test).

Nominální impedance (Impedance)

Vstup BDP 104 by měl být přizpůsoben nominální impedanci detekčního vodiče. Pro trubky typu NORDIC různých výrobců bývá tato hodnota v rozsahu 200 Ω až 260 Ω . Pro zachování jednotných výchozích podmínek při porovnávání grafů je v BDP 104 použito pevné nastavení nominální impedance 220 Ω . Údaj na displeji je pouze informativní.

Stejnoseměrné měření (DC Test)

přináší další důležité informace o měřeném úseku vedení. Funkce je standardně zařazena jako součást procesu měření Graf. Hodnoty odporu a stejnosměrného napětí jsou již v průběhu měření zobrazeny na displeji. Funkce DC Test prodlužuje měřicí dobu a lze ji z procesu vypustit (Bez DC). Používáme ji každopádně při pořizování záznamů pro archivaci, při běžném zaměřování nemusí být nezbytná. DC Test lze realizovat také samostatně, z hlavní nabídky (bez možnosti uložení do paměti).

Vícenásobné reflektometrické měření

Pomocí   lze v prvním řádku menu SPUST nastavit počet opakování po sobě jdoucích reflektometrických skenování grafů (1×, 3×, 6× nebo 10×). Vícenásobná měření mohou přinést přesnější vyhodnocení následným výpočtem průměrné hodnoty v komunikačním programu RefMeter. Lze zde také zvolit vypuštění DC testu z posloupnosti měření. Tato nastavení platí pouze pro jedno následující měření.

Uložení nastavených parametrů

Změníme-li nastavení parametrů VZDÁLENOST a RYCHLOST, lze tyto změněné hodnoty potvrdit pouze pro následující měření (1× stisknout  a návrat do řádku SPUST pomocí ) , nebo je uložit do paměti přístroje pro další používání (2× stisknout ).

3. Měření

3.1. Připojení vstupu

Vstup BDP 104 připojíme při přímém měření pomocí měřicí šňůry s krokosvorkami - červenou k detekčnímu vodiči, černou k ocelové trubce. Propojovací kabel slouží k propojení vstupu BDP 104 s testovacím konektorem připojovacích krabic BI21, BT21 a BJ21, nebo detektorů BD41, BDM01. Elektrická délka měřicí šňůry je při nastavené rychlosti šíření 90,0% asi 0,6m, elektrická délka propojovacího kabelu 1m. Tuto délku je třeba počítat do celkové délky měřené trasy.

3.2. Vstupní ochrana

Zásadně připojíme BDP 104 k měřenému vedení dříve, než spustíme měření (START). Vyskytuje-li se na vedení napětí, které by mohlo ohrozit citlivý reflektometrický vstup, přístroj nedovolí spustit měřicí proces.

3.3. Měřicí proces Graf

Po aktivaci SPUST proběhne proces Graf zcela automaticky, jeho doba trvání se liší dle nastavených parametrů a délky potrubí. Část DC Test trvá dle doby ustálení 5 až 20 s, reflektometrické skenování grafu 2 až 8 s. Po skončení procesu můžeme rozhodnout, zda data uložíme do paměti přístroje pro pozdější odeslání do počítače.

4. Impedanční přizpůsobení

4.1. Vstupní přizpůsobení

Připojené vedení by mělo mít impedanci přibližně shodnou s nominální impedancí BDP 104. Nepřizpůsobení na přechodu měřicí šňůry i propojovacího kabelu ($125\ \Omega$) může způsobit na začátku grafu mírné zvlnění, nebude ale za běžných okolností na závadu úspěšnému měření. Míra nepřizpůsobení vedení vůči vstupu přístroje je charakterizována úrovní grafu (viz 5.1. - *Úroveň*) vpravo od počátku. Graf ideálně přizpůsobeného i zakončeného ideálního vedení by ležel v celé délce v nulové ose.

4.2. Koncové přizpůsobení

Trasa vedení může být obecně zakončena libovolnou impedancí. Typické jsou tři možnosti zakončení vedení:

Přizpůsobení: Na konec vedení je připojen odpor o hodnotě odpovídající nominální impedanci vedení. Graf bude do svého konce sledovat přímou linii, poloha konce vedení na něm nebude patrná.

Rozpojení: Ve vzdálenosti konce vedení bude na grafu skok směřující nahoru o amplitudě, která se blíží hodnotě +100 %.

Zkratování: (To představuje u systému NORDIC propojení vodiče s nosnou trubkou.) Ve vzdálenosti konce vedení bude na grafu skok směřující dolů o amplitudě, která se blíží hodnotě -100 %.

Reálná amplituda koncového skoku se často - a to zejména v případě zkratu - od teoretické hodnoty 100 % významně liší. Je to způsobeno útlumem vedení především při velkých délkách detekčního vodiče, skok může dosahovat i méně než 50 %.

Uvedené charakteristické projevy koncového přizpůsobení platí pouze pro vstupně přizpůsobené homogenní vedení, v jehož průběhu se nenachází elektrický svod ani jiná impedanční změna.

5. Vyhodnocení

5.1. Definice pojmů

Vzdálenost místa odrazu - vodorovná vzdálenost úpatí (prvního příznaku zlomu) odraženého pulzu od počátku. Při posuzování vzdálenějších odrazů, které bývají vlivem útlumu vedení velmi povlovné, lze nejpřesněji určit polohu zlomu jako průsečík dvojice tečen ke grafu, a to v rovném úseku před úpatím a v nejstrmějším úseku za úpatím pulzu.

Úroveň - svislá vzdálenost bodů grafu od nulové osy.

Amplituda odrazu - rozdíl úrovně v temeni a v úpatí odraženého pulzu. Odraz kladné amplitudy (vzestupný) je způsoben zvýšením impedance, odraz záporné amplitudy (sestupný) snížením impedance v místě odrazu. Správné určení úrovně temene odraženého pulzu může být u složitějších průběhů problematické.

Strmost odrazu - značně závisí na celkovém útlumu vedení. Celkový útlum závisí na měrnému útlumu vedení a vzdálenosti. S větší vzdáleností roste a tím se strmost odrazu snižuje. To je také limitující faktor pro celkový dosah měření. Snímací vedení v kvalitních předizolovaných potrubích mívá díky silnému měděnému vodiči a dobrým dielektrickým vlastnostem pěny poměrně malý útlum a významné odrazy (přerušení, zkrat) lze identifikovat i pro vzdálenosti přes 3000 m.

5.2. Rušivé vlivy měření

Výkyvy impedance - Vlivem nepřesnosti výroby mohou jednotlivé komponenty rozvodu (trubky, armatury a případné propojovací kabely) vykazovat poněkud odlišnou impedanci, způsobující přechodnou změnu úrovně. Následuje-li dále úsek s původní impedancí, úroveň grafu se opět vrátí prakticky na původní hodnotu, poněvadž přechodná impedanční změna nemá za následek odčerpání energie signálu. Výsledným efektem je zvlnění grafu, které dosahuje u běžných rozvodů 3 až 10 % a v tomto rozmezí není na závadu.

Sekundární odrazy - Z principu vzniku sekundárních odrazů plyne významná skutečnost, že jakékoliv skoky signálu, indikované ve vzdálenosti přesahující reálnou délku měřeného úseku nemají pro vyhodnocení význam. V případě rozpojeného konce trasy může ale velikost úrovně signálu v této imaginární oblasti citlivě vypovídat o eventuální existenci svodu na trase (viz 5.5.).

Rušivé signály - mají původ v blízkosti jiných elektrických zařízení, která je produkují, nebo v blízkosti vodičů, obvykle silových, po kterých se rušení šíří. V grafu je rušení dobře patrné a má různé podoby. Nízkofrekvenční rušení může vyvolat zdánlivé skoky, které bývají velmi strmé a tvarově se liší od běžných skoků, způsobených impedančními změnami vedení v potrubí. Nejčastější vysokofrekvenční rušení

se projevuje fluktuací jednotlivých bodů grafu kolem skutečného tvaru grafu. Tento druh rušení lze efektivně omezit dodatečnou filtrací v komunikačním programu RefMeter. Dodatečná filtrace umožňuje experimentální volbou rozsahu filtru optimalizovat grafický průběh na největší výtěžnost informací. Tento proces je vždy kompromisem mezi potlačením rušení a zachováním dostatečné strmosti skoků. Dodatečnou filtraci lze aplikovat na každý graf pouze jednou, a to i na takový, který byl filtrován již při měření staršími typy detektorů.

5.3. Poruchy předizolovaného potrubí

- jsou obecně změny impedance detekčního vodiče. Mohou mít různý charakter a příčinu:

Elektrický svod mezi detekčním vodičem a trubkou - je nejvýznamnější fenomén, způsobený právě přítomností prosakující kapaliny v prostoru detekčních vodičů, respektive mezi snímácím vodičem a nosnou trubkou (u systému NORDIC). Jeho projev je jednoznačný. Vlivem převážně reálné složky impedance takového svodu dochází k odčerpání energie vyslaného pulzu, což má za následek skokové snížení úrovně grafu od místa, určeného polohou svodu až do konce trasy. V případě na konci rozpojeného detekčního vodiče nedosáhne maximální úroveň grafu očekávaných 100 % - tento efekt je důležitým projevem přítomnosti svodu.

Poznámka: Počínající průsak kapaliny, kdy tato ještě nezasáhla detekční vodič, ale pouze se k němu těsně přiblížila může vlivem změněné kapacity způsobit negativní skok, jehož úroveň se exponenciálně vrací k původní hodnotě! Tento projev se nesmí zaměňovat s projevem impedančního výkyvu (viz 5.2. *Výkyvy impedance*).

Zkrat detekčního vodiče s trubkou - viz 4.2. Koncové přizpůsobení - *Zkratování*

Přechodový odpor detekčního vodiče - může vzniknout nekvalitním propojením vodičů ve spoji. Projeví se skokovým nárůstem úrovně grafu, analogicky k projevu svodu. Tato situace nastává v praxi jen výjimečně.

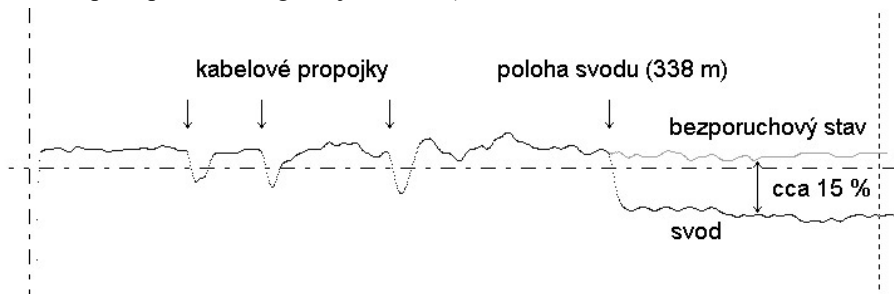
Přerušeni detekčního vodiče - viz 4.2. Koncové přizpůsobení - *Rozpojení*

5.4. Porovnání grafů

Časová porovnání dovolí sledovat změny impedančního průběhu určité trasy. Zejména pro vyhodnocení svodu má podstatný význam možnost porovnání naměřených údajů s dřívějšími hodnotami a s výchozím stavem. Důsledná archivace grafů jednotlivých úseků systému nám umožní odhalit i nepatrné odchylky, indikující možné poruchy systému. To je účelné zejména v případech tras impedančně nevyrovnaných (viz 5.2. *Výkyvy impedance*), kde by mohly být změny zamaskovány celkovým zvlněním grafu.

5.5. Příklady naměřených grafů

Následující obrázek 1. představuje dva průběhy signálu na reálném potrubí. Konec detekčního vodiče není při tomto zvětšení zobrazen. Světlejší graf zobrazuje bezporuchový stav a je z větší části překryt grafem tmavším. Ten je z pozdějšího data a zachycuje významný svod unikající kapalinou (poloha svodu je 338 m, odchylka úrovně oproti původnímu grafu je asi 15 %).



Obr. 1

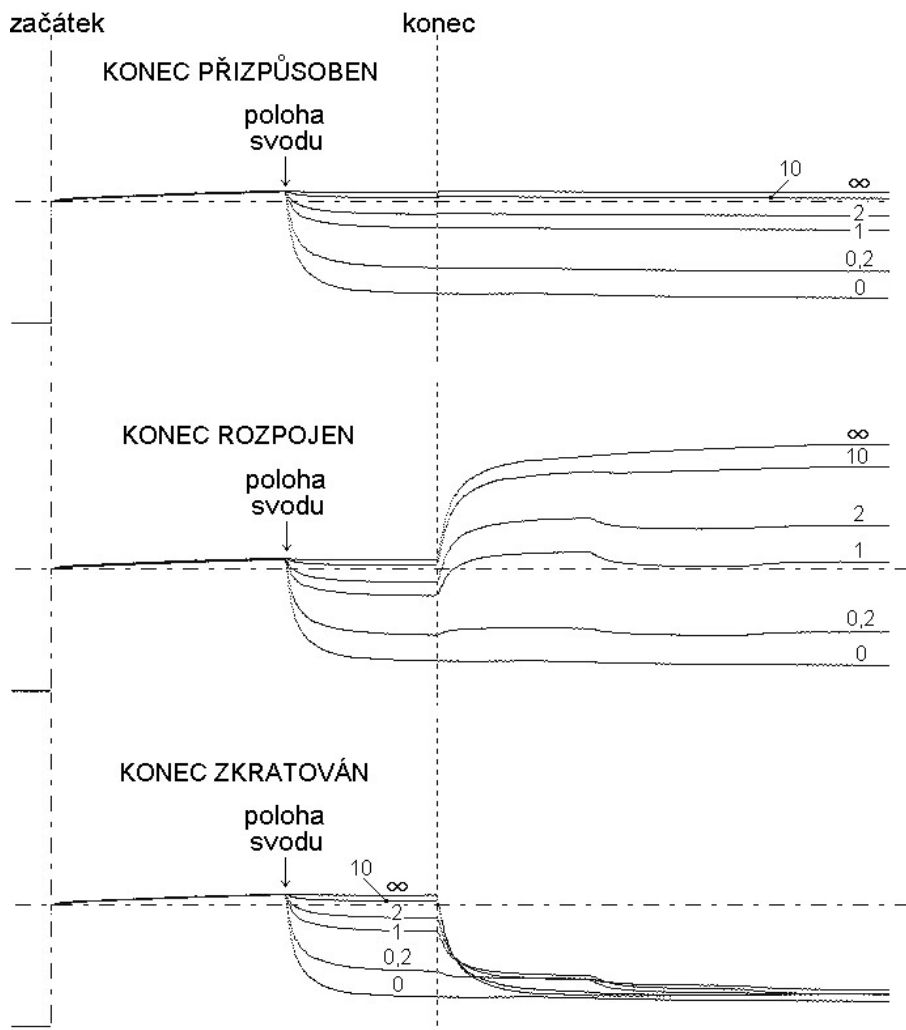
Na grafu je navíc patrné značné zvlnění (až 13 %), převážně způsobené použitím kabelových propojek o odlišné impedanci mezi jednotlivými úseky trasy. Takové zvlnění může odečít grafu značně ztížit a menší odchylky způsobené vlhkostí tu mohou snadno zaniknout. Proto je v takových případech zvlášť důležitá možnost porovnání grafu se záznamem pořízeným před vznikem poruchy.

Celková linie grafu je položena mírně nad vodorovnou nulovou osou (průměrně 5 %), což napovídá, že vstup BDP 104 nebyl zcela přesně přizpůsoben nominální impedanci detekčního vodiče v potrubí. Tak malá odchylka přizpůsobení není na závadu.

Obrázek 2. na následující stránce ukazuje typické tvary grafů při výskytu svodu různé velikosti na trase vedení. Čísla u jednotlivých grafů vyjadřují relativní velikost svodového odporu vůči nominální impedanci vedení. Například graf s číslem 10 ukazuje průběh při svodu o desetinásobném odporu, což pro potrubí s nominální impedancí $220\ \Omega$ představuje svod $2,2\ \text{k}\Omega$. Nejspodnější graf s číslem 0 představuje svod s nulovým odporem, tedy zkrat, horní graf s číslem ∞ je bez svodu.

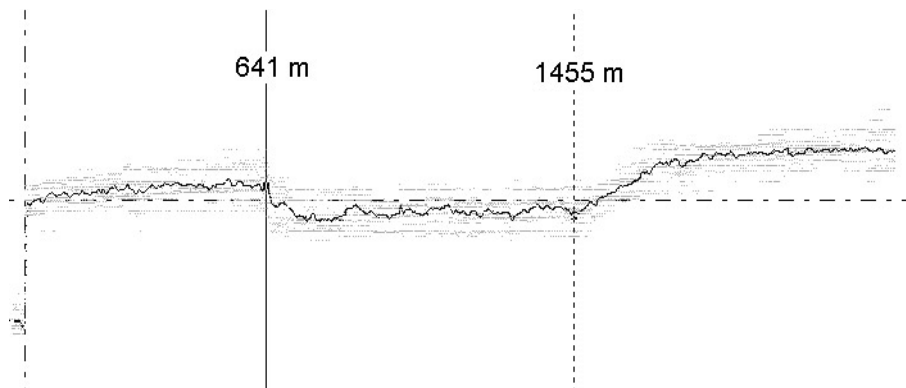
Reálná délka trasy je vymezena svislými osami. Případné skoky na grafech vpravo od čárkované osy již necharakterizují změny na trase, jsou to sekundární odrazy. Nicméně z druhého obrázku je zřejmé, že např. graf 10 (málo významný svod) má oproti grafu ∞ (bez svodu) nejzřetelnější odchylku právě v této oblasti. Dalo by se říci, že efekt svodu je zde v případě vedení s rozpojeným koncem “zesílen”. Tuto skutečnost lze využít jako indikaci svodu na trase, jeho polohu však lze odečíst vždy pouze dle polohy skoku v reálné oblasti grafu.

Mírný vzestup úrovně grafů od počátku je způsoben vlivem nenulového odporu detekčního vodiče.



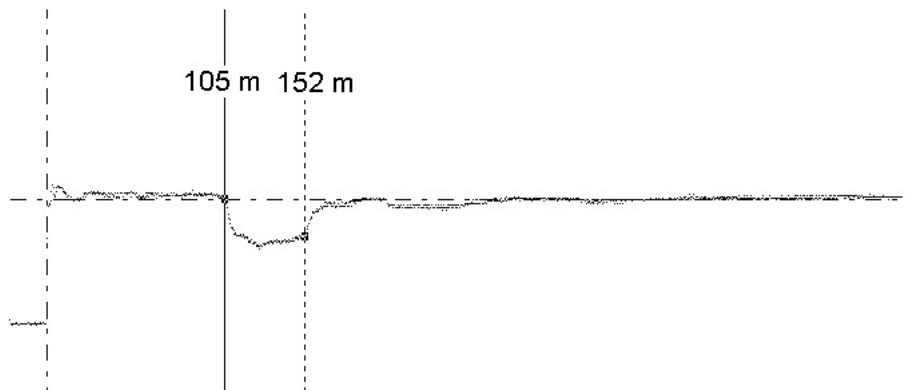
Obr.2

Na obrázku 3. je příklad velmi silně zarušeného průběhu (rušení 85 %), proloženého vyfiltrovaným grafem dodatečnou filtrací v programu RefMeter (rozsah filtru 15). Aktivní kursor (plný) ukazuje místo svodu kapalinou 641 m a referenční kursor (čárkovaný) ukazuje rozpojený konec vedení ve vzdálenosti 1455 m.



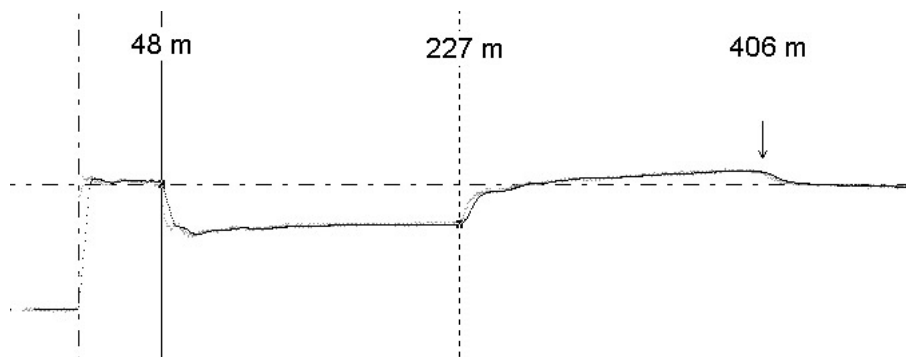
Obr. 3

Obrázek 4. ukazuje průběh signálu na potrubní trase, která je složena ze dvou sekcí, propojených dlouhým úsekem koaxiálního kabelu o podstatně nižší nominální impedanci (93Ω). Aktivní kursor ukazuje začátek kabelu 105 m, referenční kursor ukazuje jeho konec 152 m. Detekční vodič je přizpůsoben odporu 220Ω , koncový skok se neprojevil. Potrubí nevykazuje žádné poruchy. Rušení 11 %, nefiltrováno.



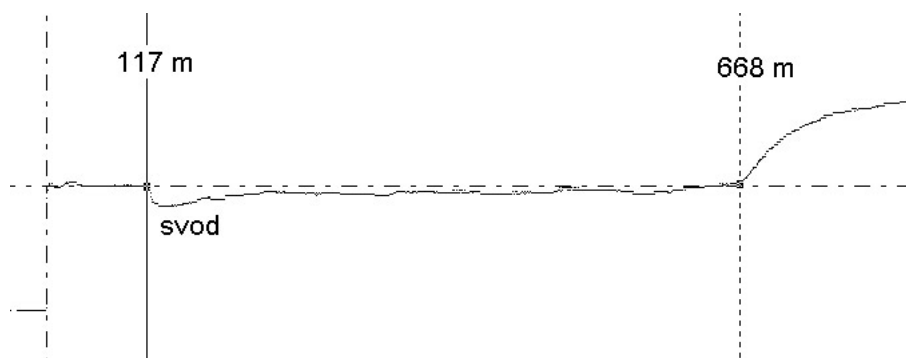
Obr. 4

Obrázek 5. ukazuje světlejší graf mírně zarušeného průběhu (rušení 9%) a zároveň tmavší graf téhož průběhu po filtraci (rozsah filtru 15). Je zde zřetelný náklon hran pulsů vlivem filtrace. Aktivní kursor ukazuje silný svod kapalinou ve vzdálenosti 48 m a referenční kursor přerušovaný konec ve vzdálenosti 227 m. Další menší skok dolů ve vzdálenosti 406 m je sekundární odraz na konci již odraženého pulsu od místa svodu: $227 + (227 - 48) = 406$.



Obr. 5

Obrázek 6. znázorňuje graf průběhu signálu na potrubí, u kterého se projevuje počátek úniku kapaliny malým svodem ve vzdálenosti 117 m (aktivní kursor). Mírný přeskmit skoku je způsoben kapacitní vazbou a napovídá, že unikající kapalina pronikla do pěny poblíž detekčního vodiče v trubce, ale galvanický kontakt je zatím nepatrný. Rozpojený konec ukazuje referenční kursor ve vzdálenosti 668 m.



Obr. 6

Správná interpretace naměřených grafů vyžaduje značnou zkušenost s používáním reflektometrických detektorů. Další příklady naměřených grafů, které by mohly přispět k objasnění problematiky budou postupně uveřejňovány na webových stránkách AN electronic <http://an.cz/> i se stručným komentářem přímo v editačním řádku souborů v programu RefMeter.

Obsah

1. Funkce BDP 104	1
2. Nastavení BDP 104	1
3. Měření	2
3.1. Připojení vstupu	2
3.2. Vstupní ochrana	3
3.3. Měřicí proces Graf	3
4. Impedanční přizpůsobení	3
4.1. Vstupní přizpůsobení	3
4.2. Koncové přizpůsobení	3
5. Vyhodnocení	4
5.1. Definice pojmů	4
5.2. Rušivé vlivy měření	4
5.3. Poruchy předizolovaného potrubí	5
5.4. Porovnání grafů	5
5.5. Příklady naměřených grafů	6



electronic

provozovna: Radlická 42, 150 00 Praha 5, Česká republika

tel.: +420 251560567

+420 251560577

+420 251560569

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

gsm: +420 603510833

fax: +420 251560570

e-mail: an@an.cz

www.an.cz