

METODICKÝ NÁVOD



Analýza přenosových parametrů metalických vedení

Ing. Bc. Ivan Pravda, Ph.D.

AUTOR

Ivan Pravda

NÁZEV DÍLA

Analýza přenosových parametrů
metalických vedení

ZPRACOVALO

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

KONTAKTNÍ ADRESA

Technická 2, Praha 6

**INOVACE, PRAKTICKÉ ZKUŠENOSTI A ATRAKTIVITA
VE VZDĚLÁVACÍCH PROGRAMECH PRO VOŠ**

<http://ipzavos.sssep9.cz>



**EVROPSKÁ
UNIE**

Evropský sociální fond
Praha & EU: Investujeme do vaší budoucnosti

CÍLE

Cílem úlohy je blíže seznámit studenty s metodikou měření a modelování útlumu metalických vedení spojené s vyhodnocováním přeslechu typů **NEXT** (*Near End CrossTalk*) a **FEXT** (*Far End CrossTalk*). Laboratorní úloha je tedy zaměřena na analýzu a vyhodnocení vlastností metalického vedení ve frekvenční oblasti.

ZÁKLADNÍ INFORMACE

Metalická vedení, realizovaná pomocí symetrických párů či různých variant párových čtyřek, jsou stále jedním ze základních přenosových médií používaných v telekomunikačních sítích, a to jak v lokálních sítích (např. strukturované datové rozvody realizované kabely typu **UTP** (*Unshielded Twisted Pair*) nebo **STP** (*Shielded Twisted Pair*)), tak v přístupových sítích, ve kterých jsou dnes využívány původní telefonní přípojky např. pro digitální přenos u systémů **ADSL** (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) a **VDSL** (*Very high speed Digital Subscriber Line*). Sledování kvality a měření provozních parametrů těchto telekomunikačních vedení je důležitým procesem vedoucím k zajištění spolehlivého provozu výše uvedených systémů.

OBSAH

ZADÁNÍ.....	5
TEORETICKÝ ROZBOR MĚŘENÍ	6
ÚTLUM	7
ÚTLUM PŘESLECHU NA BLÍZKÉM KONCI NEXT (NEAR END CROSSTALK).....	8
ÚTLUM PŘESLECHU NA BLÍZKÉM KONCI FEXT (FAR END CROSSTALK)	9
MODELOVÁNÍ PARAMETRŮ SYMETRICKÝCH VEDENÍ	10
DOMÁCÍ PŘÍPRAVA	11
POUŽITÁ ZAŘÍZENÍ	11
KONTROLNÍ OTÁZKY	11
POSTUP PRÁCE	12
POUŽITÁ LITERATURA.....	13

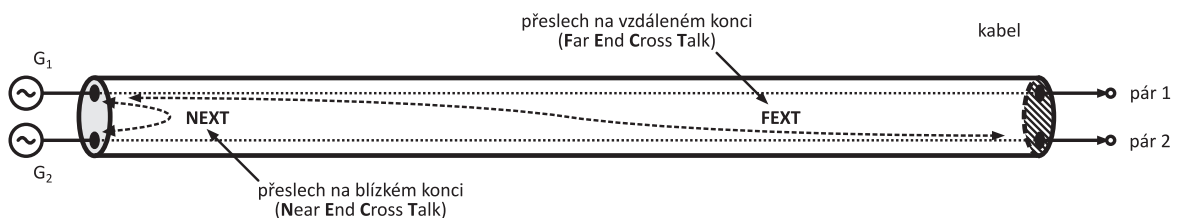
ZADÁNÍ

Seznamte se s metodikou měření a vyhodnocení přenosových parametrů metalických vedení. Své poznatky aplikujte měřením charakteristik předloženého vzorku vedení (útlum, přeslech typu NEXT) a stanovte pro daný vzorek vedení parametry k_{α} , k_{NEXT} a k_{FEXT} .

TEORETICKÝ ROZBOR MĚŘENÍ

Důležitou vlastností vedení, jakožto pasivního dvojbranu je útlum výkonu přenášeného ze vstupu na výstup. Má zásadní vliv na úroveň signálu přeneseného vedením a má tak podstatný vliv na informační propustnost metalického vedení pro digitální signál.

V prostředí metalických kabelů se také objevuje celá řada různých zdrojů rušení, které snižují informační propustnost symetrického vedení použitého pro přenos digitálního signálu. V případě vhodně navržených přenosových systémů je vliv vnitřních systémových rušení relativně malý (aproximováno bílým šumem Gaussovského charakteru **AWGN** (*Additive White Gaussian Noise*)) a informační propustnost je určena především externím rušením, zvláště pak přeslechy, vysokofrekvenčním rušením **RFI** (*Radio Frequency Interference*) a impulsním rušením.



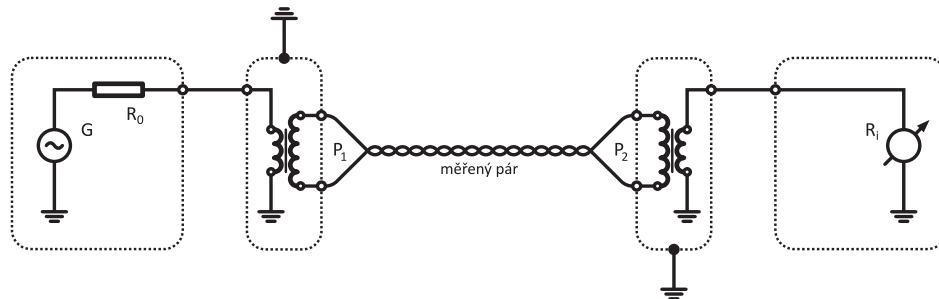
Obr. 1: Přeslechy typu NEXT a FEXT mezi jednotlivými páry symetrického kabelu

Nejvýznamnějším zdrojem rušení jsou obvykle ostatní přenosové systémy provozované v tomto kabelu. Každý pár je rušen různou měrou všemi ostatními páry v kabelu, se kterými je v souběhu. Podle toho, na jakém místě se přeslechy projevují, rozeznáváme podle obr. 1:

- přeslech na blízkém konci **NEXT**, který vzniká přenosem signálů z vysílače na ostatní páry ve stejném vícepárovém kabelu přes kapacitní a induktivní vazby na vstup přijímače na stejném konci a
- přeslech na vzdáleném konci **FEXT**, který se projevuje tím, že signály z vysílače na jiných párech ve stejném kabelu pronikají na vstup přijímače na opačném konci vedení.

ÚTLUM

Útlum je základním parametrem symetrického vedení a vyjadřuje schopnost přenosového média přenést signál představovaný elektrickým výkonem ze vstupu na výstup.



Obr. 2: Schéma zapojení pro měření útlumu vedení

$$A = 10 \cdot \log\left(\frac{P_1}{P_2}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{U_1}{U_2}\right) \quad [\text{dB}; \text{W}, \text{W}; \text{V}, \text{V}] \quad (1)$$

kde P_1 je výkon na vstupu vedení a P_2 je výkon na výstupu vedení, popřípadě jim odpovídající hodnoty napětí U_1 a U_2 (Pozn.: To však platí pouze pro případ, kdy jsou vstupní a výstupní impedance shodné.).

Často se vyjadřuje měrný útlum vedení, který představuje útlum vztahený na jednotku délky l v [km]:

$$\alpha = \frac{A}{l} \quad [\text{dB} \cdot \text{km}^{-1}; \text{dB}, \text{km}] \quad (2)$$

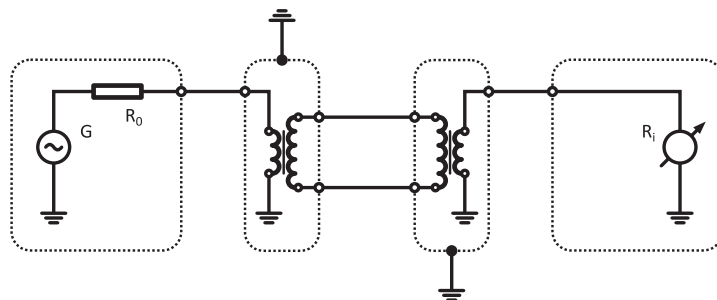
Před měřením útlumu je třeba provést kalibraci, při níž se změří celkový útlum symetrizačních transformátorů při propojení svorek krátkými propojkami (obr. 3) v celém frekvenčním pásmu a zaznamená se pro účely korekce naměřených hodnot (kalibrační hodnoty A_c).

Pozn.: Smyslem kalibrace je kompenzace útlumu symetrizačních transformátorů a dalších případných ztrát měřicí aparatury.

Po kalibraci se krátké propojky nahradí měřeným párem a proměří se závislost útlumu na frekvenci v celém požadovaném kmitočtovém pásmu A_m .

Výsledný korigovaný útlum A_x získáme prostým rozdílem:

$$A_x = A_m - A_c \quad [\text{dB}; \text{dB}, \text{dB}] \quad (3)$$



Obr. 3: Schéma zapojení pro kalibraci – stanovení hodnoty A_c

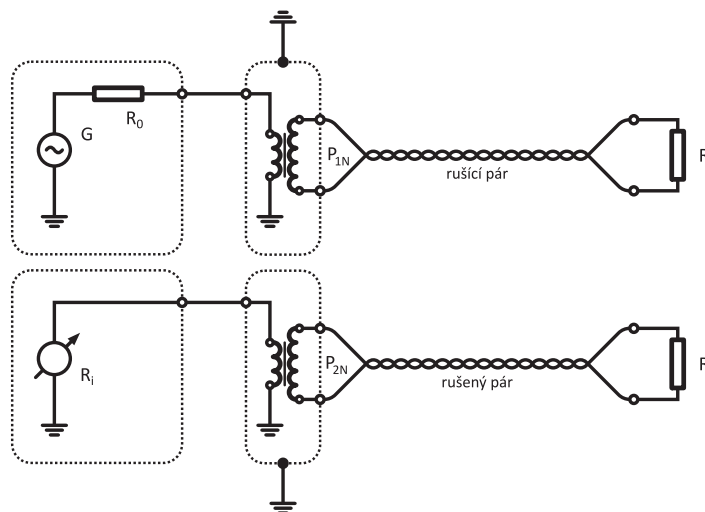
Pozn.: Důležité je impedanční přizpůsobení na obou koncích měřených párů !!!

ÚTLUM PŘESLECHU NA BLÍZKÉM KONCI NEXT (NEAR END CROSSTALK)

Získá se z poměru efektivních hodnot výkonů či napětí naměřených v zapojení dle obr. 4.

$$A_{NEXT} = 10 \cdot \log\left(\frac{P_{1N}}{P_{2N}}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{U_{1N}}{U_{2N}}\right) \quad [\text{dB}; \text{W}, \text{W}; \text{V}, \text{V}] \quad (4)$$

kde P_{1N} je vstupní výkon do rušícího páru a P_{2N} je výstupní výkon z rušeného páru na blízkém konci. Pro měření přeslechu na blízkém konci jsou generátor i přijímač připojeny na stejné straně měřeného kabelu, oba páry jsou na druhém konci impedančně přizpůsobeny.



Obr. 4: Schéma zapojení pro měření útlumu přeslechu na blízkém konci NEXT

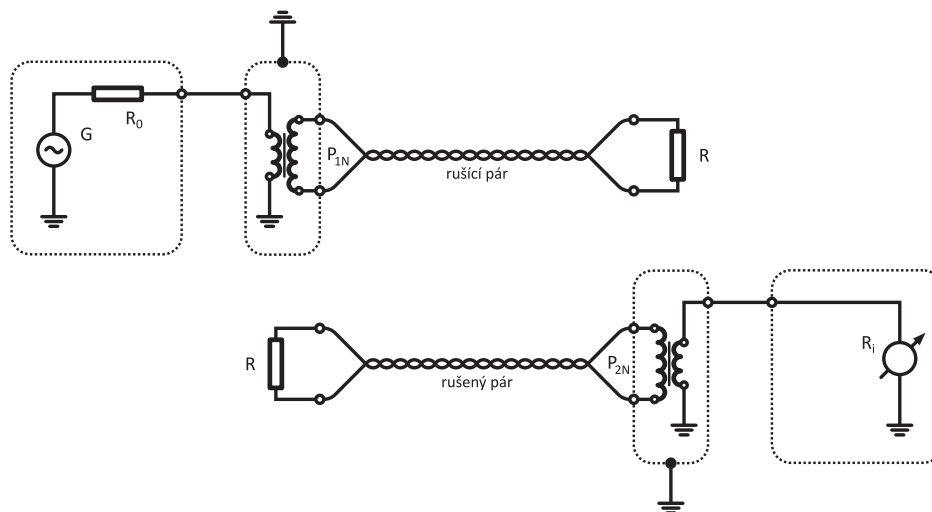
Pozn.: Principiálně se měří přeslechy stejně jako útlumu vedení a stejný je i postup při kalibraci. Konce vedení, které nejsou připojeny k přístrojům, musí být zakončeny odpory R s hodnotou blížíící se absolutní hodnotě charakteristické impedance vedení Z_c . Ostatní nepoužité páry, na kterých se neprovádí měření, mohou zůstat bez zakončení, tj. zakončeny naprázdno.

ÚTLUM PŘESLECHU NA BLÍZKÉM KONCI FEXT (FAR END CROSSTALK)

Získá se z poměru efektivních hodnot výkonů či napětí naměřených v zapojení dle obr. 5.

$$A_{FEXT} = 10 \cdot \log\left(\frac{P_{1N}}{P_{2N}}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{U_{1N}}{U_{2N}}\right) \quad [\text{dB}; \text{W}, \text{W}; \text{V}, \text{V}] \quad (5)$$

kde P_{1N} je vstupní výkon do rušícího páru a P_{2N} je výstupní výkon z rušeného páru na blízkém konci. Pro měření přeslechu na blízkém konci jsou generátor i přijímač připojeny na stejné straně měřeného kabelu, oba páry jsou na druhém konci impedančně přizpůsobeny.



Obr. 5: Schéma zapojení pro měření útlumu přeslechu na vzdáleném konci FEXT

Pozn.: Principiálně se měří přeslechy stejně jako útlumu vedení a stejný je i postup při kalibraci. Konce vedení, které nejsou připojeny k přístrojům, musí být zakončeny odpory R s hodnotou blížíící se absolutní hodnotě charakteristické impedance vedení Z_c . Ostatní nepoužité páry, na kterých se neprovádí měření, mohou zůstat bez zakončení, tj. zakončeny naprázdno.