

Analyzátor VDMT

popis programu

Katedra telekomunikační techniky

Fakulta elektrotechnická

České vysoké učení technické v Praze

Obsah

1.	Modulace DMT a VDMT pro přípojky xDSL	4
2.	Analýza přínosů VDMT prostřednictvím modifikace parametrů přeslechu	4
2.1	Program Analýza VDMT	5
2.2	Popis funkce programu	5
2.2.1	Výpočet parametrů topologie účastnického vedení	5
2.2.2	Výpočet přeslechového rušení	6
2.2.3	Parametry vkládaného souboru s průběhem rušení	8
2.2.4	Výpočet parametrů přenosu digitálních přípojek	9
2.2.5	Typy přípojek xDSL a jejich parametry	9
2.2.6	Varianty přeslechového rušení	9
2.2.7	Definování topologie metalického vedení	12
3.	Systémové požadavky pro správnou činnost programu	12
3.1	Instalace a spuštění programu	13
3.1.1	System Windows®	13
3.1.2	Instalace MCR v prostředí Windows®	13
3.1.3	Spuštění simulačního programu v prostředí Windows®	13
3.1.4	Systemy UNIX	13
3.1.5	Instalace MCR v prostředí UNIX	14
3.1.6	Spuštění simulačního programu v prostředí UNIX	14

Podmínky používání programu Analyzátor VDMT

Použití programu je možné pouze pro informativní, výukové, nekomerční nebo osobní účely. Výsledky výpočtů a simulací mohou být citovány s uvedením odkazu na simulační program. Použití za jiným účelem je trestné podle autorského, občanského nebo trestního práva.

Úplné nebo částečné kopírování či imitování designu programu je zakázáno. Žádná loga, grafika či obrázky nesmí být bez výslovného souhlasu autora kopírovány ani rozšiřovány.

Program byl testován při standardním nastavení operačního systému. Je možné, že určitým nastavením systému, instalací ovladačů nebo vlivem jiných programů budou některé funkce programu nepoužitelné. Před instalací doporučujeme provést zálohu všech vašich dat.

Při instalaci programu může dojít k narušení operačního systému, narušení jiných dříve instalovaných programů nebo dokonce i ke ztrátě dat. Autoři nenesou zodpovědnost za přímé či nepřímé finanční ani majetkové újmy, sníženou použitelnost majetku, poškození smluvních vztahů, protiprávní jednání, poškození zdraví ani za jakékoliv jiné újmy v souvislosti s používáním programu.

Názvy skutečných společností a produktů dále uvedených mohou být ochranné známky příslušných vlastníků.

Program vznikl v rámci projektu **NPV 1ET300750402** - Specifikace kvalitativních kritérií a optimalizace prostředků pro vysokorychlostní přístupové sítě.

Copyright (C) 2008 České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra telekomunikační techniky. All rights reserved. Všechna práva vyhrazena.

1. Modulace DMT a VDMT pro přípojky xDSL

Přípojky ADSL a VDSL používají modulaci s více nosnými, která se označuje jako DMT (Discrete MultiTone). Modulace DMT je použita i pro druhé generace zmíněných přípojek. Pomocí modulace DMT lze efektivněji řešit negativní vlivy nedokonalé přenosové cesty a rušící jevy okolí na užitečný signál při přenosu po symetrickém páru v metalické přístupové síti. Modulace DMT principiálně rozděluje celé využívané frekvenční pásmo na řadu menších subpásem s konstantní frekvenční šířkou. V těchto subpásmech, označovaných také jako subkanály, se provádí modulace uživatelských dat pomocí kvadraturně amplitudové modulace (QAM). Modulace DMT se realizuje pomocí inverzní Fourierovi transformace (v diskretní formě - IDFT), pomocí které se skupina symbolů QAM ve všech subkanálech převede do časové oblasti na tzv. DMT symbol.

Modulace Vectored DMT (VDMT) je rozšířením klasické DMT modulace pro celou skupinu přípojek xDSL (Digital Subscriber Line). Vzhledem k charakteru přenosového prostředí jsou dominantní složkou šumu přeslechy od ostatních vedení v kabelu, což značně snižuje přenosovou rychlost přípojek xDSL.

Přeslech na blízkém konci NEXT (Near End Cross Talk) se dá efektivně eliminovat pomocí frekvenčního dělení směrů přenosu (FDD – Frequency Division Duplex). Nutnost potlačení přeslechu na vzdáleném konci FEXT (Far End Cross Talk) je aktuální zejména při zkracování délek účastnických vedení a při rozšiřování využívaného frekvenčního pásma. Modulace VDMT je navržena právě pro potlačení přeslechu FEXT především u přípojek VDSL2, které využívají pásmo až 30 MHz. VDMT je rozšířením modulace DMT na více-uživatelské prostředí a řeší problém systému typu MIMO (Multiple Input, Multiple Output).

Principem VDMT je upravit každý aktuálně vysílaný DMT symbol na každém symetrickém páru s ohledem na aktuální parametry přenosového prostředí. Pro správnou funkci VDMT je tedy nutné znát parametry přenosové cesty včetně přeslechů od okolních přípojek, které jsou umístěny ve stejném svazku metalického kabelu. Parametry přenosové cesty jsou zjišťovány během procesu navazování spojení mezi účastnickým modemem a přístupovým multiplexorem DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer). Ke kompenzaci přeslechů je nutné mít k dispozici signály vysílané všemi přípojkami. Tyto signály jsou přítomny v zařízení DSLAM, ale ne v účastnických modemech. Proto je nutné kompenzaci provádět pro oba směry přenosu v DSLAM, resp. pro směr upstream kompenzaci přeslechů na přijímací straně a pro směr downstream předkompenzaci signálu na straně vysílače.

Pro metalické kabely s mnoha set symetrickými páry bude provádění plné koordinace provozu velmi náročné na výpočty související s úpravou DMT symbolů a na výpočty související se získáváním parametrů přenosového prostředí. Například pro 50přípojek VDSL ($N = 4096$, $V_m = 4$ kD) se bude muset každou sekundu provést v příslušném DSLAM jen při úpravách vysílaných DMT symbolů $40,960 \times 10^9$ matematických operací.

2. Analýza přínosů VDMT prostřednictvím modifikace parametrů přeslechu

Z výše uvedeného vyplývá vysoká výpočetní náročnost při implementaci principů VDMT do zařízení DSLAM. Z důvodů vysoké výpočetní náročnosti jsou pak velmi omezeny i možnosti provádět simulace, které by měly dát odpověď na zisky pro poskytovatele připojení, pokud se rozhodnou zavádět pokročilou modulaci VDMT. Analyzovat přínosy VDMT pro datové přenosy v infrastruktuře metalické přístupové sítě a je možné i odlišným způsobem.

Vliv koordinace vysílání, tedy úpravy vysílaných DMT symbolů může být vyjádřen i jinak. Pro potřeby teoretických simulací může být změna resp. snižování přeslechového rušení dosaženo přepočtem parametru, který reprezentuje přeslechovou vazbu K_i v mocninném modelu pro výpočet přeslechového rušení. Výhoda tohoto postupu tkví v tom, že není nutné empirickými měřeními zjišťovat novou hodnotu mocninného koeficientu v mocninném

modelu v závislosti na počtu koordinovaných přípojek. Při implementaci metodiky do simulačního programu je nutné vzít v úvahu změnu polohy pro tzv. nejhorší případ a změnu v počtu rušících přípojek v kabelovém svazku.

Na základě reálně změřených parametrů přeslechu, mezi symetrickými páry v rámci jedné skupiny, lze uvažovat normální rozložení hodnot parametrů přeslechu se střední hodnotou, která se rovná parametru přeslechu u lineárního modelu. Proces koordinace pak bude představovat výpočet nového parametru zbytkového přeslechu $K_{i,z}$ na křivce distribuční funkce normálního rozložení. Hodnota parametru zbytkového přeslechu mocninného modelu se bude měnit při postupné koordinaci tak, jak budou ubývat nejsilnější zdroje přeslechů.

Uvedeným postupem respektujeme změnu polohy rušících přípojek, resp. změnu polohy nejhoršího případu zdroje rušení. Pro respektování snížení počtu rušících přípojek je nutné stanovit modifikovaný parametr zbytkového přeslechu. Vycházíme z celkové úrovně přeslechového rušení, od které odečteme úroveň rušení eliminovanou provedením koordinace. Výsledná zbytková úroveň rušení je charakterizována modifikovaným parametrem zbytkového rušení.

2.1 Program Analýza VDMT

Popisovaný simulační program je určen pro výpočty a analýzu přínosů modulace VDMT pro výkonnost přenosu přípojek xDSL, které používají modulaci DMT. Program vyžaduje nainstalované prostředí MATLAB[®]. Uživatel komunikuje s programem prostřednictvím přehledného grafického rozhraní.

Programové modelování metalické přístupové sítě a provozu v ní, je rozdělitelné do modelování tří hlavních oblastí. První je modelování vlastností symetrického páru a modelování topologie metalického kabelu v přístupové síti. Druhou oblastí je modelování vysílacích parametrů koncových zařízení jednotlivých technologií. Třetí oblastí je simulace vzájemných přeslechových vazeb mezi jednotlivými symetrickými páry v kabelu respektive mezi jednotlivými přenosovými technologiemi a vliv koordinace vysílání prostřednictvím modifikace parametru přeslechu.

Vstupními parametry programu jsou charakter a topologie účastnického vedení, charakter přenosového prostředí, typ xDSL přípojky a počet koordinovaných systémů. Program je schopen, dle zadaných vstupních parametrů, spočítat hodnoty teoretické výkonnosti přenosu přípojky xDSL.

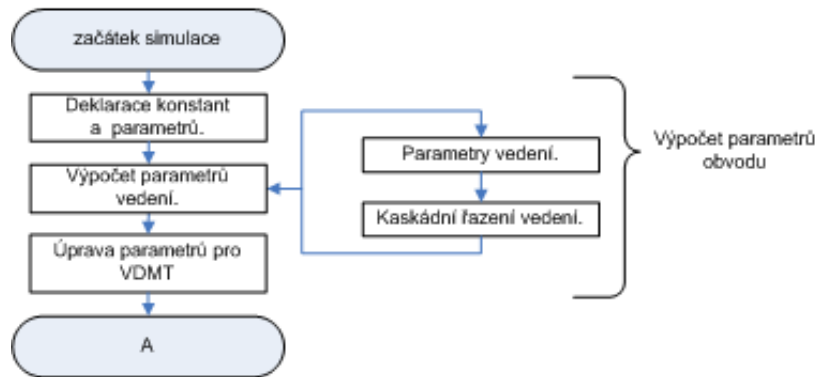
2.2 Popis funkce programu

Program má modulární řešení s možností snadné modifikace stávajících modulů a v snadném přidání zcela nových. Program disponuje přehledným grafickým rozhraním. Výstupem z programu jsou grafy a hodnoty s výkonností přenosu.

2.2.1 Výpočet parametrů topologie účastnického vedení

Hlavní tělo programu spustí uživatel po kliknutí na tlačítko. Poté dojde k vyčtení potřebných hodnot ze vstupního formuláře grafického rozhraní a podle zvoleného typu přípojky si program načte zbývající konstanty z interního modulu.

Po získání všech nezbytných vstupních dat, následuje spočtení charakteristik nadefinované topologie vedení (primární a sekundární parametry vedení, celková přenosové funkce vedení, útlumová charakteristika, přeslechové konstanty NEXT a FEXT atd). Při více zařazených úsecích se využijí závěry z teorie vedení o kaskádním řazení dvoubanů (viz. Obr. 1).



Obr. 1 - Blokové schéma části programu pro výpočet parametrů vedení.

Je-li ve vstupním formuláři zadán požadavek na výpočet pomocí zadání útlumu úseku vedení (viz. dále), dojde ke změně v postupu získávání sekundárních parametrů vedení (přenosová funkce úseku vedení) a k určení konstant přeslechových vazeb.

Při požadavku na provádění koordinace vysílání se v závislosti na počtu rušících přípojek a na počtu koordinovaných přípojek stanoví nová hodnota modifikovaného zbytkového parametru přeslechu.

2.2.2 Výpočet přeslechového rušení

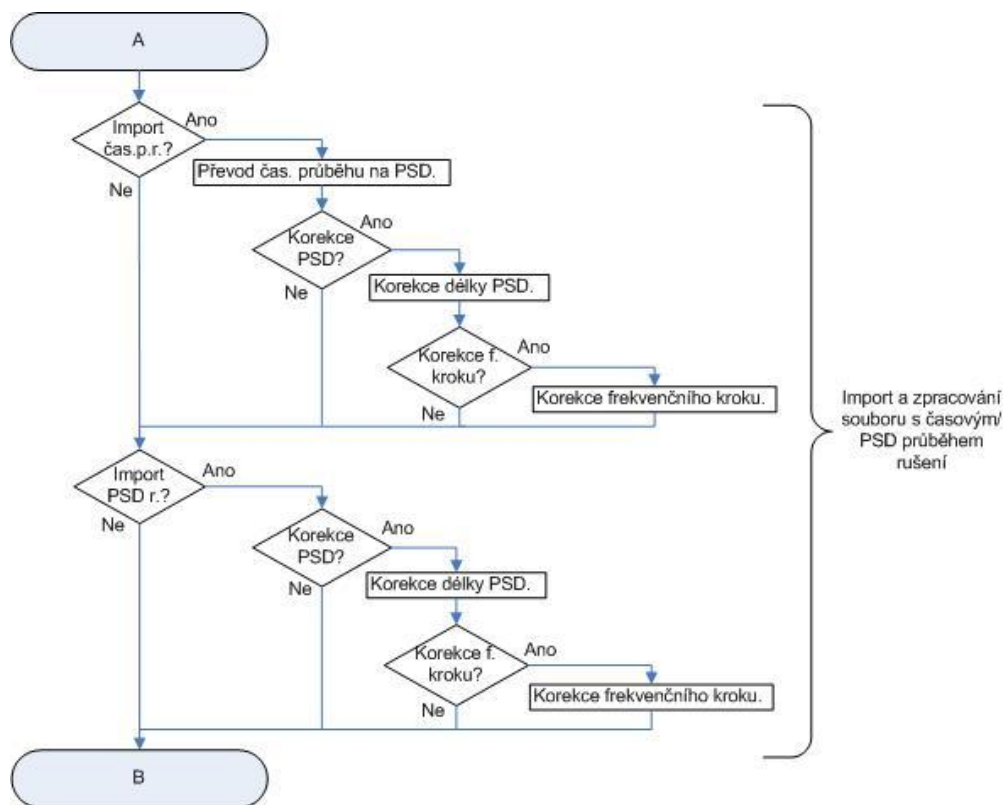
Po spočtení parametrů vedení následuje výpočet přeslechového rušení, které představuje rušení od souběžně pracujících přenosových systémů a simuluje tak reálnou situaci v přístupové síti. Simulovat prostředí v reálné přístupové síti lze dvěma způsoby:

- Je možné využít zjednodušený způsob získání výsledného průběhu výkonové PSD (Power Spectral Density) rušení přeslechy, kdy se vychází z předdefinovaných tzv. modelových profilů rušení.
- Je možné superponovat masky přeslechu přímo od jednotlivých přenosových systémů a tím modelovat nejrůznější situace na účastnickém vedení.

V rámci vyšší funkcionality programu je možné nahrát soubor, ve kterém jsou uloženy hodnoty s časovým průběhem nebo s průběhem výkonové PSD rušení. Tyto průběhy může uživatel získat například měřením v reálné síti digitálním osciloskopem nebo přímo měřičem úrovně. Takto získané údaje je pak v programu možné doplnit o kombinaci dalších technologií a v podstatě tak získat pohled na budoucí situaci v přístupové síti se zohledněním aktuálního stavu.

Pokud je do programu nahrán časový průběh rušení (resp. průběh PSD rušení), musí uživatel zadat ve vstupním formuláři ještě délku celé sekvence časového průběhu (resp. frekvenční krok PSD). Po spuštění simulace dojde ke kontrole validity dat v souboru s ohledem na typ požadované simulace. Validitou se rozumí dostatečný počet vzorků rušení a odpovídající správný frekvenční krok. Celý postup programu, při využití funkce k nahrávání souboru se vzorky rušení, je uveden na Obr. 2.

Program z časového průběhu rušení vypočte oboustranné spektrum signálu a následně průběh masky jednostranné výkonové PSD. Přičemž první vzorek je velikost stejnosměrné složky signálu. Další procedury v úpravě vytvořeného průběhu PSD jsou shodné s dále popsáním postupem při importu souboru se zaznamenanou PSD rušení.



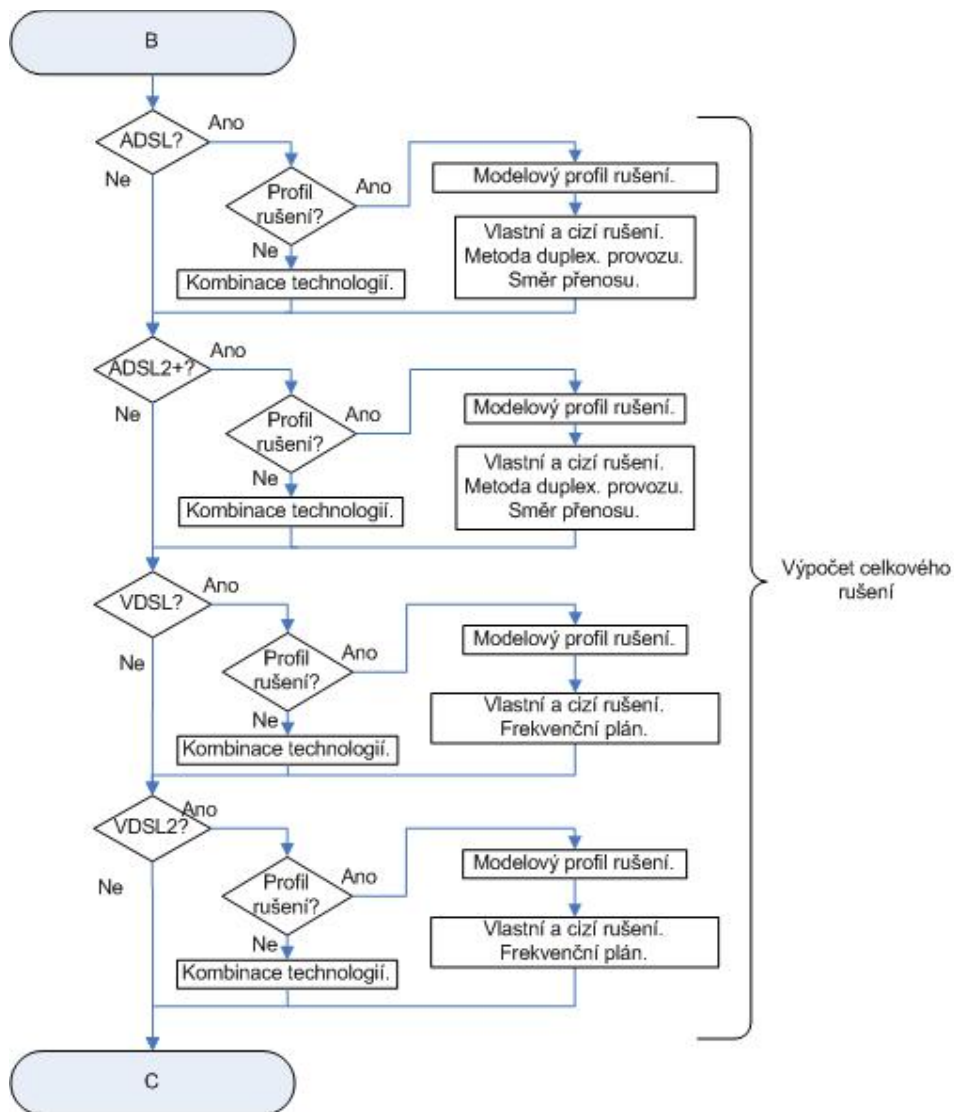
Obr. 2 - Blokové schéma části programu zpracovávající vstupní soubor s průběhem rušení.

Po nahrání souboru s průběhem jednostranné výkonové PSD rušení dojde k určení šířky pásma a velikosti vzorkovací frekvence. Velikost šířky frekvenčního pásma musí odpovídat zvolené přenosové technologii. Je-li šířka pásma menší než je přípustné, bude doplněna na požadovanou šířku hodnotami šumu pozadí AWGN = -140 dBm/Hz (Additive White Gaussian Noise) s frekvenčním krokem, který odpovídá kroku PSD. Je-li šířka pásma větší než je nezbytné, bude PSD zkrácena.

Pro potřeby dalších výpočtů v programu je potřeba, aby velikost frekvenčního kroku (frekvenční rast u PSD) odpovídal konkrétní přesné hodnotě dle přenosové technologie. Je-li frekvenční krok roven požadované hodnotě, jeho korekce není nutná. Pokud je frekvenční krok menší než požadovaná hodnota, je třeba provést decimaci PSD. Decimace se provádí pomocí funkce prostředí MATLAB[®] s úpravou signálu pomocí dolní propusti osmého řádu s Čebyševovou aproximací. K takto korigované nahrané PSD je možné přidat masku PSD, která bude spočtena kombinací přenosových technologií.

Výpočet výsledné masky PSD rušení je uveden na Obr. 3. Při využití modelových profilů rušení jsou pro zadanou přenosovou technologii načteny z knihoven příslušné průběhy přeslechového rušení. Z těchto průběhů pak pomocí analytických vztahů program vypočte výslednou masku PSD rušení.

Při výpočtech kombinací technologií se vychází z analytických vztahů, které popisují průběh vysílacích masek PSD jednotlivých přenosových technologií. Z vysílacích masek PSD se stanovují analytickými vztahy, které zohledňují i počet transceiverů dané technologie v metalickém kabelu, příslušné přeslechové profily.



Obr. 3 - Blokové schéma části programu pro výpočet výsledného průběhu přeslechového rušení.

2.2.3 Parametry vkládaného souboru s průběhem rušení

Formát souboru musí být .CSV (např. export z Excelu) nebo .TXT (číselné hodnoty s desetinnými tečkami oddělené Entrem).

- Časový průběh rušení – vzorky napětí ve Voltech sejmuté např. osciloskopem na symetrickém vedení (referenční zakončení 100 Ω) při dostatečně vysoké vzorkovací frekvenci (minimálně dvojnásobek šířky pásma používaného simulovaným systémem, tj. např. 2,3 MHz pro ADSL; 4,5 MHz pro ADSL2+ atd.) s dostatečnou délkou sekvence, tj. min. 0,01 s pro SHDSL (doporučujeme min. 20000 vzorků); min. 0,0025 s pro ADSL (doporučujeme min. 5000 vzorků). Čím větší je počet vzorků, tím přesněji je vypočtena pro potřeby simulace výkonová spektrální hustota.
- Spektrální výkonovou hustotu rušení - hodnoty v dBm/Hz by měly být pro simulaci ADSL a VDSL s krokem odpovídajícím rozteči subkanálů DMT, tj. 4312,5 Hz (zadává se jako

parametr v Hz s desetinnou tečkou). Počet hodnot by měl odpovídat šířce pásma simulovaného systému.

2.2.4 Výpočet parametrů přenosu digitálních přípojek

Po spočtení parametrů zadané topologie účastnického vedení a po získání výsledné masky PSD rušení, může program provést odhad parametrů výkonnosti přenosu digitální účastnické přípojky. Celý postup výpočtu, který je programem realizován je uveden na Obr. 4.

Při odhadu velikosti přenosových rychlostí ve směru upstream (datový přenos k poskytovateli připojení) a ve směru downstream (datový přenos k účastníkovi) se počítá kompletní bitová rychlost na přenosovém médiu včetně záhlaví. Užitečná rychlost může být nižší o záhlaví protokolů vyšších vrstev komunikace. Spočtené hodnoty jsou teoretické a v praxi jsou ještě navíc limitovány konkrétním použitým zařízením a způsobem přenosu (např. u ADSL celistvými násobky 32 kbit/s, limit pro upstream 800 nebo 1024 kbit/s) nebo kódovým ziskem započítávaným konkrétním modemem.

2.2.5 Typy přípojek xDSL a jejich parametry

Program dovoluje počítat parametry přenosu pro následující xDSL přípojky:

- ADSL over ISDN – dle doporučení ITU-T G.992.1 Annex B.
- ADSL over POTS – dle doporučení ITU-T G.992.1 Annex A.
- ADSL2+ over ISDN – dle doporučení ITU-T G.992.5 Annex B.
- ADSL2+ over POTS – dle doporučení ITU-T G.992.5 Annex A.
- VDSL over ISDN – dle doporučení ITU-T G.993.1.
- VDSL2 (doporučení ITU-T G.993.2) - vybrané profily pro Evropu (Annex B)

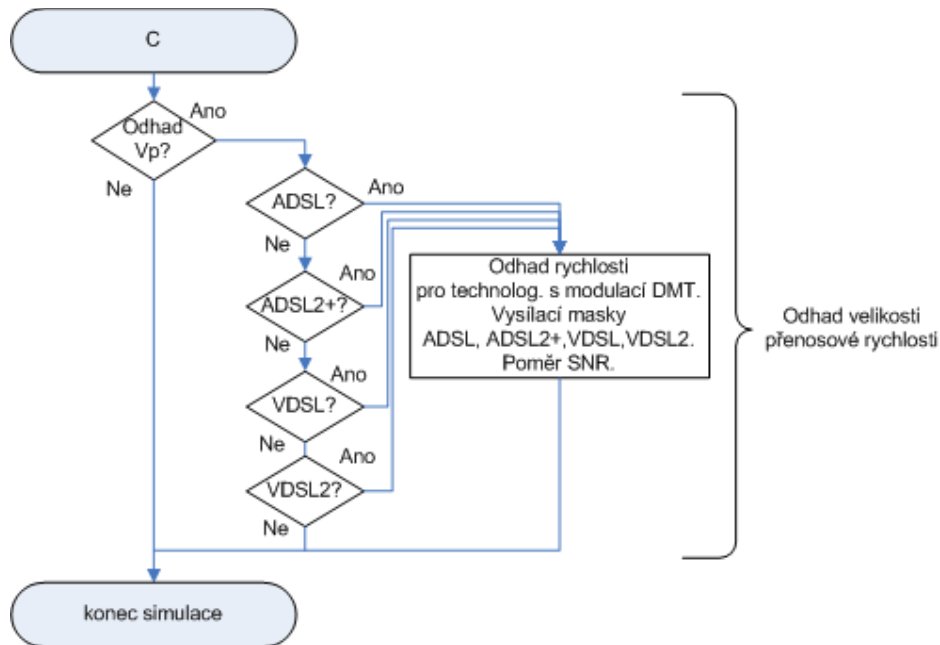
Podle zvoleného typu přípojky musí uživatel určit ještě některé doplňkové parametry.

- Pro přípojku ADSL/ADSL2+ se volí metoda duplexního přenosu:
 - FDD – frekvenční dělení.
 - EC – potlačení ozvěn.
- Pro přípojku VDSL je vždy použita varianta FDD, ale volí se frekvenční plán:
 - A – vhodnější pro asymetrický přenos.
 - B – vhodnější pro symetrický přenos.
- Pro přípojku VDSL2 je vždy použita varianta FDD, ale volí se frekvenční plán:
 - plán 8b, 12a, B7-3, B8-2, B7-9, B8-9, B7-10, B8-13.

2.2.6 Varianty přeslechového rušení

Profil přeslechového rušení v přenosovém prostředí je možné zadat pomocí voleb:

- Modelový profil A – velmi silné rušení v kabelovém svazku, přípojka je provozována v kabelu s vysokou obsazeností digitálními systémy.



Obr. 4 - Blokové schéma poslední části programu s odhadem přenosové rychlosti.

- Modelový profil B – střední úroveň rušení v kabelovém svazku, přípojka je provozována v kabelu se střední obsazeností digitálními systémy.
- Modelový profil C – představuje kabelový svazek se stejnou obsazeností digitálními systémy jako v modelovém profilu B, navíc jsou v kabelu provozovány přenosové systémy PCM a ISDN-PRA s linkovým kódem HDB3.
- Modelový profil D – představuje kabelový svazek kabel s padesáti procentní obsazeností přenosových systémů stejného typu jako je zvolená digitální přípojka.
- Kombinace technologií – při volbě této položky se pro výpočet přeslechového rušení využije skladba systémů definovaná uživatelem.
- Kombinace technologií + časový průběh rušení – tato volba umožňuje do programu nahrát vlastní soubor s časovým průběhem rušení, které bylo zaznamenáno například digitálním osciloskopem. Pro výpočet rušení lze pak k nahranému časovému průběhu přidat další přeslechové rušení dle uživatelem zadané kombinace technologií.
- Kombinace technologií + průběh PSD rušení – obdobně jako v předchozí položce umožňuje tato volba nahrát do programu vlastní soubor s průběhem jednostranné spektrální výkonové hustoty rušení, která byla změřena například spektrální analyzátořem. Pro výpočet rušení lze pak k nahranému průběhu jednostranné PSD přidat další přeslechové rušení dle uživatelem zadané kombinace technologií.
- Kombinace technologií + VDMT – při této volbě se uživateli zpřístupní položky k zadání parametrů pro provedení výpočtu koordinace vysílání. Při zvolení automatického výpočtu v zadaném intervalu délek účastnického vedení, program odhaduje parametry výkonnosti přenosu automaticky pro 0 až 49 koordinovaných přípojek xDSL stejného typu jako je přípojka xDSL jejíž parametry jsou odhadovány. Výstupem pak mohou být 3D grafy nebo soubory s odhadnutými parametry výkonnosti přenosu.

Zadávání profilu rušení pomocí kombinace technologií, které pracují na sousedních párech svazku metalického kabelu, umožňuje testovat konkrétní situace a tedy konkrétní výkonnost

přenosu zkoumané xDSL přípojky. V simulačním programu je možné zadat následující typy a počty přípojek:

- SHDSL – celkem až tři skupiny přípojek s 16-TCPAM se vzájemně různými přenosovými rychlostmi.
- HDSL – uvažuje se s dvoupárová varianta.
- ADSL/2+ over POTS, ADSL/2+ over ISDN – mimo počtu přípojek se zde volí i varianta vytvoření duplexního provozu (FDD nebo EC).
- ISDN-BRA - základní přístup ISDN s kódem 2B1Q.
- ISDN-PRA - primární přístup ISDN s rychlostí 2048 kbit/s s kódem HDB3 (příp. jiný linkový systém E1, PCM30/32).
- VDSL – pro tento typ přípojky se počítá vždy s metodou FDD a je možné zadat počet přípojek s variantami frekvenčního plánu A nebo B.
- VDSL2 – pro tento typ přípojky se počítá vždy s metodou FDD a je možné zadat počet přípojek s variantami frekvenčního plánu 8b, 12a, B7-3, B8-2, B7-9, B8-9, B7-10, B8-13.

Při výpočtech se zohledňuje i parametr Šumová rezerva (Noise Margin). Pomocí této proměnné lze ovlivnit výkonnost přenosu digitální přípojky. Proměnná udává rezervu v hodnotě odstupu signálu od šumu (SNR) s jakou se navazuje spojení a která zajišťuje nepřerušování účastnického provozu při částečném zhoršení přenosových podmínek. Obvyklá je hodnota 6 dB. Hodnota 0 dB je hraniční a měla by ještě zajistit chybovost při přenosu menší než $BER = 10^{-7}$.

Uživatel si může i nastavit hodnotu šumu přípojky AWGN (obvykle AWGN= -140 dBm/Hz). Pro simulaci odhadu parametrů výkonnosti přenosu program automaticky nastavuje následující vstupní parametry, které odpovídají jednotlivým přípojkám xDSL (f_k – frekvenční krok, f_h – horní mezní frekvence, Z – zakončovací impedance). Odhad přenosových rychlostí se provádí pro oba směry.

- Pro přípojku ADSL over POTS, ADSL over ISDN se nastaví následující parametry:
 - $f_k = 4,3125$ kHz.
 - $f_h = 1\ 104$ kHz.
 - $Z = 100$ Ω .
- Pro přípojku ADSL2+ over POTS, ADSL2+ over ISDN se nastaví následující parametry:
 - $f_k = 4,3125$ kHz.
 - $f_h = 2\ 208$ kHz.
 - $Z = 100$ Ω .
- Pro přípojku VDSL (frekvenční plán A i B) se nastaví následující parametry:
 - $f_k = 4,3125$ kHz.
 - $f_h = 12\ 000$ kHz.
 - $Z = 100$ Ω .
- Pro přípojku VDSL2 over ISDN (frekvenční plán 8b, 12a, B7-3, B8-2) se nastaví následující parametry:
 - $f_k = 4,3125$ kHz.
 - $f_h = 12\ 000$ kHz.
 - $Z = 100$ Ω .
- Pro přípojku VDSL2 over ISDN (frekvenční plán B7-9, B8-9) se nastaví následující parametry:
 - $f_k = 4,3125$ kHz.
 - $f_h = 17\ 000$ kHz.
 - $Z = 100$ Ω .

- Pro přípojku VDSL2 over ISDN (frekvenční plán B7-10, B8-13) se nastaví následující parametry:
 - $f_k = 4,3125$ kHz.
 - $f_h = 30\,000$ kHz.
 - $Z = 100 \Omega$.

2.2.7 Definování topologie metalického vedení

Topologie účastnického vedení je možné modelovat až 10-ti úseky různého typu vedení s definovanou délkou úseku [km]. Jednotlivé úseky mohou mít charakter vedení nebo nezakončené odbočky (Bridged Tap). Typ kabelu v jednotlivých úsecích je charakterizován zejména průměrem jádra [mm] a provedením izolace. Je možno volit mezi těmito typy:

- Typické evropské kabely specifikované dle ETSI v doporučení ITU-T G.996.1 s průměrem jádra - 0,32 (ETSI) - 0,4 (ETSI) - 0,5 (ETSI) - 0,63 (ETSI) - 0,9 (ETSI).
- Typický místní čtyřřivý kabel TCEPKPFLE z produkce Pražské kabelovny a.s. s průměrem jádra - 0,4 (Prakab) - 0,6 (Prakab) - 0,8 (Prakab).
- Typický místní čtyřřivý kabel TCEPKPFLE dle údajů Českého Telecomu (Telefonica O2, Czech Republic a.s.) - 0,4 (CT) - 0,6 (CT) - 0,8 (CT).
- Vnitřní kabely SXKFY - 0,5 (izolace PE), SYKFY - 0,5 (izolace PVC), UCEKFY - 0,4 (izolace PE), UTP cat 5 - 0,5 (kabel pro LAN do 100 MHz).

Za normálních podmínek se odvíjejí parametry přeslechů od zvoleného typu vedení. Program však také umožňuje provádět simulace s využitím útlumu přeslechu úseku vedení. Simulace tak zohledňuje uživatelem zadané hodnoty (získané např. měřením) pro nejhorší případ v kabelu (nejčastěji vedení v rámci jedné čtyřky):

- Útlum přeslechu na blízkém konci při referenčním kmitočtu $A_{NEXT}(f_{ref})$ v [dB].
- Útlum přeslechu na vzdáleném konci při referenční frekvenci $A_{FEXT}(f_{ref})$ a délce l v [dB].
- Útlum vedení při referenční frekvenci $A(f_{ref})$ v [dB] a při délce l .
- Referenční frekvence f_{ref} v [kHz].
- Délka vedení l v [km].

Podobně jako při definování profilu přeslechového rušení je možné nahrát soubor s průběhem přenosové funkce vedení, která byla změřena na reálném úseku vedení nebo získána z jiného simulačního programu.

3. Systémové požadavky pro správnou činnost programu

Program je vytvořen v prostředí MATLAB[®] verze 7.0.4 (R14) – SP2. Na platformě nebo verzi operačního systému nezáleží. Pro bezproblémové využívání simulačního programu jsou doporučené následující hardwarové požadavky:

- Procesor alespoň 1GHz Intel PIII/P4 nebo ekvivalentní AMD.
- Operační paměť alespoň 256 MB.
- Rozlišení monitoru 1280x1024 bodů.
- Volné místo na pevném disku přibližně 5MB.

Pokud na osobním počítači, na kterém je třeba simulační program využívat, není nainstalováno prostředí MATLAB[®], je nutné na daný počítač nainstalovat výpočetní jádro MCR (MATLAB Component Runtime). Je-li na cílovém počítači nainstalováno prostředí MATLAB[®], postačuje pouze základní instalace komponenty MATLAB[®] bez dalších tzv. toolboxů.

3.1 Instalace a spuštění programu

Program je vytvořen v prostředí MATLAB[®] 7, R14 -SP2. Pro úspěšné spuštění programu je vyžadováno nainstalované prostředí MATLAB[®] verze 7, R14-SP2. V případě, že uživatel nemá uvedené prostředí k dispozici, je nutné nejdříve na cílový počítač nainstalovat výpočetní jádro MATLAB[®] (MCR – MATLAB Component Runtime).

Vzhledem k vzájemné nekompatibilitě jednotlivých verzí prostředí MATLAB[®], jsou na simulačním serveru <http://matlab.feld.cvut.cz/> v sekci Ke stažení, k dispozici verze simulačního programu pro prostředí MATLAB[®] R14 - Service Pack 1, Service Pack 2, Service Pack 3, MATLAB[®] R2007a, R2007b. Pouze pro prostředí MATLAB[®] R14 - Service Pack 2 je na simulačním serveru v sekci Ke stažení k dispozici instalátor MCR. Stažení jednotlivých verzí simulačního programu nebo MCR je možné až po zaregistrování do seznamu uživatelů a čtenářů serveru <http://matlab.feld.cvut.cz/>.

Instalace MCR a spuštění simulačního programu je odlišné pro systémy Windows[®] a UNIX.

3.1.1 Systém Windows[®]

Soubory nutné pro správnou činnost simulačního programu v systému Windows[®].

analyzator_VDMT.exe	Vlastní simulační program.
analyzator_VDMT.ctf	Archiv CTF (Component Technology File).
MCRInstaller.exe	Samorozbalovací instalátor výpočetního jádra MATLAB [®] 7,R14-SP2 (velikost 102 MB).

3.1.2 Instalace MCR v prostředí Windows[®]

Instance se sestává ze dvou kroků:

- instalace MCR,
- nastavení a kontrola proměnné PATH prostředí Windows[®].

Instalace probíhá standardním postupem za pomoci instalátoru. Uživatel si definuje složku, do které se má MCR nainstalovat a také to, zda-li se MCR bude instalovat pro všechny uživatele v systému nebo pouze pro právě přihlášeného uživatele. Pro úspěšnou instalaci musí mít uživatel v instalační složce práva pro zápis.

Po instalaci MCR je vhodné zkontrolovat, zda-li instalátor přidal do systémové proměnné prostředí PATH následující cestu "<mcr_root>\<ver>\runtime\win32", tato cesta nebyla přidána je třeba tak učinit ručně kde:

- <mcr_root> je složka, kterou jsme zvolili pro instalaci MCR,
- <ver> je verze MCR, pro MATLAB[®] 7.0 R14 je to v72.

3.1.3 Spuštění simulačního programu v prostředí Windows[®]

Soubory analyzator_VDMT.exe a analyzator_VDMT.ctf umístíme do jedné složky. Simulační program spustíme dvojitým poklepáním na soubor analyzator_VDMT.exe.

3.1.4 Systémy UNIX

Soubory nutné pro správnou činnost simulačního programu v systému UNIX.

analyzator_VDMT.exe	Vlastní simulační program.
analyzator_VDMT.ctf	Archiv CTF (Component Technology File).
MCRInstaller.zip	ZIP archiv výpočetního jádra MATLAB (velikost 98 MB).
unzip	Program pro rozbalení archivu MCInstaller.zip.

3.1.5 Instalace MCR v prostředí UNIX

Rozbalte archiv MCRInstaller.zip do Vámi zvolené složky na cílovém počítači (například /home/<user>/MCR). Zkopírujte soubory analyzator_VDMT.exe a analyzator_VDMT.ctf do složky, ve které lze spouštět aplikace. Přidejte následující složky do dynamické knihovny cest. Pro jednotlivé platformy (Pozn. Pro přehlednost jsou příkazy uváděny pod sebou. Celý příkaz „setenv“ však musí být zadán v jednom řádku.):

Linux.

```
setenv LD_LIBRARY_PATH
<mcr_root>/<ver>/runtime/glnx86:
<mcr_root>/<ver>/sys/os/glnx86:
<mcr_root>/<ver>/sys/java/jre/glnx86/jre1.5.0/lib/i386/native_threads:
<mcr_root>/<ver>/sys/java/jre/glnx86/jre1.5.0/lib/i386/client:
<mcr_root>/<ver>/sys/java/jre/glnx86/jre1.5.0/lib/i386:
setenv XAPPLRESDIR <mcr_root>/<ver>/X11/app-defaults
```

Solaris.

```
setenv LD_LIBRARY_PATH
/usr/lib/lwp:
<mcr_root>/<ver>/runtime/sol2:
<mcr_root>/<ver>/sys/os/sol2:
<mcr_root>/<ver>/sys/java/jre/sol2/jre1.5.0/lib/sparc/native_threads:
<mcr_root>/<ver>/sys/java/jre/sol2/jre1.5.0/lib/sparc/client:
<mcr_root>/<ver>/sys/java/jre/sol2/jre1.5.0/lib/sparc:
setenv XAPPLRESDIR <mcr_root>/<ver>/X11/app-defaults
```

Linux x86-64.

```
setenv LD_LIBRARY_PATH
<mcr_root>/<ver>/runtime/glnxa64:
<mcr_root>/<ver>/sys/os/glnxa64:
<mcr_root>/<ver>/sys/java/jre/glnxa64/jre1.4.2/lib/amd64/native_threads:
<mcr_root>/<ver>/sys/java/jre/glnxa64/jre1.4.2/lib/amd64/client:
<mcr_root>/<ver>/sys/java/jre/glnxa64/jre1.4.2/lib/amd64:
setenv XAPPLRESDIR <mcr_root>/<ver>/X11/app-defaults
```

HP-UX.

```
setenv SHLIB_PATH
<mcr_root>/<ver>/runtime/hpux:
<mcr_root>/<ver>/sys/os/hpux:
<mcr_root>/<ver>/bin/hpux:
<mcr_root>/<ver>/sys/java/jre/hpux/jre1.4.1/lib/PA_RISC2.0/server:
<mcr_root>/<ver>/sys/java/jre/hpux/jre1.4.1/lib/PA_RISC2.0 setenv LD_PRELOAD
<mcr_root>/<ver>/sys/java/jre/hpux/jre1.4.1/lib/PA_RISC2.0/server/libjvm.sl
setenv XAPPLRESDIR <mcr_root>/<ver>/X11/app-defaults
```

kde:

- <mcr_root> je složka, kterou jsme zvolili pro rozbalení MCR,
- <ver> je verze MCR, pro MATLAB 7.0 R14 je to v72.

3.1.6 Spuštění simulačního programu v prostředí UNIX

Spusťte soubor analyzator_VDMT.exe.