

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

2004-593

(51) Int. Cl.⁷ :
H 04 M 3/30

ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

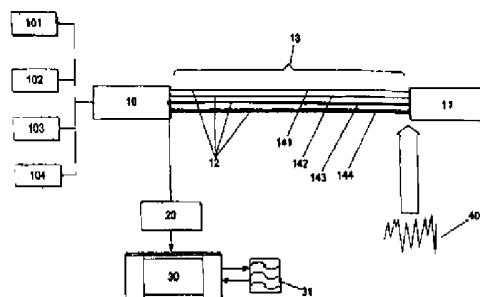
(22) Přihlášeno: **16.11.2001**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **16.11.2001**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **2001/CH 0100677**
(33) Země priority: **WO**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.01.2005**
(Věstník č. 1/2005)
(86) PCT číslo: **PCT/CH2001/000677**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 2003/043298**

(74) Zástupce:
PATENTSERVIS Praha a.s., Jivenská 1273/1, Praha 4,
14021

(54) **Název přihlášky vynálezu:**
Způsob a systém pro klasifikaci síťových spojů

(57) Anotace:

Způsob a zařízení pro klasifikaci síťových spojů, opírající se o geografické souřadnice vysílače (10) a přijímače (11) klasifikovaného síťového spoje (12), jsou známy. Pomocí výpočetní jednotky (30) se zjišťují (3010) jeden nebo více vzdálenostních faktorů (2011), přičemž vzdálenostní faktory (2011) udávají efektivní délku síťového spoje v závislosti na vzdušné vzdálenosti. Určuje se (3020) faktor (2020) rozdělení útlumu, opírající se o známá data (5000) síťových spojů, který udává poměr útlumů různých dílců spoje síťového spoje (12) vůči sobě. Dále se pro určení maximálních rychlostí průchodu dat pro různé typy modemů zjišťují margins (2030) datového přenosu. Opírající se o efektivní délku síťového spoje, faktor (2020) rozdělení útlumu a margins datového přenosu, tak se pomocí výpočetní jednotky (30), adekvátně její maximální rychlosti průchodu dat, klasifikuje klasifikovaný síťový spoj (12). Zejména se způsob týká sítí, zakládajících se na spojích z měděných drátů, jako je například poslední míle v telefonních sítích.



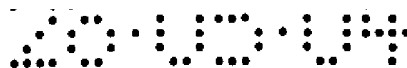
Oblast techniky

Vynález se týká způsobu a systému pro klasifikaci síťových spojů, přičemž jsou u způsobu a systému geografické počáteční a koncové souřadnice klasifikovaných síťových spojů mezi vysílačem a přijímačem známy. Zejména se způsob týká sítí, zakládajících se na spoji z měděných drátů, jako je například poslední míle v telefonních sítích.

Dosavadní stav techniky

Tradiční telefonní síťové služby, označované také jako POTS (Plain Old Telephone Service), spojují obvykle domácnosti a menší provozovny s rozváděcí stanicí provozovatele telefonní sítě pomocí měděných drátů, které jsou kolem sebe omotány a označují se jako Twisted Pair. Ty byly původně myšleny k tomu, aby zajistily analogové signály, zejména přenosy zvuku a hlasu. Tyto požadavky se ale změnily, a to zejména s nástupem internetu a s ním souvisejících proudů dat, a značně se mění v současné době dále, a to na základě potřeby, aby se mohlo doma a/nebo v kanceláři pracovat v reálném čase a s multimediálními aplikacemi.

Datové sítě, jako jsou například intranet a internet, spočívají značně na tak zvaných Shared Medien, to znamená na paketově orientovaných LAN (Local Area Network) nebo WAN (Wide Area Network) technologiích a to jak pro širokopásmové



Backbone mezi Switches a Gates, tak i pro lokální síťové spoje s menšími šířkami pásma. Použití paketových manažerských systémů, jako například Bridges nebo Routers, je hodně rozšířené, aby se spojily lokální LAN - sítě s internetem. Internet Router musí být přitom schopen pakety, spočívající na nejrůznějších protokolech, jako například IP (Internet Protocol), IPX (Internet Packet eXchange), DECNET, AppleTALK, OSI (Open System Interconnection), SNA (IBM's System Network Architecture) atd., adekvátně přenést. Složitost takových sítí, aby se pakety mohly celosvětově rozvádět, je výzvou jak pro nabízitele služeb (Provider), tak i pro výrobce potřebného hardware.

Obvyklé LAN systémy pracují poměrně dobře při rychlostech přenosu dat přibližně 100 Mbps. Při přenosových rychlostech nad 100 Mbps nevystačí u většiny dnešních sítí prostředky síťového manažeru, jako je Packet-Switches, aby spravovaly přidělování šířek pásma (alokace) a uživatelských přístupů. Přirozeně byla potřeba na paketech spočívajících sítí pro přenos digitální informace, speciálně při krátkodobých přenosových špičkách, již dlouho známa. Takové sítě mají obvykle strukturu Point-To-Point, přičemž paket se vede od jednotlivého vysílače k jednotlivému přijímači takovým způsobem, že každý paket zahrnuje alespoň jednu cílovou adresu. Typickým příkladem pro to je známý IP-Header IP - datového paketu. Síť reaguje na datový paket tím, že paket vede k adrese přiřazeného Headers. Na paketech spočívající sítě by se také mohly využívat k tomu, aby přenášely datové typy, které vyžadují kontinuální tok dat, jako jsou zvukové přenosy a audiopřenosy vysoké kvality nebo

videopřenosy. Komerční využití sítí zejména vyžaduje, aby byl na paketech spočívající přenos současně možný i k více koncovým bodům. Příkladem pro to je tak zvaný Packet Broadcasting pro přenos videodat nebo audiodat. Tím se dá realizovat tak zvaný Pay-TV, to znamená zpoplatněný přenos Broadcast videodat pomocí sítě.

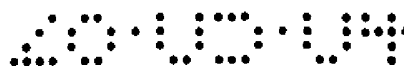
U další generace aplikací, jako jsou aplikace v reálném čase (Realtime) a multimediální aplikace s jejich velkou potřebou šířky pásma, která musí být navíc v každém okamžiku garantována, však paketově orientované sítě narážejí na své hranice. Tak by měla další generace sítí mít možnost sítě dynamicky rekonfigurovat, aby tyto mohly uživateli vždy garantovat předem definovanou šířku pásma pro požadované a dohodnuté QoS parametry (Quality of Service). Tyto QoS zahrnují například garanci přístupu, přístupový výkon, chybovou toleranci, spolehlivost dat a obdobné parametry, mezi všemi možnými koncovými systémy. Nové technologie, jako například ATM (Asynchronous Transfer Mode) mají přitom pomáhat v dlouhodobém vývoji sítí vytvářet potřebné předpoklady pro privátní intranet, jakož i veřejný internet. Tyto technologie slibují ekonomičtější a měnitelné řešení pro takovéto, pomocí QoS parametrů garantované High-Performance spoje.

Změna pro budoucí systémy se bude také zejména týkat toku dat. Tok dat dnes obvykle spočívá na modelu Server-Client, to znamená že data se přenášejí od mnoha klientů na, nebo jedním nebo více síťovými servery. Klienti obvykle nevytvářejí žádná přímá datová spojení, nýbrž spolu

komunikují přes síťový server. Tento způsob spojení bude mít i nadále své opodstatnění. Navzdory tomu je třeba očekávat, že množství dat, která se přenášejí Peer-To-Peer, bude v budoucnu stoupat. Protože tímto konečný cílem sítí, aby vyhověly požadavkům, bude skutečně decentrální struktura, kde mohou všechny systémy pracovat jak jako server tak i jako klient, tak bude tok dat pomocí spojení Peer-To-Peer narůstat. Tím bude muset síť vytvářet více přímých spojení k různým Peers, přičemž se například počítače desktop přímo spojí pomocí Backbone - internetu.

Tím je jasné, že s budoucími aplikacemi bude stále důležitější, aby mohly být uživateli garantovány předem stanovitelné QoS parametry a velké šířky pásma.

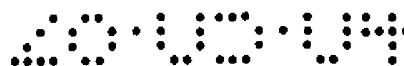
Pro přenos dat ke koncovému uživateli se zejména používají tradiční telefonní sítě (PSTN: Public Switched Telephone Network) a/nebo (PLMN: Public Land Mobile Network), které byly vlastně původně dimenzovány pro přímý přenos zvuku a nikoliv pro přenos takových množství digitálních dat. Přitom hraje při stanovování QoS parametrů, které Provider nebo nabízející telefonních služeb může uživateli garantovat, tak zvaná "poslední míle" rozhodující roli. Jako poslední míle se označuje trasa mezi poslední rozváděcí stanicí veřejné telefonní sítě a koncovým uživatelem. Poslední míle sestává v nejméně případech z výkonných kabelů ze skleněných vláken, nýbrž většinou se zakládá na běžných kabelech z měděných drátů, jako například kabelech o průměru žil 0,4 nebo 0,6 mm. Kabely nejsou navíc všude položeny pod zemí v chráněné konstrukci zemního



vedení, nýbrž sestávají také z nadzemních vedení na telefonních sloupech a obdobných konstrukcích. Tím vznikají doplňkové poruchy.

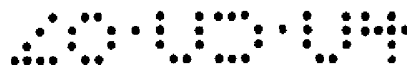
Dalším problémem pro určování maximálních QoS parametrů je tak zvaná problematika Crosstalk. Tento problém vzniká při modulaci signálu na vedení například od koncového uživatele k rozváděcí stanici provozovatele telefonní sítě a obráceně. Pro modulaci digitálních signálů jsou ve stavu techniky známy xDSL - technologie (Digital Subscriber Line), jako jsou ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line), HDSL (High-data-rate DSL) nebo VDSL (Very high speed Digital Subscriber Line). Zmíněný Crosstalk je fyzikální fenomén, který vzniká při modulaci dat přes měděný kabel. Sousední dráty měděného kabelu uvnitř jednoho měděného kabelu získávají přes elektromagnetický střídavý účinek párově dílčí signály, které jsou vytvářeny modemem. To vede k tomu, že xDSL - modemy, přenášené na sousedních drátech, jsou vzájemně rušeny. Rozlišuje se mezi Near-End Crosstalk (Next), který popisuje nechtěnou vazbu signálů vysílače (Transmitter) na jednom konci vůči signálům u přijímače (Receiver) na stejném konci, a Far-End Crosstalk (FEXT), který popisuje nechtěnou vazbu signálů při přenosu k přijímači na druhém konci, přičemž se signály při přenosu vazbí na signály sousedních párů měděných drátů a u přijímače se projevují jako poruchy (Noise).

Ačkoliv je dnes přístupných mnoho studií k xDSL Crosstalk, jako například "Spectral management on metallic



access networks; Part 1: Definitions and signal library", ETSI (European Telecommunications Standards Institute), TR 101 830, September 2000, je k dispozici vzhledem ke komplexnosti fenoménu Crosstalk a zbytkových poruchových parametrů v současné době málo použitelných, technicky jednoduše zvládnutelných a levných pomocných prostředků pro určování QoS parametrů pro určitého koncového uživatele v síti. Ve stavu techniky byly různými firmami, jako například Acterna (WG SLK-11/12/22, Enigen u.A., Deutschland), Trend Communications (LT2000 Line Tester, www.trendcomms.com, Buckinghamshire, U.K.) a dalšími, navrženy dálkové měřicí systémy. Přitom se pomocí dálkových měřicích systémů určuje přímými měřeními maximální přenosová rychlost přes poslední míli: Na každé lokální rozváděcí stanici telefonní sítě provozovatele (například ve Švýcarsku více tisíc) se instaluje digitální signálový procesor. Pomocí digitálního signálového procesoru se provádí tzv. "single ended measurement", protože u uživatele na druhé straně poslední míle nejsou zapotřebí žádné instalace přístrojů. Měření jsou ale principiálně také možná pomocí "double ended measurement". Přitom jsou ale instalace měřicích přístrojů potřebné na obou koncích vedení.

Nevýhodami stavu techniky jsou však mezi jiným vysoké náklady vlivem nutných instalací dálkových měřicích systémů u každé lokální rozváděcí stanice a nepřesně známá nejistota, popřípadě neznámé chyby u měření, protože měření se provádějí jen z jedné strany (single ended) a pro určení chyby by byla zapotřebí měření na obou stranách. Měření na obou stranách by ale nebyla proveditelná z personálních a



časových důvodů, ani vlivem výdajových nákladů. Rovněž tak ve stavu techniky chybí algoritmy s jejich hardwarovou nebo softwarovou realizací pro výpočet, popřípadě prognóza maximálně možných bitových rychlostí síťového spoje. Instalace dálkových měřicích systémů na několika málo početných centrálních rozváděcích stanicích místo lokálních koncových rozváděcích stanicích ukazuje, že měření jsou zatížena tak velkými nespolehlivostmi, že se pro určování maximálně možných rychlostí průchodu dat pro určité vedení ke koncovému uživateli nehodí.

Je úkolem tohoto vynálezu navrhnout nový způsob a zařízení pro klasifikaci síťových spojů, který nemá výše popisované nevýhody. Zejména by měly být QoS parametry a speciálně maximálně garantovatelné bitové rychlosti pro určitého uživatele určovány rychle a flexibilně, aniž by musely být vynakládány neúměrné technické, personální a finanční náklady. A to i v případě, jestliže síť zahrnuje nepřesně známé, komplikované spojové struktury, jako je například poslední míle.

Podstata vynálezu

Podle daného vynálezu se tohoto cíle dosahuje zejména prvky nezávislých nároků. Další výhodná provedení vyplývají kromě toho ze závislých nároků a popisu.

Zejména se těchto cílů dosáhne vynálezem tím, že pro klasifikaci síťových spojů jsou geografické souřadnice vysílače a přijímače klasifikovaného síťového spoje známy,



že se, opírajíce se o známá data síťových spojů, pomocí výpočetní jednotky zjišťují jeden nebo více vzdálenostních faktorů, a přiřazené určitelné pravděpodobnosti se přenášejí na datový nosič výpočetní jednotky, přičemž vzdálenostní faktory udávají efektivní délku síťového spoje v závislosti na vzdušné vzdálenosti, a přičemž určitelná pravděpodobnost, jestli je zjištěná délka síťového spoje kratší nebo delší než jeho efektivní délka, se stanovuje pomocí bezpečnostního faktoru, že se, opírajíce se o jeden nebo více vzdálenostních faktorů, bezpečnostnímu faktoru a geografickým souřadnicím vysílače a přijímače klasifikovaného síťového spoje pomocí výpočetní jednotky určuje efektivní délka síťového spoje, a přiřazená klasifikovanému síťovému spoji se přenáší na datový nosič výpočetní jednotky, že se určuje alespoň jeden faktor rozdělení útlumu, opírajíce se o známá data síťových spojů, a přenáší na datový nosič výpočetní jednotky, přičemž alespoň jeden faktor rozdělení útlumu udává poměr útlumů různých dílců spoje síťového spoje vůči sobě, že se pro určování maximálních rychlostí průchodu dat pro různé typy modemů zjišťují margins datového přenosu, a přiřazené fyzikální délce a tloušťce kabelů síťového spoje, uchovávají na datovém nosiči výpočetní jednotky, přičemž pomocí zařízení na měření výkonu se měří pro modemy výkonová spektra, pomocí výpočetní jednotky, opírajíce se o výkonová spektra, se určují efektivní intenzity signálů a příslušné úrovně šumu, a pomocí Gaussova transformačního modulu, opírajíce se o intenzity signálů a úrovně šumu, se pro různé modulace datového přenosu a/nebo modulační kódování určují pro předem definované bitové rychlosti margins datového

přenosu, a že se, opírajíce se o efektivní délku síťového spoje, faktor rozdělení útlumu a margins datového přenosu, pomocí výpočetní jednotky, adekvátně její maximální rychlosti průchodu dat, klasifikuje klasifikovaný síťový spoj. Výhodou vynálezu je mimo jiné to, že způsob a systém poprvé umožňují jednoduché a rychlé určování margins datového přenosu, aniž by přitom musely být vynakládány značné technické, personální a časové náklady. Zejména se pomocí zmíněné korekce dají korigovat nespolehlivosti, aniž by, tak jako u dálkových měřicích systémů pro měření margins datového přenosu a/nebo bitových rychlostí u každé lokální rozváděcí stanice, musela být při měření korigována různá, nepřesně známá nespolehlivost, popřípadě neznámá chyba, přičemž tato chyba je vlivem jednostrannosti (single ended) těžko vyhodnotitelná, protože pro stanovení chyby by byla potřebná oboustranná měření.

U jedné varianty provedení se jako vzdálenostní faktory zjišťují pomocí výpočetní jednotky faktor stoupání a abscisa, přičemž se určuje lineární závislost mezi vzdušnou vzdáleností a efektivní délkou síťového spoje. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že vystačí pro většinu závislostí síťových struktur a může v rozsahu potřebné přesnosti poskytovat výsledky. To je pro odborníka více než překvapující, protože nemůže být očekáváno, že pro tak komplexní závislosti postačí v rozsahu požadované přesnosti lineární funkce. Zejména lineární závislosti jsou jednoduše a rychle zjištěitelné a lépe se s nimi pracuje než s nelineárními.

U další varianty provedení určuje výpočetní jednotka vzdálenostní faktory jako parametry polynomu alespoň 2. stupně. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že může podle řádu použitého polynomu a potřebné maximální odchylky reprodukovat pro závislost mezi vzdušnou vzdáleností a efektivní délkou síťového spoje libovolnou přesnost. Překvapující a neočekávané je přitom ale to, že nejsou zapotřebí polynomy velmi vysokého stupně, aby se vyhovělo požadavkům tohoto způsobu.

U jiné varianty provedení se pomocí bezpečnostního faktoru volí pravděpodobnost mezi 0,85 a 0,95. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že četnost chyb a maximální odchylka jsou omezeny na přesnost, potřebnou pro daný způsob a zařízení.

U jedné varianty provedení má bezpečnostní faktor hodnotu mezi 700 a 800. Jednotkou pro tuto variantu provedení je metr (m). Tato varianta provedení má mezi jiným stejné přednosti jako předcházející varianta provedení.

U jiné varianty provedení se pomocí faktoru rozdělení útlumu určuje lineární závislost útlumů vůči sobě. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že postačuje pro většinu závislostí síťových struktur a může poskytnout výsledky v rozsahu potřebné přesnosti. To je pro odborníka více než překvapující, protože nemůže být očekáváno, že pro tak komplexní závislosti postačí v rozsahu požadované přesnosti lineární funkce. Zejména lineární závislosti jsou jednodušejí a rychleji zjištěitelné a lépe se s nimi pracuje



než s nelineárními. Tato varianta provedení platí zejména pro sítě se spoji, sestávajícími ze dvou různých kabelů o různých tloušťkách žil, jako například měděných kabelů o průměru žil 0,4 mm a 0,6 mm.

U jiné varianty provedení určuje výpočetní jednotka korigované margins datového přenosu pomocí alespoň jednoho korekčního faktoru, opírajíce se o v paměti uložené margins datového přenosu, a uchovává je, přiřazené příslušným fyzikálním délkám a tloušťkám žil kabelů síťového spoje, na datovém nosiči výpočetní jednotky, přičemž korekční faktor zahrnuje střední odchylku v paměti uložených margins datového přenosu vůči efektivním margins datového přenosu. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že mohou být zohledněny faktory, které způsobují doplňkovou odchylku zjištěných margins datového přenosu vůči efektivním margins datového přenosu. K tomu patří například odchylky způsobené dobrou nebo špatnou implementací modemu výrobcem, nebo doplňkovým vnitřním šumem na základě kvantizačního šumu nebo špatného vzájemného přizpůsobení ekvalizéru.

U jedné varianty provedení se určují pomocí výpočetní jednotky úrovně šumu v závislosti alespoň na parametru Crosstalk a počtu zdrojů rušení, opírajíce se o výkonové spektrum.

U opět jiné varianty provedení reprodukuje alespoň jeden korekční faktor nelineární závislost vzhledem k fyzikálním délkám a/nebo tloušťkám žil kabelů, to znamená že korekční faktor může být znázorněn nelineární funkcí,



například funkcí polynomu stupně vyššího než 1. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že s ní mohou být zohledněny a korigovány mnohem komplexnější závislosti než s lineárními korekčními faktory.

U jedné varianty provedení se v závislosti na přenosové frekvenci měří pro ADSL - a/nebo SDSL - a/nebo HDSL - a/nebo a/nebo VDSL - modemy výkonové spektrum. Možné SDSL - modemy mohou přitom zahrnovat alespoň jeden G.991.2 - modem a/nebo ADSL - modemy alespoň jeden G.992.2 - modem. Pomocí Gaussova transformačního modulu mohou být margins datového přenosu určovány pro alespoň modulace datového přenosu 2B1Q a/nebo CAP a/nebo DMT a/nebo PAM. Také se může pomocí Gaussova transformačního modulu určovat margins datového přenosu pro alespoň Trellis - modulační kódování. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že se u xDSL - modemů, u zmíněných modulací datového přenosu a Trellis - modulačního kódování, používají běžné standardní technologie, které jsou běžně k dostání na trhu, a jejichž používání je velmi rozšířené jak v Evropě, tak i v USA a jiných zemích.

Zejména se těchto cílů dosahuje vynálezem tím, že pro klasifikaci síťových spojů jsou geografické souřadnice vysílače a přijímače klasifikovaného spoje známy, že se, opírajíce se o známá data síťových spojů, pomocí výpočetní jednotky zjišťují jeden nebo více vzdálenostních faktorů, a přiřazené určitelné pravděpodobnosti se přenášejí na datový nosič výpočetní jednotky, přičemž vzdálenostní faktory udávají efektivní délku síťového spoje v závislosti na vzdušné vzdálenosti, a přičemž určitelná pravděpodobnost,

jestli je zjištěná délka síťového spoje kratší nebo delší než jeho efektivní délka, se stanovuje pomocí bezpečnostního faktoru, že se, opírajíce se o vzdálenostní faktory, bezpečnostnímu faktoru a geografickým souřadnicím vysílače a přijímače klasifikovaného síťového spoje pomocí výpočetní jednotky určuje efektivní délka síťového spoje, a přiřazená klasifikovanému síťovému spoji, přenáší na datový nosič výpočetní jednotky, že se určuje alespoň jeden faktor rozdělení útlumu, opírajíce se o známá data síťových spojů, a přenáší na datový nosič výpočetní jednotky, přičemž alespoň jeden faktor rozdělení útlumu udává poměr útlumů různých dílců spoje síťového spoje vůči sobě, že se pro určování maximálních rychlostí průchodu dat zjišťují pro různé modemy bitové rychlosti, a přiřazené fyzikální délce a tloušťce žil kabelů síťového spoje, uchovávají na datovém nosiči výpočetní jednotky, přičemž pomocí zařízení na měření výkonu se pro modemy měří výkonová spektra, pomocí výpočetní jednotky, opírajíce se o výkonová spektra, se určují efektivní intenzity signálů a příslušné úrovně šumu, a pomocí Gaussova transformačního modulu, opírajíce se o intenzity signálů a úrovně šumu, se pro různé modulace datového přenosu a/nebo modulační kódování určují pro předem definovaný margin datového přenosu bitové rychlosti, a že se, opírajíce se o efektivní délku síťového spoje, faktor rozdělení útlumu a margins datového přenosu, pomocí výpočetní jednotky, adekvátně její maximální rychlosti průchodu dat, klasifikuje klasifikovaný síťový spoj. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že způsob a systém poprvé umožňují jednoduché a rychlé určování bitových rychlostí, aniž by přitom musely být vynakládány značné



technické, personální a časové náklady. Zejména se pomocí zmíněné korekce dají korigovat nespolehlivosti, aniž by, tak jako u dálkových měřicích systémů pro měření margins datového přenosu a/nebo bitových rychlostí u každé lokální rozváděcí stanice, musela být u měření korigována různá, nepřesně známá nespolehlivost, popřípadě neznámá chyba, přičemž tato chyba je vlivem jednostrannosti (single ended) těžko vyhodnotitelná, protože pro stanovení chyby by byla potřebná oboustranná měření.

U jedné varianty provedení se jako vzdálenostní faktory zjišťují pomocí výpočetní jednotky faktor stoupání a abscisa, přičemž se určuje lineární závislost mezi vzdušnou vzdáleností a efektivní délkou síťového spoje. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že vystačí pro většinu závislostí síťových struktur a může v rozsahu potřebné přesnosti poskytovat výsledky. To je pro odborníka více než překvapující, protože nemůže být očekáváno, že pro tak komplexní závislosti postačí v rozsahu požadované přesnosti lineární funkce. Zejména lineární závislosti jsou jednoduše a rychle zjistitelné a lépe se s nimi pracuje než s nelineárními.

U další varianty provedení určuje výpočetní jednotka vzdálenostní faktory jako parametry polynomu alespoň 2. stupně. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že může podle řádu použitého polynomu a potřebné maximální odchylky reprodukovat pro závislost mezi vzdušnou vzdáleností a efektivní délkou síťového spoje libovolnou přesnost. Překvapující a neočekávané je přitom ale to, že

nejdou zapotřebí polynomy velmi vysokého stupně, aby se vyhovělo požadavkům tohoto způsobu.

U jiné varianty provedení se pomocí bezpečnostního faktoru volí pravděpodobnost mezi 0,85 a 0,95. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že četnost chyb a maximální odchylka jsou vymezeny na přesnost, potřebnou pro daný způsob a zařízení.

U jedné varianty provedení má bezpečnostní faktor hodnotu mezi 700 a 800. Jednotkou pro tuto variantu provedení je metr (m). Tato varianta provedení má mezi jiným stejné přednosti jako předcházející varianta provedení.

U jiné varianty provedení se pomocí faktoru rozdělení útlumu určuje lineární závislost útlumů vůči sobě. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že postačuje pro většinu závislostí síťových struktur a může poskytnout výsledky v rozsahu potřebné přesnosti. To je pro odborníka více než překvapující, protože nemůže být očekáváno, že pro tak komplexní závislosti postačí v rozsahu požadované přesnosti lineární funkce. Zejména lineární závislosti jsou jednodušší a rychleji zjistitelné a lépe se s nimi pracuje než s nelineárními. Tato varianta provedení platí zejména pro sítě se spoji, sestávajícími ze dvou různých kabelů o různých tloušťkách žil, jako například měděných kabelů o průměru žil 0,4 mm a 0,6 mm.

U jiné varianty provedení určuje výpočetní jednotka korigované bitové rychlosti pomocí alespoň jednoho



korekčního faktoru, opírajíce se o v paměti uložené bitové rychlosti, a uchovává je, přiřazené příslušným fyzikálním délkám a tloušťkám žil kabelů síťového spoje, na datovém nosiči výpočetní jednotky, přičemž korekční faktor zahrnuje střední odchylku v paměti uložených bitových rychlostí vůči efektivním bitovým rychlostem. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že mohou být zohledněny faktory, které způsobují doplňkovou odchylku zjištěných bitových rychlostí vůči efektivním bitovým rychlostem. K tomu patří například odchylky způsobené dobrou nebo špatnou implementací modemu výrobcem, nebo doplňkovým vnitřním šumem na základě kvantizačního šumu (analogo-digitální převod) nebo špatného vzájemného přizpůsobení ekvalizéru.

U jedné varianty provedení se v závislosti na přenosové frekvenci měří pro ADSL - a/nebo SDSL - a/nebo HDSL - a/nebo a/nebo VDSL - modemy výkonové spektrum. Možné SDSL - modemy mohou přitom zahrnovat alespoň jeden G.991.2 - modem a/nebo ADSL - modemy alespoň jeden G.992.2 - modem. Pomocí Gaussova transformačního modulu mohou být margins datového přenosu určovány pro alespoň modulace datového přenosu 2B1Q a/nebo CAP a/nebo DMT a/nebo PAM. Také se může pomocí Gaussova transformačního modulu určovat margins datového přenosu pro alespoň Trellis - modulační kódování. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že se u xDSL - modemů, u zmíněných modulací datového přenosu a Trellis - modulačního kódování, používají běžné standardní technologie, které jsou běžně k dostání na trhu, a jejichž používání je velmi rozšířené jak v Evropě, tak i v USA a jiných zemích.

U jiné varianty provedení zahrnuje korekční faktor nelineární závislost vzhledem k fyzikálním délkám a/nebo tloušťkám žil kabelů, to znamená že korekční faktor může být znázorněn nelineární funkcí, například funkcí polynomu stupně vyššího než 1. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že s ní mohou být zohledněny a korigovány mnohem komplexnější závislosti než s lineárními korekčními faktory.

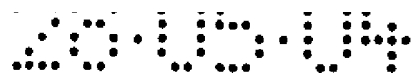
U další varianty provedení se pomocí Gaussova transformačního modulu určují bitové rychlosti pro margins datového přenosu mezi 3 a 9 dB. Tato varianta provedení má mezi jiným tu výhodu, že rozsah mezi 3 a 9 dB umožňuje příjem s QoS parametry, vyhovujícími většině požadavků. Zejména umožňuje rozsah margins datového přenosu mezi 3 a 9 dB optimalizaci bitové rychlosti vzhledem k ostatním QoS parametrům.

U další varianty provedení se pomocí Gaussova transformačního modulu určují bitové rychlosti pro margins datového přenosu 6 dB. Tato varianta provedení má mezi jiným stejné výhody, jako předcházející varianta provedení. Zejména umožňuje, tak jako výše, margin datového přenosu 6 dB optimalizaci bitové rychlosti vzhledem k ostatním QoS parametrům.

Na tomto místě budiž konstatováno, že se daný vynález vedle způsobu podle vynálezu vztahuje také na systém a počítačový programový produkt pro provádění tohoto způsobu.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je v dalším blíže popsán a objasněn na příkladech jeho provedení podle připojených výkresů, které znázorňují na obr. 1 blokový diagram, který schematicky znázorňuje architekturu varianty provedení systému podle vynálezu pro určování margins datového přenosu, popřípadě bitových rychlostí pro síťový spoj 12 o určité fyzikální délce 13 mezi vysílačem 10 a přijímačem 11, na obr. 2 schematicky interakci Crosstalk mezi Near-End Crosstalk (Next) 51, který popisuje nechtěnou vazbu signálů 50 vysílače 10 (Transmitter) na jednom konci vůči signálům 50 u přijímače 11 (Receiver) na stejném konci, a Far-End Crosstalk (FEXT) 52, který popisuje nechtěnou vazbu signálů 50 při přenosu k přijímači 11 na druhém konci, přičemž signály 50 vazbí při přenosu na signály 50 sousedních párů měděných drátů a u přijímače 11 se projevují jako šum (Noise), na obr. 3 schematicky přenosovou vzdálenost síťového spoje v závislosti na přenosové rychlosti (bitové rychlosti) pro ADSL - modemy, jak může být získána systémem podle vynálezu, přičemž vztahové značky 60 a 61 přitom označují různá šumová prostředí, na obr. 4 schematicky tak zvanou poslední míli veřejné telefonní sítě (PSTN: Public Switched Telephone Network), jak typicky existuje mezi koncovým uživatelem doma a sítí, která má být dosažena přes veřejnou telefonní síť, na obr. 5 diagram příkladu vzorku dat pro existující síť, přičemž vzorek dat zahrnuje 200000 měřených síťových spojů poslední míle telefonní sítě, na obr. 6 diagram se střední odchylkou efektivní délky D_e síťového spoje od zjištěné délky D_a síťového spoje, přičemž



osa X udává střední odchylku ΔD v metrech a osa Y velikost použitého vzorku dat, to znamená počet N známých síťových spojů, na obr. 7 schematicky poměr R_t měděného kabelu t_1 0,4 mm k měděnému kabelu t_2 0,6 mm na poslední míli ve veřejné telefonní síti, přičemž osa X udává efektivní délku D_e síťového spoje, to znamená jeho fyzikální délku, a osa Y podíly R_t příslušných typů kabelů v procentech, na obr. 8 diagram příkladu určování 2011/2012 jednoho nebo více vzdálenostních faktorů, jakož i bezpečnostního faktoru, přičemž v analogii vůči obr. 5 udává přitom osa X efektivní délku D_e síťového spoje v metrech a osa Y vzdušnou vzdálenost síťových spojů D_a rovněž v metrech, a na obr. 9 schematicky průběh způsobu podle vynálezu, přičemž čtyřmístné vztahové značky se vztahují vždy k obr. 9.

Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 znázorňuje architekturu, která může být použita pro realizaci vynálezu. U tohoto příkladu provedení pro způsob a zařízení pro klasifikaci síťových spojů jsou známy 1000 geografické souřadnice vysílače 10 a přijímače 11 klasifikovaného síťového spoje 12. Souřadnice mohou být například s postačující přesností udány v délkových a šířkových stupních, jsou ale pro označení relativní geografické polohy vysílače 10 a přijímače 11 vůči sobě představitelné i jiné souřadnice nebo údaje o místu. Aby se mohlo určit, jestli určitý síťový spoj, například xDSL - spoj, pro připojení funguje, musí být v rozsahu známé odchylky známa efektivní délka kabelu. V praxi je však často určitelná s přijatelnými náklady (výdaje, čas, personální a



materiální náklady, atd.) jen vzdušná vzdálenost. Na základě souřadnicových údajů nebo údajů o místě relativní geografické polohy vysílače 10 a přijímače 11 se například pomocí výpočetní jednotky 30 určuje vzdušná vzdálenost mezi vysílačem 10 a přijímačem 11. Vzdušná vzdálenost může být například uchovávána na datovém nosiči výpočetní jednotky 30. Výpočetní jednotka 30 zjišťuje 3010, opíraje se o vzorek 4010 dat, selektovaný ze známých dat 5000 síťových spojů, jeden nebo více vzdálenostních faktorů 2011. Průběh způsobu podle vynálezu se schematicky znázorňuje na obr. 9, ke který se také vztahují čtyřmístné vztahové značky. Data 5000 mohou být například experimentálně zjištěná data nebo jiným způsobem známá data síťových spojů, která zahrnují vzdušnou vzdálenost a efektivní fyzikální délku vedení těchto síťových spojů. Vzdálenostní faktory 2011 se tedy zjišťují v závislosti na pravděpodobnosti, přičemž pravděpodobnost může být určitelná, a popisují efektivní délku D_e síťového spoje v závislosti na vzdušné vzdálenosti D_a . Dále mohou být vzdálenostní faktory 2011, přiřazené určité pravděpodobnosti, přeneseny na datový nosič výpočetní jednotky 30. Jako vzdálenostní faktory 2011 může být pomocí výpočetní jednotky 30 zjišťován faktor stoupání a abscisa, přičemž se určuje lineární závislost mezi vzdušnou vzdáleností D_a a efektivní délkou D_e síťového spoje. Například je ale také možné pomocí výpočetní jednotky 30 určovat vzdálenostní faktory 2011 jako parametry polynomu 2. stupně nebo vyššího. Určitelná pravděpodobnost, která může být stanovena pomocí bezpečnostního faktoru 2012, udává, jestli je zjištěná délka síťového spoje kratší nebo delší než jeho efektivní délka D_e sítě. Pravděpodobnost může být

pomocí bezpečnostního faktoru zvolena například mezi 0,85 a 0,95. Bezpečnostní faktor může mít při zmíněné pravděpodobnosti v případě poslední míle (viz dále dole) například hodnotu mezi 700 a 800, přičemž jednotkou je přitom metr (m).

Obr. 5 znázorňuje příklad vzorku dat pro existující síť. Vzorek dat zahrnuje 200000 měřených síťových spojů poslední míle (viz dále dole). U této sítě sestávají spoje hlavně z tradičních telefonních spojů s měděnými kabely o průměru žil 0,4 mm a 0,6 mm. Příklad ukazuje jasnou korelaci, ačkoliv z důvodu složitosti takových síťových struktur by odborník očekával komplikovanější závislost. Osa X přitom udává délku D_e síťového spoje v metrech a osa Y vzdušnou vzdálenost síťových spojů D_a rovněž v metrech.

Obr. 8 znázorňuje příklad pro určování jednoho nebo více vzdálenostních faktorů 2011, jakož i bezpečnostního faktoru 2012. V analogii vůči obr. 5 přitom osa X udává efektivní délku D_e síťového spoje v metrech a osa Y vzdušnou vzdálenost síťových spojů D_a rovněž v metrech. Datové body mohly být například zvoleny 4010 ze vzorku dat se známými daty 5000 síťových spojů. Určování vzdálenostních faktorů 2011, jakož i bezpečnostního faktoru 2012, může například probíhat pomocí Fittmodulu. U tohoto příkladu se pomocí výpočetní jednotky 30 určovala lineární závislost mezi vzdušnou vzdáleností D_a a efektivní délkou D_e síťového spoje, přičemž jako vzdálenostní faktory 2011 se zjišťovaly faktor a stoupání a abscisa b. Abscisa b vyplývá z různých míst připojení (například město, předměstí, venkov, pohoří),



jakož i z různých oblastí připojení (například hlavní rozváděč, skříň rozváděče, převáděcí bod, apod.). Efektivní vzdálenost potom vyplývá z: $D_e = y = a D_a + b$. Pro y je přibližně 50 % zjištěných síťových spojů kratších než efektivní síťové spoje, to znamená s pravděpodobností 0,5. Bezpečnostní faktor S_{2012} byl rovněž zvolen lineární, to znamená jako konstanta. Z toho vyplývá $D_e = y_s = a D_a + b + S$. Pomocí S může být určována pravděpodobnost, jestli je zjištěná délka síťového spoje kratší nebo delší než jeho efektivní síťová délka D_e . U uvedeného příkladu s y_s z obr. 8 byla pomocí bezpečnostního faktoru S_{2012} nastavena pravděpodobnost na 0,9. U příkladu použití bylo pro faktor $a = D_e/D_a$ stoupání nalezeno pro poslední míli v tradiční telefonní síti například pro městské podmínky $a_s = 1,27$, předměstské podmínky $a_v = 1,28$, venkovské podmínky $a_1 = 1,30$ a horské podmínky $a_g = 1,30$. Se smíšeným souborem dat (město, předměstí, venkov, pohorí) bylo zjištěno $a_{all} = 1,30$. Analogickým způsobem přitom vyplývá pro $b_s = 200$, $b_v = 355$, $b_1 = 372$, $b_g = 391$ a $b_{all} = 328$, přičemž b je uvedeno v metrech. Standardní odchylky σ leží pro příklad použití u hodnot $\sigma_s = 333$, $\sigma_v = 569$, $\sigma_1 = 682$, $\sigma_g = 527$ a $\sigma_{all} = 598$. Standardní odchylky σ reprodukuje rozptyl diferencí mezi efektivní délkou síťového spoje a zjištěnou délkou síťového spoje. Střední odchylka v metrech efektivní délky D_e síťového spoje od zjištěné délky D_a síťového spoje je přibližně nezávislá na délce síťového spoje a pro daný příklad provedení se znázorňuje na obr. 6. Osa X udává střední odchylku ΔD v metrech a osa Y velikost použitého vzorku dat, to znamená počet N známých síťových spojů. Aby se dosáhlo pravděpodobnosti 0,9, vyplývá pro tento příklad použití pro



bezpečnostní faktor S například $S_s = 360$, $S_v = 640$, $S_l = 850$, $S_g = 670$, $S_{all} = 730$. Aby se však pravděpodobnost 0,95 udržela, vyplývá pro tento příklad provedení pro bezpečnostní faktor S $S_s = 490$, $S_v = 1100$, $S_l = 1330$, $S_g = 930$, $S_{all} = 1210$.

Opírajíce se o jeden nebo více vzdálenostních faktorů 2011 a bezpečnostní faktor 2012, tak se na základě geografických souřadnic vysílače 10 a přijímače 11 klasifikovaného síťového spoje 12 pomocí výpočetní jednotky 30 určuje 1010 efektivní délka síťového spoje, to znamená jeho fyzikální délka, a přenáší na datový nosič výpočetní jednotky 30, přiřazená klasifikovanému síťovému spoji 12. Fyzikální délkou je míněna efektivní délka kabelu, tedy nikoliv například vzdušná vzdálenost mezi vysílačem 10 a přijímačem 11. Síťový spoj 12 sestává z analogového média, jako například z kabelů z měděných drátů. U tohoto příkladu provedení se například použily měděné kabely o průměru žil 0,4 nebo 0,6 mm, tak jak se typicky používají na poslední míli veřejné telefonní sítě (PSTN: Public Switched Telephone Network). Poslední míle se schematicky znázorňuje na obr. 4. Vztahová značka 70 přitom označuje Router k síti, který je přes například 10 BT Ethernet 77 a veřejnou telefonní síť (PSTN) spojen s Modem Terminal Server 71. Modem Terminal Server 71 je DSL Access Multiplexer (DSLAM). Jak již bylo zmíněno, označuje vztahová značka 72 veřejnou telefonní síť (PSTN), ke které je například pomocí kabelu 78 ze skleněných vláken Modem Terminal Server 71 připojen. Dále je veřejná telefonní síť 79, resp. Modem Terminal Server 71, typicky spojena pomocí kabelu 79 z měděných drátů a přes telefonní



zásuvku 73 s modemem 74 osobního počítače (PC) 75. Vztahová značka 79 označuje přitom zmíněnou tak zvanou "poslední míli" od rozváděcí stanice provozovatele telefonní sítě ke koncovému uživateli. Koncový uživatel 76 může tedy svým PC pomocí popsaného spojení přistupovat na Router 70. Obvyklá telefonní měděná vedení mohou například sestávat z 2 - 2400 párů měděných drátů. Jsou ale představitelná i jiná analogová média, zejména měděné kabely s například jinými průměry žil. Musí být důrazně poukázáno na to, že síťové spoje 12 mohou mít nejen různé průměry, popřípadě tloušťky 141, 142, 143, 144, nýbrž že jednotlivý síťový spoj může sestávat z kombinace kabelů o různých průměrech žil nebo o různých tloušťkách, to znamená, že síťový spoj zahrnuje více dílců kabelů o různé tloušťce žil.

Jestliže síť sestává z kombinace kabelů o různých průměrech nebo tloušťkách žil, tak se určuje 3020 alespoň jeden faktor 2020 rozdělení útlumu, opírající se o vzorek 4020 dat, selektovaný ze známých dat 5000 síťových spojů, a přenáší na datový nosič výpočetní jednotky 30, přičemž alespoň jeden faktor 2020 rozdělení útlumu udává poměr útlumů různých dílců spoje síťového spoje vůči sobě. Faktor 2020 rozdělení útlumu může být určován jako lineární faktor. Alespoň jeden faktor 2020 rozdělení útlumu může ale také zahrnovat nelineární závislost, pokud je to nutné. U tohoto příkladu provedení zahrnují síťové spoje průměr žil 0,4 mm a 0,6 mm kabelu z měděného drátu, tak jak jsou na poslední míli obvyklé. Protože se používají jen dva typy kabelů, postačí určování jednoho faktoru 2020 rozdělení útlumu. Spojové kabely mají na základě svého různého průměru



rozdílné elektrické vlastnosti a různé útlumy. Pro způsob je proto důležité, že alespoň poměr podílů měděných kabelů o průměru žil 0,4 mm a měděných kabelů o průměru žil 0,6 mm síťového spoje je v rozsahu potřebné přesnosti znám. Veřejná telefonní síť je obvykle konstruována tak, že celková DC impedance (DC: Direct Current (stejnoseměrný proud)) leží uvnitř určeného rozsahu. Tato vlastnost se používá k tomu, aby se určilo, kdy uživatel telefonní sítě zvedne telefonní sluchátko, aby se telefonní hovor realizoval. Jestliže se telefon použije, to znamená, že uživatel například zvedne sluchátko, změní telefon svou impedanci, přičemž se tato změna detekuje centrálou. Proto se obecně pro dlouhá vedení více používá kabel o průměru 0,6 mm (protože odpor v Ω je menší) a pro krátké vzdálenosti více kabel o průměru 0,4 mm. Tím může být poměr tloušťek kabelů fenomenologicky aproximován. Zejména také může výpočetní jednotka pomocí Fittmodulu, opírající se o známá data 5000 síťových spojů, určovat 2020 funkci faktoru rozdělení útlumu v závislosti na délce spoje. U tohoto příkladu provedení byl jako faktor 2020 rozdělení útlumu použit lineární faktor

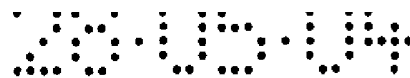
$$D_e \leq 10: \quad L_{0,4}(D_e) = \frac{(10-l)}{10} \cdot D_e \quad L_{0,6}(D_e) = \frac{D_e^2}{10}$$

$$D_e > 10: \quad L_{0,4}(D_e) = 0 \quad L_{0,6}(D_e) = D_e$$

přičemž $L_{0,4}$ udává podíl kabelu 0,4 mm v km a $L_{0,6}$ podíl kabelu 0,6 mm rovněž v km jako funkci D_e (D_e : efektivní délka síťového spoje). Obr. 7 znázorňuje závislost R_t schematicky s

t_1 jako podílem kabelu o průměru žil 0,4 mm a t_2 jako podílem kabelu o průměru žil 0,6 mm. Osa X udává efektivní délku D_e síťového spoje, to znamená jeho fyzikální délku, a osa Y podíly R_t příslušného typu kabelu v procentech. Jak je vidět, stoupne podíl měděného kabelu o průměru žil 0,6 mm pro vzdálenosti D přes 10 km na 100 %, to znamená, že síťový spoj sestává téměř výlučně z měděného kabelu 0,6 mm. Opírajíce se o funkci faktoru rozdělení útlumu v závislosti na délce 2020 spoje a efektivní délce síťového spoje, určuje se 1020 faktor rozdělení útlumu pro klasifikovaný síťový spoj a přenáší na datový nosič výpočetní jednotky 30 klasifikovaného síťového spoje 12.

V dalším kroku se pro určování maximálních rychlostí průchodu dat určují 1030 pro různé typy modemů margins 2030 datového přenosu, a přiřazené fyzikální délce 13 a tloušťce kabelů 141, 142, 143, 144 síťového spoje 12, se uchovávají na datovém nosiči výpočetní jednotky 30. K tomu se měří výkonové spektrum $PSD_{\text{Modem}}(f)$ v závislosti na přenosové frekvenci f pro možné typy modemů 101, 102, 103, 104 pomocí zařízení 20 na měření výkonu, a přenáší na nosič dat výpočetní jednotky 30. Výkonové spektrum se také označuje jako Power Spectral Density (PSD) a reprodukuje pro určitou šířku pásma kontinuálního frekvenčního spektra celkovou energii určené šířky frekvenčního pásma dělenou určenou šířkou pásma. Dělení šířkou pásma odpovídá normování. PSD je tedy funkcí v závislosti na frekvenci f a je třeba ji normálně udávat ve Wattech na Hertz. Pro měření výkonu pomocí zařízení 20 na měření výkonu u přijímače 11 se může například použít jednoduchý A/D převodník, přičemž napětí se



privádí přes odpor. Pro modulaci digitálních signálů na vedení 12 například od koncového uživatele k rozváděcí stanici provozovatele telefonní sítě a naopak se mohou použít různé typy modemů. Ve stavu techniky jsou známy například xDSL - technologie (Digital Subscriber Line), jejímiž dvěma hlavními zástupci jsou ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) a SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line). Dalšími zástupci xDSL - technologie jsou HDSL (High-data-rate DSL) a VDSL (Very high speed Digital Subscriber Line). xDSL - technologie jsou vysoce rozvinutá modulační schemata, aby na měděných vedeních nebo jiných analogových médiích modulovala data. xDSL - technologie se také často označují jako "technologie poslední míle", právě proto, že obvykle slouží k tomu, aby spojily poslední rozváděcí stanici telefonní sítě s koncovým uživatelem v kanceláři nebo doma, a nepoužívají se mezi jednotlivými rozváděcími stanicemi telefonní sítě. xDSL je natolik podobný ISDN (Integrated Services Digital Network), než aby mohla operovat přes existující měděná vedení, a obě potřebují relativně krátkou vzdálenost k nejbližší rozváděcí stanici provozovatele telefonní sítě. xDSL však poskytuje mnohem vyšší přenosové rychlosti než ISDN. xDSL dosahuje datové přenosové rychlosti až 32 Mbps (bps: bits per second) rychlosti Downstream (přenosová rychlost při příjmu dat, to znamená při modulaci) a 32 kbps až 6 Mbps rychlosti Upstream (přenosová rychlost při vysílání dat, to znamená při demodulaci), zatímco ISDN podporuje na kanál datové přenosové rychlosti 64 kbps. ADSL se stala v poslední době velmi populární technologií pro modulování dat přes měděná vedení. ADSL podporuje datové přenosové rychlosti 0 až 9



Mbps rychlosti Downstream a 0 až 800 kbps rychlosti Upstream. ADSL znamená asymetrické DSL, protože podporuje různé rychlosti Downstream a Upstream. SDSL nebo symetrické DSL znamená na rozdíl od něho symetrické, protože podporuje stejné rychlosti Downstream a Upstream. SDSL umožňuje přenos dat až 2.3 Mbps. ADSL vysílá digitální impulsy ve vysokofrekvenční oblasti měděných kabelů. Protože tyto vysoké frekvence se při normálním přenosu zvuku ve slyšitelné oblasti (například hlasů) nepoužívají, může ADSL například současně pracovat pro přenos telefonních hovorů stejným měděným kabelem. ADSL je hodně rozšířen v severní Americe, zatímco SDSL se především rozvinul v Evropě. ADSL i SDSL potřebují speciálně k tomu vybavené modemy. HDSL je zástupcem pro symetrické DSL (SDSL). Standardem pro symetrické HDSL (SDSL) je v současné době G.SHDSL, známé jako G.991.2, jak byl vyvinut jako mezinárodní standard výboru CCITT (Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique) organizace ITU (International Telecommunication Union). G.991.2 podporuje příjem a vysílání symetrických Datastreams jednoduchým párem měděných drátů s přenosovými rychlostmi mezi 192 kbps a 2.31 Mbps. G.991.2 byl vyvinut tak, že zahrnuje vlastnosti ADSL a SDSL a standardní protokoly, jako IP (Internet Protocol), zejména aktuální verze IPv4 a IPv6 nebo IPng IETF (Internet Engineering Task Force), jakož i TCP/IP (Transport Control Protocol), ATM (Asynchronous Transfer Mode), T1, E1 a ISDN. Jako poslední z xDSL - technologií je zde třeba zmínit VDSL (Very high speed Digital Subscriber Line). VDSL přenáší data v rozsahu 13 - 55 Mbps přes krátké vzdálenosti (obvykle mezi 300 - 1500 m) přes Twisted-Pair měděný kabel. U VDSL platí,

že čím kratší je vzdálenost, tím vyšší je přenosová rychlost. Jako koncový díl sítě spojuje VDSL kancelář nebo dům uživatele se sousední optickou jednotkou sítě, nazývanou Optical Network Unit (ONU), která je typicky spojena s hlavní sítí ze skleněných vláken (Backbone) například nějaké firmy. VDSL umožňuje uživateli přístup na síť s maximální šířkou pásma přes normální telefonní vedení. Standard VDSL ještě není plně stanoven. Tak existují VDSL - technologie, které mají Line Coding Schema, spočívající na DMT (Discrete Multitone), přičemž DMT je Multi-Carrier System, který má velkou podobnost s ADSL - technologií. Jiné VDSL - technologie mají Line-Coding Schema, spočívající na Quadrature Amplitude Modulation (QAM), které je na rozdíl od DMT levnější a potřebuje méně energie. Pro tento příklad použití mohou typy modemů zahrnovat ADSL - a/nebo SDSL - a/nebo HDSL - a/nebo a/nebo VDSL - modemy 101, 102, 103, 104. Zejména mohou možné SDSL - modemy 101, 102, 103, 104 zahrnovat alespoň jeden G.991.2 - modem a/nebo ADSL - modemy 101, 102, 103, 104 alespoň jeden G.992.2 modem. Je ale jasné, že tento výčet nemá v žádném případě platit na oblast ochrany vynálezu omezujícím způsobem, nýbrž naopak jsou představitelné jiné typy modemů.

Pomocí výpočetní jednotky 30 se určuje útlum H pro různé fyzikální délky 13 a tloušťky žil kabelů 141, 142, 143, 144, jako například 0,4 mm a 0,6 mm, síťového spoje 12, a efektivní intenzity $S(f)$ signálu u přijímače 11, opírajíce se o útlum $H(f)$, jakož i výkonové spektrum $PSD(f)$, přiřazené příslušným fyzikálním délkám L 13 a tloušťkám D žil kabelů 141, 142, 143, 144, se uchovávají v prvním souboru na



datovém nosiči výpočetní jednotky 30. Útlum $H(f, L, D)$ je přitom tak jako efektivní intenzita $S(f)$ signálu funkcí závislou na frekvenci. Signál, vysílaný vysílačem 10, je tedy $PSD_{Modem}(f)$, zatímco u přijímače se ještě získá efektivní intenzita $S(f) = PSD_{Modem}(f) H^2(f, L, D)$ signálu. V druhém souboru se na datovém nosiči výpočetní jednotky 30 uchovává úroveň 40 šumu $N(f)$, přiřazená příslušným fyzikálním délkám 13 a tloušťkám žil kabelů 141, 142, 143, 144 síťového spoje 12, přičemž úroveň 40 šumu $N(f)$ se určuje pomocí výpočetní jednotky 30 v závislosti na alespoň parametru Crosstalk typu $Xtalk$ a počtu zdrojů A rušení, opírajíce se o výkonové spektrum PSD. To znamená

$$N(f) = \sum_{i, Xtalktype} PSD_{SModem(i)}(f) Hxp(f, L, Xtalktype, A_i)$$

Suma jde indexem i přes všechny rušivé modulace ($SModem$) v závislosti na jejich typu $Xtalk$, které se projevují na paralelních spojích síťového spoje. Hxp je útlum v závislosti na Crosstalk. Jak již bylo zmíněno, je problematika Crosstalk fyzikálním fenoménem, který vzniká při modulaci dat přes měděný kabel. Sousední dráty měděného kabelu uvnitř měděného kabelu získají přes elektromagnetické střídavé účinky párově dílčí signály, které jsou vytvářeny modemem. To vede k tomu, že xDSL - modemy, které se přenášejí na sousedních drátech, se vzájemně ruší. Crosstalk jako fyzikální efekt je téměř zanedbatelný pro ISDN (frekvenční pásmo až do 120 kHz), je ale důležitý pro například ADSL (frekvenční pásmo až 1 MHz) a rozhodujícím faktorem pro VDSL (frekvenční pásmo až 12 MHz). Jak již bylo popsáno, sestávají obvyklá telefonní měděná vedení ze 2 až 2400 měděných drátů. Aby se kupříkladu mohly použít čtyři



páry, tak se proud dat u vysílače rozděluje do vícekrát paralelních proudů dat a u přijímače zase rekombinuje, což zvyšuje efektivní průchod dat o faktor 4. To by umožnilo přenos dat až 100 Mbps. Doplnkově se mohou v případě čtyř párů měděných drátů stejné čtyři páry využít k tomu, aby se přeneslo současně stejné množství dat v obráceném směru. Duplexní přenos dat přes každý pár měděného drátu zdvojuje informační kapacitu, která může být přenášena. To v tomto případě zosminásobí rychlost přenosu dat oproti konvenčním přenosům, u kterých se vždy pro jeden směr používají dva páry. Pro přenos dat, jak bylo výše popsáno, je šum Crosstalk silně limitujícím faktorem. Rozlišujeme jako typy Crosstalk (typ Xtalk) mezi Near-End Crosstalk (NEXT) 51, který popisuje nechtěnou vazbu signálů 50 vysílače (Transmitter) 10 na jednom konci vůči signálům 50 u přijímače (Receiver) 11 na stejném konci, a Far-End Crosstalk (FEXT) 52, který popisuje nechtěnou vazbu signálů 50 při přenosu k přijímači 11 na druhém konci, přičemž signály 50 vazbí při přenosu na signály 50 sousedních párů měděných drátů a u přijímače 11 se projevují jako šum (Noise), viz obr. 1. Normálně se vychází z toho, že NEXT 51 má jen Near-End rušivý zdroj. Typ Xtalk je tedy závislý na místě a Stream (up/down), to znamená že typ Xtalk (Stream, místo). Jestliže se používá více než jen dva měděné dráty, což je obvyklým případem (typicky jsou to hodnoty mezi 2 a 2400 dráty), potom již výše popsané párové vázání nesouhlasí. Například pro případ, že se současně používají čtyři páry drátů, existují nyní dále tři nechtěné zdroje rušení, které svou energií vazbí na signál 50. Pro A v tomto případě platí $A = 3$. To samé platí pro FEXT-Crosstalk 52.

Výpočetní jednotka 30 určuje margins datového přenosu pomocí Gaussova transformačního modulu 31, opírajíce se o efektivní intenzity $S(f)$ signálů prvního souboru a příslušné úrovně $R(f)$ šumu druhého souboru pro různé modulace datového přenosu a/nebo modulační kódování pro předem definovanou bitovou rychlost, a margins datového přenosu, přiřazené příslušným fyzikálním délkám 13 a tloušťkám žil kabelů 141, 142, 143, 144 síťového spoje 12, uchovává na datovém nosiči výpočetní jednotky 30. S efektivními intenzitami $S(f)$ signálů prvního souboru a úrovněmi $N(f)$ šumu se dá pomocí výpočetní jednotky 30 určovat poměr signálu S k šumu R SNR (Signal to Noise Ratio), přičemž:

$$SNR \cong \exp\left(T \int_{-1/2T}^{1/2T} \ln\left(\frac{\sum_n |S(f+n/T)|^2}{\sum_n N(f+n/T)}\right) df\right)$$

Tento výraz platí jen pro CAP, 2B1Q a PAM - modulaci, nikoliv ale pro DMT - modulaci. DMT se v dalším ještě blíže popisuje. T je přitom symbolický interval nebo polovina inverzních hodnot Nyquistovy frekvence. Nyquistova frekvence je nejvyšší možná frekvence, která může být ještě přesně vzorkována (gesampled). Nyquistova frekvence je poloviční vzorkovací frekvencí (Sampling Frequenz), protože nechtěné frekvence se vytvářejí tehdy, jestliže se vzorkuje signál, jehož frekvence je vyšší než poloviční vzorkovací frekvence. n je sumarizační index. V praxi normálně postačuje, že n probíhá od -1 do 1 . Jestliže to nestačí, mohou se k tomu například přibrat další maxima 0 , $\pm 1/T$, $\pm 2/T$ atd., až se dosáhne požadované přesnosti. Margins datového přenosu



závisí na modulacích datového přenosu a/nebo modulačních kódování, jak bylo již výše zmíněno. U tohoto příkladu provedení budeme ukazovat závislost například pro HDSL - modemy 2B1Q - modulaci (2 Binary, 1 Quarterary) a CAP - modulaci (Carrierless Amplitude/Phase Modulation) jako příklad pro ADSL DMT - modulaci (Discrete Multitone Technology) a ohledně modulačních kódování pro Trellis - kódované signály. Je ale také jasné, že způsob podle vynálezu a systém platí samozřejmě i pro jiné modulační datového přenosu a/nebo modulační kódování jako například PAM (Pulse Amplitude Modulation) atd. Jak 2B1Q - modulace, tak i CAP - modulace se používá u HDSL - modemů a má předem definovanou bitovou rychlost. DMT - modulace se používá u ADSL - modemů a má naopak proměnnou bitovou rychlost. CAP a DMT používají stejnou základní technologii modulace: QAM (Quadrature Amplitude Modulation), ačkoliv se tato technologie používá různě. QAM umožňuje, že dva digitální nosné signály (Carrier Signal) mají tutéž šířku přenosového pásma. Přitom se používají dva nezávislé tak zvané Message - signály, aby modulovaly dva nosné signály, které mají identickou frekvenci, ale liší se amplitudou a fází. QAM - přijímače mohou rozlišovat, jestli je zapotřebí malý nebo velký počet stavů amplitudy a fáze, aby se například na páru měděných drátů obešel šum (Noise) a interference. 2B1Q - modulace je také známa jako "čtyřúrovňová pulsní amplitudová modulace" (PAM). Používá pro signálový puls dvě napěťové úrovně a nikoliv jednu úroveň, jako například AMI (Alternate Mark Insertion). Tím, že se pro rozlišení použijí kladné a záporné úrovně, získá se čtyřúrovňový signál. Bity se nakonec sdružují po dvou, přičemž páry odpovídají jedné

napěťové úrovni (proto 2 Bit). Tím se potřebná frekvence signálu pro vysílání stejné bitové rychlosti tak jako u bipolárního AMI u 2B1Q půlí. U HDS - modemu s 2B1Q - nebo CAP - modulací existuje následující závislost margins datového přenosu na SNR:

$$M_c = \text{SNR} / \xi$$

přičemž ξ může být určována v závislosti na chybové rychlosti (Symbol Error Rate) ε_s . Pro LAN (IP) postačuje obvykle chybová rychlost $\varepsilon_s = 10^{-7}$, to znamená že v průměru každý 10^7 bit se přenesení v průměru chybně. Firmy požadují pro své firemní sítě typicky $\varepsilon_s = 10^{-12}$. Jestliže se ε_s dostane například do řádu přenášeného řádu datového paketu (například 10^{-3}), tak by to naopak znamenalo, že každý paket musí být v průměru přenesen dvakrát, aby došel správně. Pro 2B1Q - modulaci platí pro ε_s například:

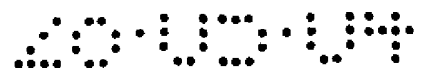
$$\varepsilon_s = 2\left(1 - \frac{1}{M}\right) \cdot G_c \left(\sqrt{\frac{3 \cdot \xi}{M^2 - 1}} \right) \quad \text{pro nekódované signály a}$$

$$\varepsilon_s = 2\left(1 - \frac{1}{M/2}\right) \cdot G_c \left(\sqrt{\frac{3 \cdot \xi \cdot 10^{0.4}}{(M/2)^2 - 1}} \right) \quad \text{pro trellis - kódované signály,}$$

zatímco pro CAP - modulaci platí:

$$\varepsilon_s = 4\left(1 - \frac{1}{M}\right) \cdot G_c \left(\sqrt{\frac{3\xi}{M^2 - 1}} \right) \quad \text{pro nekódované signály a}$$

$$\varepsilon_s = 4\left(1 - \frac{1}{M/\sqrt{2}}\right) \cdot G_c \left(\sqrt{\frac{3(\xi 10^{0.4})}{(M^2/2 - 1)}} \right) \quad \text{pro trellis - kódované signály.}$$



G_c je pro obě kódování komplementární Gaussovou funkcí s:

$$G_c(x) := \int_x^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x'^2/2} dx'$$

a M je pro 2B1Q - modulaci momentový součinitel s $M = 4$ pro 2B1Q, zatímco pro CAP - modulaci je M konstelační veličina $M \times M$. T je, tak jako výše, symbolický interval nebo polovina inverzních hodnot z Nyquistovy frekvence. Pro ADSL - modemy s DMT - modulací je závislost jiná. Jak již bylo řečeno, má ADSL proměnnou bitovou rychlost. To se rovněž projevuje v M_c . Platí:

$$M_c = X_{ref} \frac{2^{\left(\int \log_2 \left(1 + \frac{\xi(f)}{x_{ref} \Gamma} \right) df \right) / \Delta f} - 1}{2^{D/\Delta f} - 1}$$

přičemž $\xi(f)$ je poměr signálu k šumu $S(f)/N(f)$. x_{ref} je referenční margin, který byl u tohoto příkladu provedení typicky zvolen jako 6 dB, to znamená $x_{ref} = 10^{0.6}$. Ale i jiné hodnoty jako referenční margins x_{ref} jsou představitelné. Δf je celá frekvenční šířka, popřípadě celé frekvenční pásmo, které se používá při přenosu. Integrace se provádí přes frekvenci. D je bitová rychlost například v b/s (bity/sekundu). Γ je korekční faktor. U tohoto příkladu provedení má Γ například hodnotu $\Gamma = 9.55$. Integrace se u tohoto příkladu provedení provádí přes frekvenci f . Analogicky k tomu se ale může také provádět přes čas nebo jinou fyzikální veličinu, přičemž výraz nahoře pak musí být příslušným způsobem přizpůsoben.

Obecně margins datového přenosu, získané tak jako nahoře, nesouhlasí s experimentem. Proto výpočetní jednotka 30 určuje efektivní margins datového přenosu pomocí alespoň jednoho korekčního faktoru, opírajíce se o v paměti uložené margins datového přenosu. Korekční faktor se pro tento příklad provedení zvolil tak, že se mezi získanými margins datového přenosu a efektivními margins datového přenosu dosáhl postačující soulad. Jako postačující zde bylo přijato například $\pm 3\text{dB}$, přičemž i jiné hodnoty jsou představitelné. Aby se tato maximální odchylka $\pm 3\text{dB}$ získala, tak se určují dva parametry. M_{imp} zohledňuje dobrou nebo špatnou implementaci modemu výrobcem. M_{imp} byl zaveden na základě skutečnosti, že stejné modemy se srovnatelným hardwarem a stejnými modulacemi datového přenosu a/nebo modulačními kódováními, avšak od různých výrobců, poskytují při převodu analogového signálu na digitální a naopak různé výsledky, což se týká jejich maximální bitové rychlosti nebo jejich maximálního dosahu pro určitý síťový spoj. To musí být pro margins datového přenosu korigováno. Jako druhý parametr byl zaveden N_{int} . N_{int} zohledňuje kvantovací šum v modemu (přeměna z analogového do digitálního), jakož i možné špatné přizpůsobení ekvalizéru při přenosu. Jestliže dochází mezi vysílačem 10 a přijímačem 11 k přenosu, přizpůsobí ekvalizér modemu přenosovou rychlost podmínkám síťového spoje, jako například útlumu trasy, fázovému zkreslení atd., pomocí zkušební sekvence, která se pošle sem a tam mezi oběma komunikujícími modemy. Špatné přizpůsobení ekvalizérem vede ke zkreslení výsledků a musí být korigováno. Pro lineární ekvalizér se může například použít následující výraz:



$$SNR_{LinearEq} = \left(T \int_{-1/2T}^{1/2T} \frac{df}{X_s(f)} \right)^{-1}$$

s

$$X_s(f) = \sum_n \frac{|S_e(f + n/T)|^2}{N_e(f + n/T)} + 1$$

přičemž $SNR_{LinearEq}$ je poměr signálu vůči šumu, S_e je signál, který získá ekvalizér, N_e je šum a f je frekvence. Pro Decision Feedback Equalizer (DFE) se může například použít následující výraz:

$$SNR_{DFE} = \exp\left(T \int_{-1/2T}^{1/2T} \ln(X_s(f)) df\right)$$

s

$$X_s(f) = \sum_n \frac{|S_e(f + n/T)|^2}{N_e(f + n/T)} + 1$$

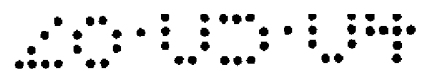
přičemž opět je $SNR_{LinearEq}$ poměr signálu vůči šumu, S_e je tak jako výše signál, který získá ekvalizér, N_e je šum a f je frekvence. Výpočetní jednotka 30 může pro určení SNR_{DFE} použít například následující přiblížení:

$$SNR_{DFE} \cong \exp\left(T \int_{-1/2T}^{1/2T} \ln\left(\frac{\sum_n |S_e(f + n/T)|^2}{\sum_n N_e(f + n/T)}\right) df\right)$$

Tím pro efektivní datové margins vyplývá: $S(f) = PSD_{Modem}(f) H^2(f, L, D)$ tak jako předtím. Šum se koriguje následovně:

$$N(f) = \sum_i PSD_{SModem(i)}(f) \cdot Hxp^2(f, L, D, xtalktype_i, n_i) + N_{int}$$

Korekce může být ve výpočetní jednotce 30 implementována v modulu hardwarově nebo softwarově. Je důležité poukázat na to, že s takovým modulem, opírajícím se o korekci N_{int} , se zavádí proměnný faktor šumu, který může například zohledňovat naladění ekvalizéru atd. Toto nelze ve stavu techniky takto nalézt a patří to mezi jiným k podstatným přednostem vynálezu. Efektivní margins M_{eff} datového přenosu se zohlední výrazem $M_{eff} = M_c - M_{imp}$, který se doplňkově zohledňuje k N_{int} , jak bylo výše zmíněno. Korekční hodnoty pro M_c a N_{int} se mohou získat ve výpočetní jednotce 30 srovnáním s experimentálními daty. Typicky musí mít za tím účelem výpočetní jednotka 30 přístup k datům různých experimentů, aby se mohly parametry správně určovat uvnitř požadované odchylky. Pomocí korekčních faktorů, které dále zahrnují střední odchylku v paměti uložených margins datového přenosu vůči efektivním margins datového přenosu, se určují, jak výše popsáno, efektivní margins datového přenosu a rovněž, přiřazené příslušným fyzikálním délkám 13 a tloušťkám D žil kabelů 141, 142, 143, 144 síťového spoje 12, se uchovávají na datovém nosiči výpočetní jednotky 30. Je třeba poukázat na to, že korekční faktory nemusejí být bezpodmínečně lineárními faktory, to znamená konstantami, nýbrž rovněž mohou zahrnovat dobré korekční funkce s nelineární závislostí. Tím by mohly být podle použití zohledněny i komplikované odchylky experimentálních dat. Pomocí v paměti uložených matic s margins datového přenosu určuje nakonec výpočetní jednotka 30, opírajíce se o v paměti uložené efektivní margins datového přenosu, na základě známých fyzikálních délek 13 určovaného síťového spoje 12 mezi vysílačem 10 a přijímačem 11 margin datového



přenosu pro určený síťový spoj 12. Margins datového přenosu se uvádějí, jak již bylo vícekrát zmíněno, v dB. Pro hodnoty > 0 dB funguje modem typicky, zatímco pro hodnoty < 0 dB nefunguje. Aby se garantoval dobrý bezpečný provoz, může být smyslné zvolit jako spodní hranici například 6 dB. Obecně se ale také hodí jako spodní hranice i jiné margins datového přenosu, například hodnoty mezi 3 dB a 9 dB. Stejným uspořádáním se dají pro ADSL - modem, jak z výše uvedených údajů vyplývá, místo matic s margins datového přenosu určovat adekvátně matice s bitovými rychlostmi pro různé síťové spoje, například pro margin datového přenosu 6 dB. Tím vyplývá pro určení matic s bitovými rychlostmi 6 dB = M_{eff} . U HDSL - modemů to nemá v podstatě žádný smysl, protože u HDSL pracují kódování, jako například 2B1Q nebo CAP s konstantní bitovou rychlostí, zde například 2.048 Mb/s. Důvod pro tento rozdíl vůči ADSL - modemům spočívá v tom, že HDSL - systémy byly dimenzovány jen pro připojení s vyšší bitovou rychlostí a zajímají jen spolehlivost (SNR). Obr. 3 znázorňuje přenosovou vzdálenost síťového spoje v závislosti na přenosové rychlosti (bitové rychlosti) pro ADSL - modemy. Vztahové značky 60 a 61 přitom označují různá šumová prostředí. Bitové rychlosti byly, jak bylo popsáno výše, znázorněny, opírajíce se o v paměti uložené matice, popřípadě soubory 2030.

Na základě v paměti uložených matic, popřípadě souborů 2030 margins datového přenosu / bitových rychlostí, se určují margins datového přenosu / bitové rychlosti pro klasifikované síťové spoje, a přiřazené klasifikovanému

síťovému spoji 12, přenáší na datový nosič výpočetní jednotky 30.

Opírajíce se o efektivní délku síťového spoje, faktor 2020 rozdělení útlumu a margins datového přenosu, může být klasifikovaný síťový spoj klasifikován 1040 pomocí výpočetní jednotky 30, adekvátně její rychlosti průchodu dat. Klasifikace může zejména zahrnovat maximálně možnou rychlost datového přenosu pro klasifikovaný síťový spoj. Výsledky klasifikace by se mohly uživateli zpřístupnit 1050 pomocí obrazovky, tiskárny nebo pomocí jiné výstupní jednotky. Zejména se může například pomocí zařízení spojit přes grafický interface s internetem, přičemž se dá pro libovolného telefonního abonenta poskytovatele telefonních síťových služeb jednoduše zjistit, jestli se jeho přípoj (například doma) pro specifický síťový spoj hodí či nikoliv.



P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob klasifikace síťových spojů, přičemž geografické souřadnice vysílače (10) a přijímače (11) klasifikovaného síťového spoje (12) jsou známy, **vyznačující se tím,**

že se, opírajíce se o známá data (5000) síťových spojů, pomocí výpočetní jednotky (30) zjišťují (3010) jeden nebo více vzdálenostních faktorů (2011), a přiřazené určitelné pravděpodobnosti se přenášejí na datový nosič výpočetní jednotky (30), přičemž vzdálenostní faktory (2011) udávají efektivní délku síťového spoje v závislosti na vzdušné vzdálenosti, a přičemž určitelná pravděpodobnost, jestli je zjištěná délka síťového spoje kratší nebo delší než jeho efektivní délka, se stanovuje pomocí bezpečnostního faktoru (2012),

že se, opírajíce se o jeden nebo více vzdálenostních faktorů (2010), bezpečnostnímu faktoru (2012) a geografickým souřadnicím vysílače (10) a přijímače (11) klasifikovaného síťového spoje (12) pomocí výpočetní jednotky (30) určuje (1010) efektivní délka síťového spoje, a přiřazená klasifikovanému síťovému spoji (12) se přenáší na datový nosič výpočetní jednotky (30),

že se určuje (3020) alespoň jeden faktor (2020) rozdělení útlumu, opírajíce se o známá data (5000) síťových spojů, a přenáší na datový nosič výpočetní jednotky (30), přičemž alespoň jeden faktor (2020) rozdělení útlumu udává poměr útlumů různých dílců spoje síťového spoje vůči sobě,

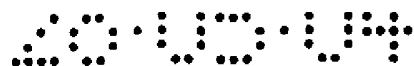
že se pro určování maximálních rychlostí průchodu dat pro různé typy modemů (3030) zjišťují margins (2030) datového přenosu, a přiřazené fyzikální délce (13) a tloušťce kabelů

(141, 142, 143, 144) síťového spoje (12), uchovávají na datovém nosiči výpočetní jednotky (30), přičemž pomocí zařízení (20) na měření výkonu se měří pro modemy výkonová spektra, pomocí výpočetní jednotky (30), opírajíce se o výkonová spektra, se určují efektivní intenzity signálů a příslušné úrovně šumu, a pomocí Gaussova transformačního modulu (31), opírajíce se o intenzity signálů a úrovně šumu, se pro různé modulace datového přenosu a/nebo modulační kódování určují pro předem definované bitové rychlosti margins (2030) datového přenosu, a že se, opírajíce se o efektivní délku síťového spoje, faktor (2020) rozdělení útlumu a margins (2030) datového přenosu, pomocí výpočetní jednotky (30), adekvátně její maximální rychlosti průchodu dat, klasifikuje (1040) klasifikovaný síťový spoj.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že jako vzdálenostní faktory (2011) se pomocí výpočetní jednotky (30) zjišťují faktor stoupání a abscisa, přičemž se určuje lineární závislost mezi vzdušnou vzdáleností a efektivní délkou síťového spoje.

3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že pomocí výpočetní jednotky (30) se určují vzdálenostní faktory (2011) jako parametry polynomu alespoň 2. stupně.

4. Způsob podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že pomocí bezpečnostního faktoru (2012) se volí pravděpodobnost mezi 0,85 a 0,95.



datovém nosiči výpočetní jednotky (30), přičemž pomocí zařízení (20) na měření výkonu se měří pro modemy výkonová spektra, pomocí výpočetní jednotky (30), opírajíce se o výkonová spektra, se určují efektivní intenzity signálů a příslušné úrovně šumu, a pomocí Gaussova transformačního modulu (31), opírajíce se o intenzity signálů a úrovně šumu, se pro různé modulace datového přenosu a/nebo modulační kódování určují pro předem definované bitové rychlosti margins (2030) datového přenosu, a že se, opírajíce se o efektivní délku síťového spoje, faktor (2020) rozdělení útlumu a margins (2030) datového přenosu, pomocí výpočetní jednotky (30), adekvátně její maximální rychlosti průchodu dat, klasifikuje (1040) klasifikovaný síťový spoj.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že jako vzdálenostní faktory (2011) se pomocí výpočetní jednotky (30) zjišťují faktor stoupání a abscisa, přičemž se určuje lineární závislost mezi vzdušnou vzdáleností a efektivní délkou síťového spoje.

3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že pomocí výpočetní jednotky (30) se určují vzdálenostní faktory (2011) jako parametry polynomu alespoň 2. stupně.

4. Způsob podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že pomocí bezpečnostního faktoru (2012) se volí pravděpodobnost mezi 0,85 a 0,95.

5. Způsob podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že bezpečnostní faktor (2012) má hodnotu mezi 700 a 800.
6. Způsob podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že pomocí faktoru (2020) rozdělení útlumu se určuje lineární závislost útlumů vůči sobě.
7. Způsob podle některého z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že výpočetní jednotka (30) pomocí alespoň jednoho korekčního faktoru, opírajíce se o v paměti uložené margins (2030) datového přenosu, určuje korigované margins datového přenosu, a přiřazené příslušným fyzikálním délkám (13) a tloušťkám žil kabelů (141, 142, 143, 144) síťového spoje (12), uchovává na datovém nosiči výpočetní jednotky (30), přičemž alespoň jeden korekční faktor zahrnuje střední odchylku v paměti uložených margins datového přenosu vůči efektivním margins datového přenosu a/nebo ekvalizační faktor pro korekci naladění ekvalizéru.
8. Způsob podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že korekční faktor reprodukuje vzhledem k fyzikálním délkám (13) a/nebo tloušťkám žil kabelů (141, 142, 143, 144) nelineární závislost.
9. Způsob podle některého z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že pomocí výpočetní jednotky (30) se v závislosti na alespoň parametru Crosstalk a počtu zdrojů rušení, opírajíce se o výkonová spektra, určují úrovně šumu.

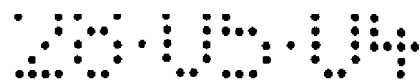
10. Způsob podle některého z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že výkonové spektrum se měří v závislosti na přenosové frekvenci pro ADSL - a/nebo SDSL - a/nebo HDSL - a/nebo a/nebo VDSL - modemy (101, 102, 103, 104).

11. Způsob podle nároku 10, **vyznačující se tím**, že možné SDSL - modemy (101, 102, 103, 104) zahrnují alespoň jeden G 991.2 - modem a/nebo ADSL - modemy (101, 102, 103, 104) alespoň jeden G 992.2 - modem.

12. Způsob podle některého z nároků 1 až 11, **vyznačující se tím**, že pomocí Gaussova transformačního modulu (31) se určují margins datového přenosu pro alespoň modulace 2B1Q a/nebo CAP a/nebo DMT a/nebo PAM datového přenosu.

13. Způsob podle některého z nároků 1 až 12, **vyznačující se tím**, že pomocí Gaussova transformačního modulu (31) se určují margins datového přenosu pro alespoň Trellis - modulační kódování.

14. Způsob klasifikace síťových spojů, přičemž geografické souřadnice vysílače (10) a přijímače (11) klasifikovaného síťového spoje (12) jsou známy, **vyznačující se tím**, že se, opírajíce se o známá data (5000) síťových spojů, pomocí výpočetní jednotky (30) zjišťují (3010) jeden nebo více vzdálenostních faktorů (2011), a přiřazené určitelné pravděpodobnosti se přenášejí na datový nosič výpočetní jednotky (30), přičemž vzdálenostní faktory (2011) udávají efektivní délku síťového spoje v závislosti na vzdušné vzdálenosti, a přičemž určitelná pravděpodobnost, jestli je



zjištěná délka síťového spoje kratší nebo delší než jeho efektivní délka, se stanovuje pomocí bezpečnostního faktoru (2012),

že se, opírajíce se o vzdálenostní faktory (2010), bezpečnostnímu faktoru (2012) a geografickým souřadnicím vysílače (10) a přijímače (11) klasifikovaného síťového spoje (12) pomocí výpočetní jednotky (30) určuje (1010) efektivní délka síťového spoje, a přiřazená klasifikovanému síťovému spoji (12), přenáší na datový nosič výpočetní jednotky (30),

že se určuje (3020) alespoň jeden faktor (2020) rozdělení útlumu, opírajíce se o známá data (5000) síťových spojů, a přenáší na datový nosič výpočetní jednotky (30), přičemž alespoň jeden faktor (2020) rozdělení útlumu udává poměr útlumů různých dílců spoje síťového spoje vůči sobě,

že se pro určování maximálních rychlostí průchodu dat zjišťují pro různé modemy bitové rychlosti (2030), a přiřazené fyzikální délce (13) a tloušťce žil kabelů (141, 142, 143, 144) síťového spoje (12), uchovávají na datovém nosiči výpočetní jednotky (30), přičemž pomocí zařízení (20) na měření výkonu se pro modemy měří výkonová spektra, pomocí výpočetní jednotky (30), opírajíce se o výkonová spektra, se určují efektivní intenzity signálů a příslušné úrovně šumu, a pomocí Gaussova transformačního modulu (31), opírajíce se o intenzity signálů a úrovně šumu, se pro různé modulace datového přenosu a/nebo modulační kódování určují pro předem definovaný margin datového přenosu bitové rychlosti,

a že se, opírajíce se o efektivní délku síťového spoje, faktor (2020) rozdělení útlumu a margins (2030) datového přenosu, pomocí výpočetní jednotky (30), adekvátně její



maximální rychlosti průchodu dat, klasifikuje (1040) klasifikovaný síťový spoj.

15. Způsob podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že jako vzdálenostní faktory (2011) se pomocí výpočetní jednotky (30) zjišťují faktor stoupání a abscisa, přičemž se určuje lineární závislost mezi vzdušnou vzdáleností a efektivní délkou síťového spoje.

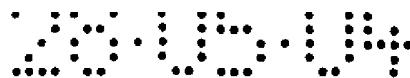
16. Způsob podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že pomocí výpočetní jednotky (30) se určují vzdálenostní faktory (2011) jako parametry polynomu alespoň 2. stupně.

17. Způsob podle některého z nároků 14 až 16, **vyznačující se tím**, že pomocí bezpečnostního faktoru (2012) se volí pravděpodobnost mezi 0,85 a 0,95.

18. Způsob podle některého z nároků 14 až 17, **vyznačující se tím**, že bezpečnostní faktor (2012) má hodnotu mezi 700 a 800.

19. Způsob podle některého z nároků 14 až 18, **vyznačující se tím**, že pomocí Gaussova transformačního modulu (31) se určují bitové rychlosti pro margin datového přenosu mezi 3 a 9 dB.

20. Způsob podle některého z nároků 14 až 18, **vyznačující se tím**, že pomocí Gaussova transformačního modulu (31) se určují bitové rychlosti pro margin datového přenosu 6 dB.



21. Způsob podle některého z nároků 14 až 20, **vyznačující se tím**, že výpočetní jednotka (30) pomocí alespoň jednoho korekčního faktoru, opírajíce se o v paměti uložené bitové rychlosti (203), určuje korigované bitové rychlosti, a přiřazené příslušným fyzikálním délkám (13) a tloušťkám žil kabelů (141, 142, 143, 144) síťového spoje (12), uchovává na datovém nosiči výpočetní jednotky (30), přičemž korekční faktor zahrnuje střední odchylku v paměti uložených bitových rychlostí vůči efektivním bitovým rychlostem a/nebo ekvalizační faktor pro korekci naladění ekvalizéru.

22. Způsob podle nároku 21, **vyznačující se tím**, že alespoň jeden korekční faktor vzhledem k fyzikálním délkám (13) a/nebo tloušťkám žil kabelů (141, 142, 143, 144) reprodukuje nelineární závislost.

23. Způsob podle některého z nároků 14 až 22, **vyznačující se tím**, že pomocí výpočetní jednotky (30) se v závislosti na alespoň parametru Crosstalk a počtu zdrojů rušení, opírajíce se o výkonová spektra, určují úrovně šumu.

24. Způsob podle některého z nároků 14 až 23, **vyznačující se tím**, že výkonové spektrum se měří v závislosti na přenosové frekvenci pro ADSL - a/nebo SDSL - a/nebo HDSL - a/nebo a/nebo VDSL - modemy (101, 102, 103, 104).

25. Způsob podle nároku 24, **vyznačující se tím**, že možné SDSL - modemy (101, 102, 103, 104) zahrnují alespoň jeden G 991.2 - modem a/nebo ADSL - modemy (101, 102, 103, 104) alespoň jeden G 992.2 - modem.



26. Způsob podle některého z nároků 14 až 25, **vyznačující se tím**, že pomocí Gaussova transformačního modulu (31) se určují bitové rychlosti pro alespoň modulace 2B1Q a/nebo CAP a/nebo DMT a/nebo PAM datového přenosu.

27. Způsob podle některého z nároků 14 až 26, **vyznačující se tím**, že pomocí Gaussova transformačního modulu (31) se určují bitové rychlosti pro alespoň Trellis - modulační kódování.

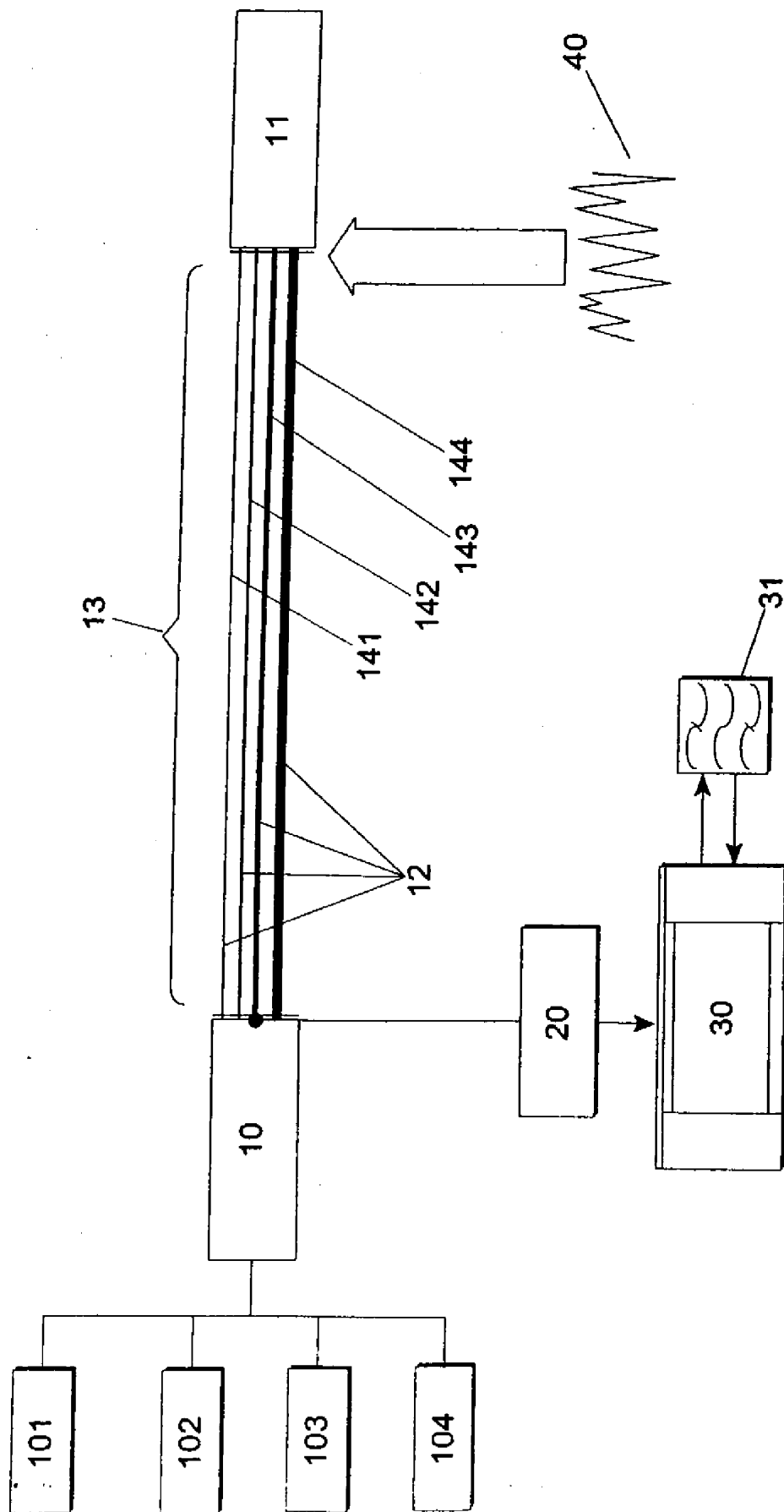
28. Zařízení pro klasifikaci síťových spojů, přičemž geografické souřadnice vysílače (10) a přijímače (11) klasifikovaného síťového spoje (12) jsou známy, **vyznačující se tím**,

že zařízení zahrnuje výpočetní jednotku (30) pro určování a uchování v paměti jednoho nebo více vzdálenostních faktorů (2011) určitelné pravděpodobnosti, opírajíce se o známá data (5000) síťových spojů, přičemž vzdálenostní faktory (2011) udávají efektivní délku síťového spoje v závislosti na vzdušné vzdálenosti, a přičemž určitelná pravděpodobnost, zdali je zjištěná délka síťového spoje kratší nebo delší než jeho efektivní délka sítě, se stanovuje pomocí bezpečnostního faktoru (2012),

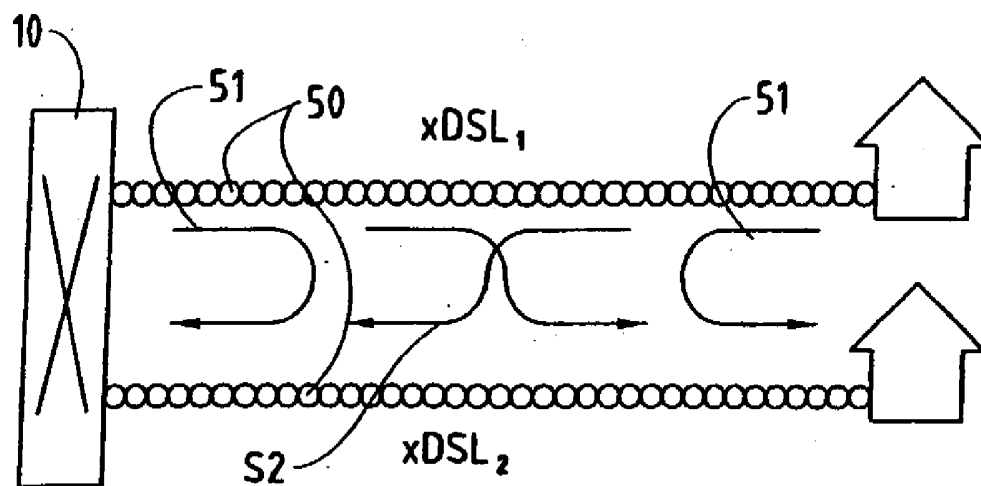
že výpočetní jednotka (30) zahrnuje prostředky pro určování a uchování v paměti alespoň jednoho faktoru (2020) rozdělení útlumu, opírajíce se o známá data (5000) síťových spojů, přičemž alespoň jeden faktor (2020) rozdělení útlumu udává poměr útlumů různých dílců spoje síťového spoje vůči sobě,

že zařízení zahrnuje zařízení (20) na měření výkonu pro měření výkonových spekter pro různé typy modemů, prostředky (30) pro určování efektivních intenzit signálů a příslušných úrovní šumu, opírajíce se o výkonová spektra, jakož i Gaussův transformační modul (31) pro určování a uchování v paměti margins (2030) datového přenosu, opírajíce se o intenzity signálů a úrovně šumu pro různé modulační přenosu a nebo modulační kódování a pro předem definovanou bitovou rychlost.

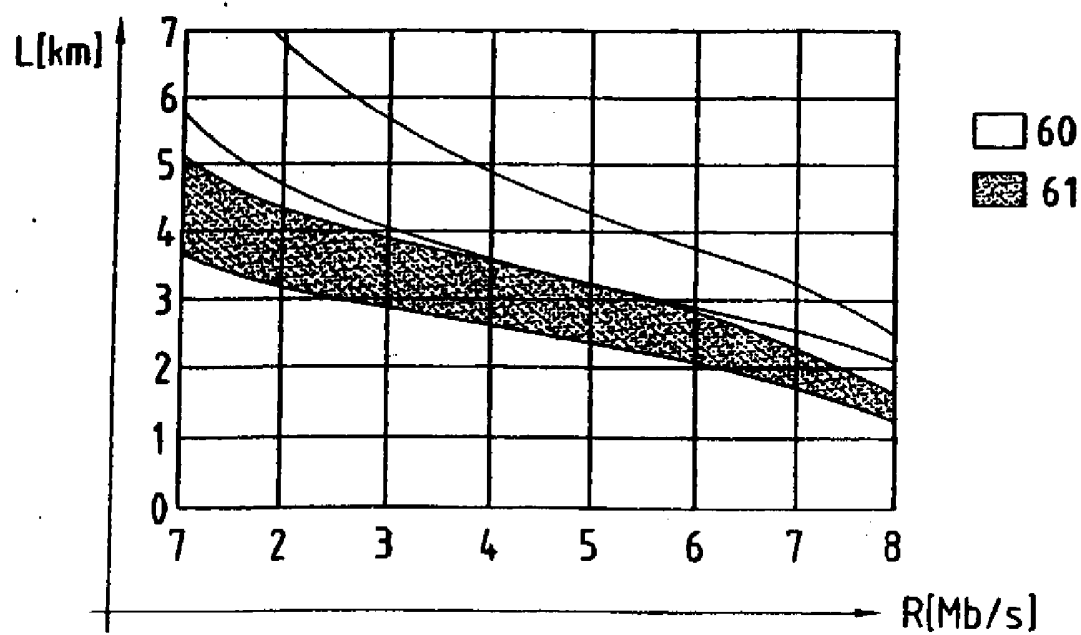
1/6



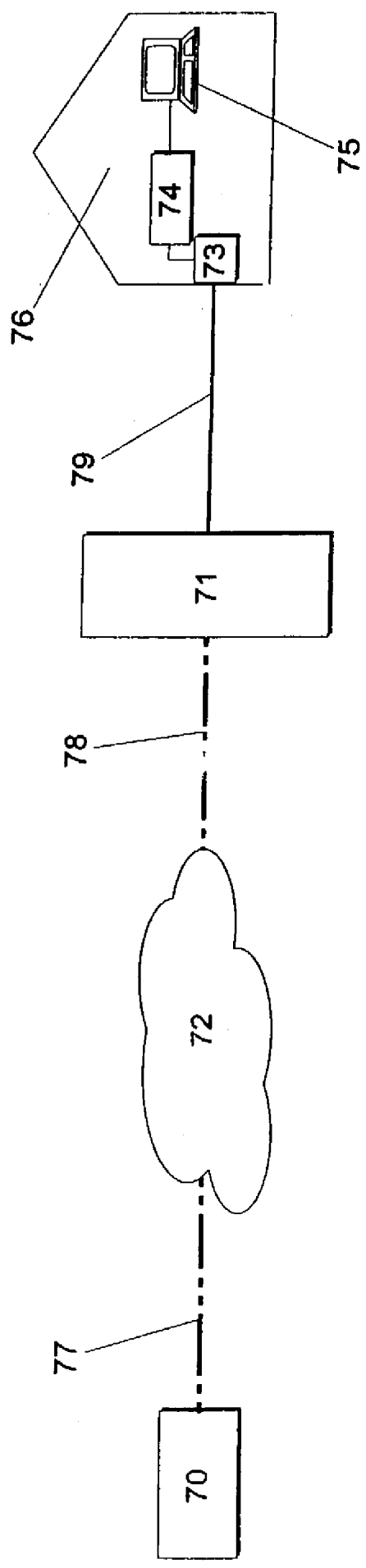
obr. 1



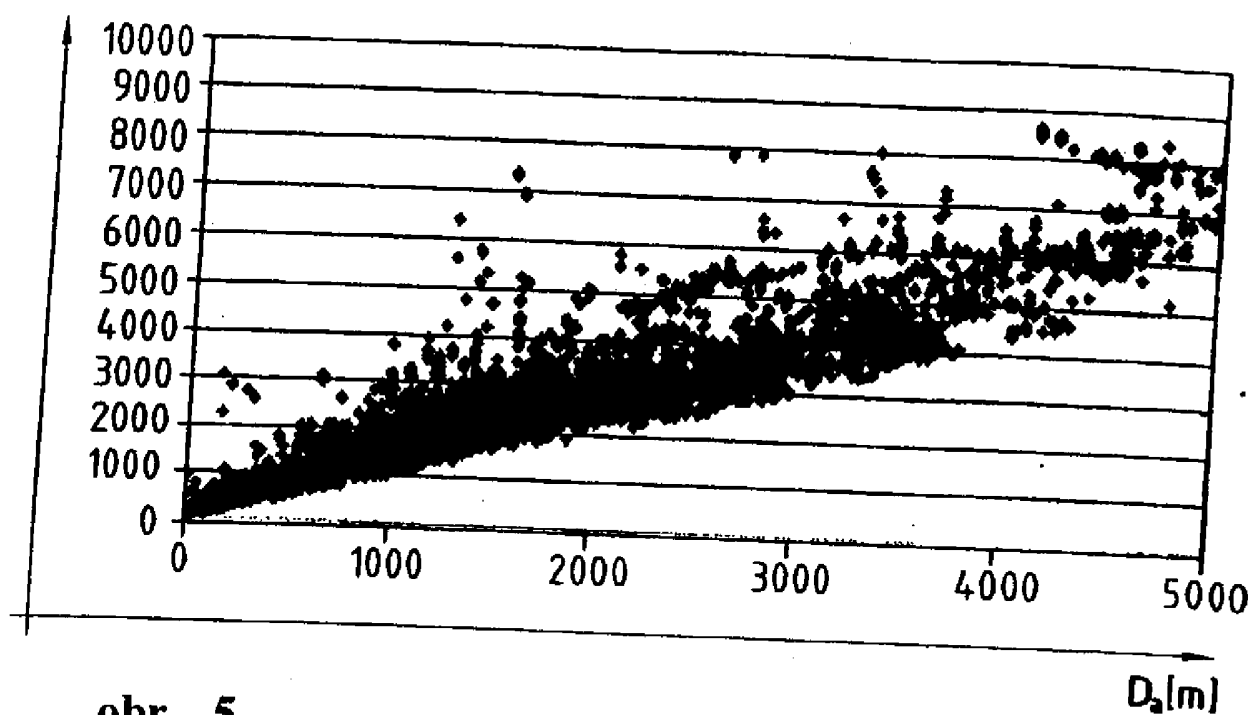
obr. 2



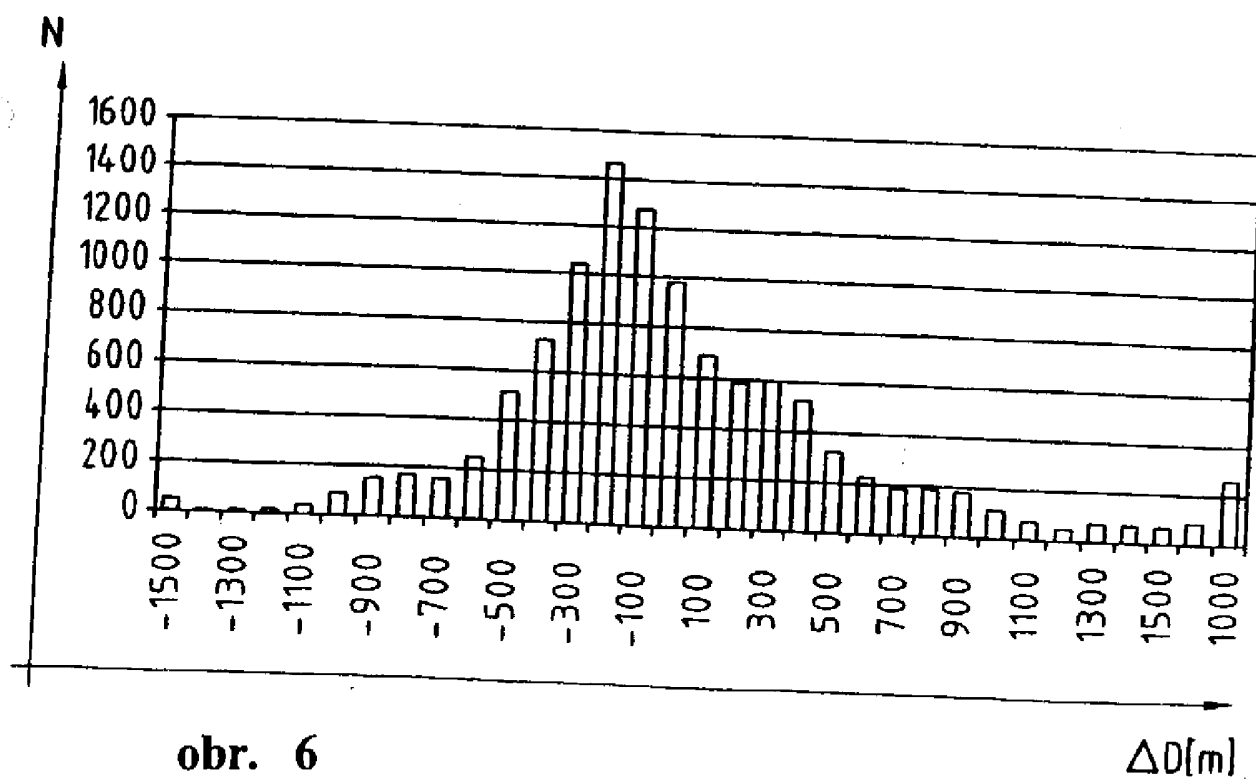
obr. 3



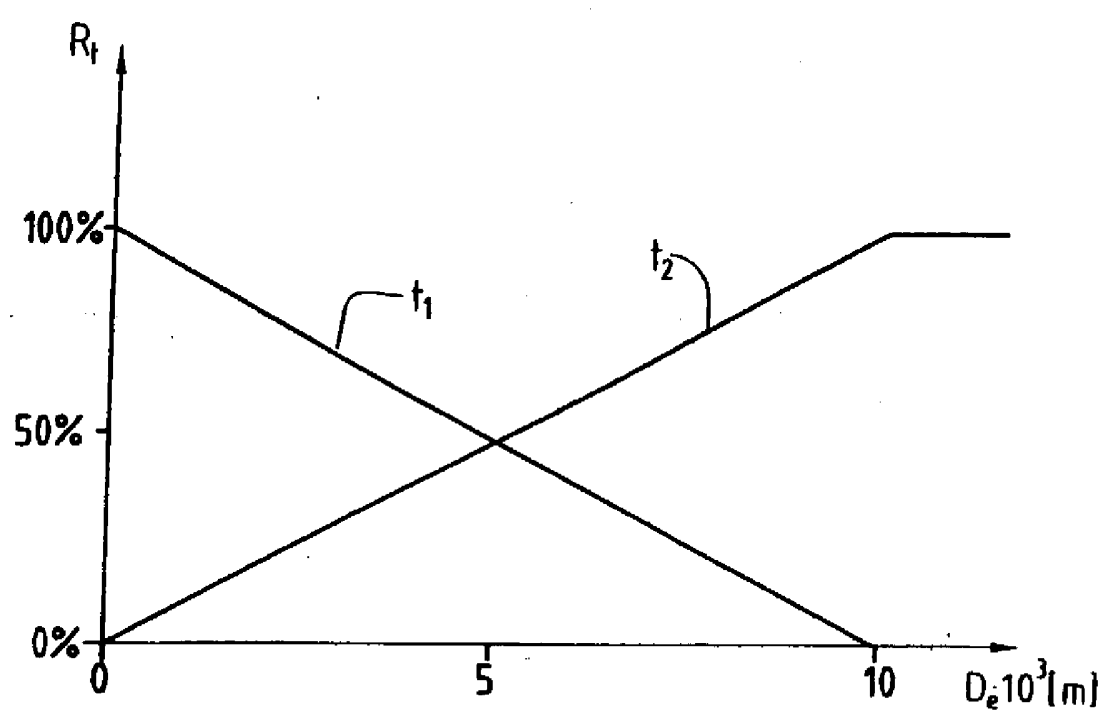
obr. 4

$D_e[m]$ 

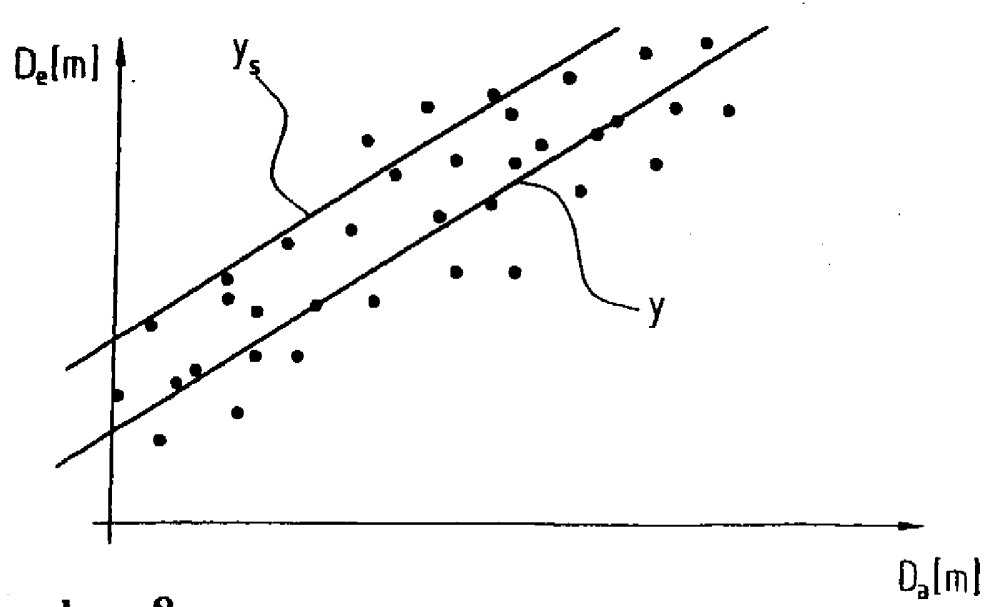
obr. 5



obr. 6

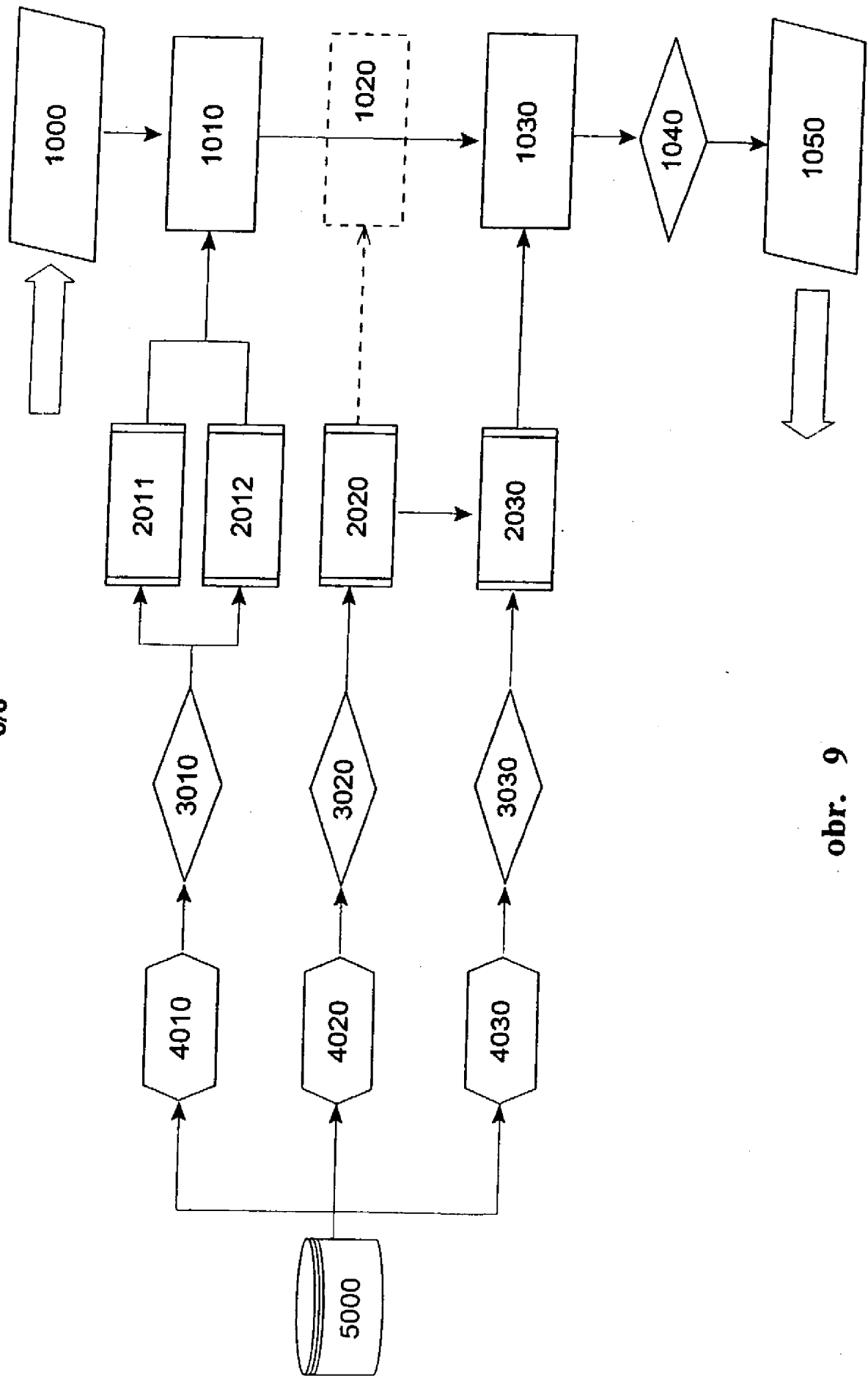


obr. 7



obr. 8

6/6



obr. 9