

## ADSL paslaugos įdiegimo techninių galimybių įvertinimo metodika

### A. Ukvalbergas

AB „Lietuvos telekomas“, Taikos pr. 54, LT-3009, Kaunas, Lietuva

### A. Vobolis

Telekomunikacijų katedra, Kauno technologijos universitetas, Studentų g. 50, LT-3031 Kaunas, Lietuva

#### Įvadas

Balso perdavimo tinklai atsirado anksčiau už duomenų perdavimo tinklus ir jais nebuvo planuojama ateityje perduoti duomenis. Tačiau nuolat didėjant duomenų srautams ir esant labai išplėtotai varinių linijų infrastruktūrai, atsirado poreikis technologijos, kuri leistų perduoti duomenis esamoms varinėms linijomis. Taip atsirado DSL technologija, kurios tikslas buvo maksimaliai panaudoti esamą infrastruktūrą duomenims perduoti. Dėl skirtingų varinių linijų parametrų duomenis ne visada galima perduoti [4], todėl būtina sukurti metodiką, kuri nustatytų linijos tinkamumą DSL technologijai teikti.

ADSL technologija - tai technologija, kurią taikant dvilaidėmis telefono linijomis galima perduoti duomenų srautus, nenutraukiant fiksuoto telefono ryšio paslaugų teikimo. Šiandieną naudojant ADSL technologiją vartotojo gaunamo duomenų srauto („žemyn“) sparta gali būti iki 8 Mbit/s, o vartotojo siunčiamo („aukštyn“) – iki 1 Mbit/s. ADSL technologija leidžia nustatyti asimetrines, t.y. skirtingas ir skirtingų kryptių duomenų srautų, spartas, todėl dažniausiai naudojama teikti paslaugoms, kurių duomenų srautų sparta taip pat yra asimetrinė. Kokia sparta gali būti perduodami duomenys priklauso nuo telefono linijos parametrų (ilgio, slopinimo, triukšmų ir kt.). Teikiant ADSL paslaugą, paprastai preliminariai įvertinamos linijos techninės galimybės. Jeigu preliminarus įvertinimo nepakanka, atliekamas detalus linijos techninių parametrų įvertinimas.

Norėdamas greitai testuoti ADSL paslaugas, paslaugos teikėjas pirmiausiai atlieka šiuos testus:

1. duomenų perdavimo testą,
2. „Ping“ testą.

Jeigu, atlikus šiuos testus, rezultatai tenkina paslaugos teikėjo keliamus reikalavimus, ADSL paslaugą galima teikti. Priešingu atveju papildomai atliekamas detalus linijos techninių galimybių tyrimas, t.y.:

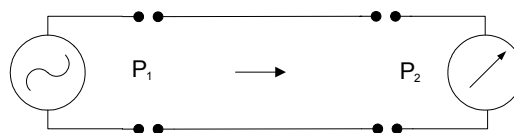
- 1) taikomas suderinamumų aptikimo metodas,
- 2) nustatomas linijos galios slopinimas,
- 3) nustatoma linijos pilnutinė varža,
- 4) matuojami abipusiai trukdžiai,
- 5) tiriama linijos balansas,
- 6) tiriama varža žemės atžvilgiu,
- 7) nustatomas linijos ilgis.

**Duomenų perdavimo testas.** Šio testo metu matuojamas duomenų perdavimo greitis abonento kryptimi („žemyn“) ir nuo abonento („aukštyn“) ir nustatoma, ar jis tinka teikiamai paslaugai.

**„Ping“ testas.** „Ping“ testo metu iš vietinio įrenginio išsiunčiamas IPCM paketas, kuris yra adresuojamas nutolusiam įrenginiui. Nutolęs įrenginys protokolo lygmenyje atpažįsta „Ping“ paketą ir persiunčia atgal į vietinį įrenginį. Taip nustatoma, ar yra ryšys su nutolusiu įrenginiu.

**Suderinamumų aptikimo metodas.** ADSL paslauga negali būti teikiama, jei grandinėje yra įjungtas derintuvas. Derintuvai riboja dažnį, viršijantį balso dažnių juostos (300 Hz – 3,4 kHz), o ADSL perdavimo technologija veikia aukštesniuose dažniuose nei balso dažnių juosta (iki 1,15 MHz). Derintuvai aptinkami matuojant linijos dažnines charakteristikas.

**Linijos galios slopinimo nustatymas.** Slopinimo matavimai linijose atliekami nuo galo iki galo. Viename linijos gale prijungiamas generatorius, o kitame imtuvas (1 pav.).



$P_1$  - siunčiama galia, dBm

$P_2$  - gauta galia, dBm

1 pav. Linijos slopinimo nustatymas

Slopinimas:

$$a = P_1 - P_2. \quad (1)$$

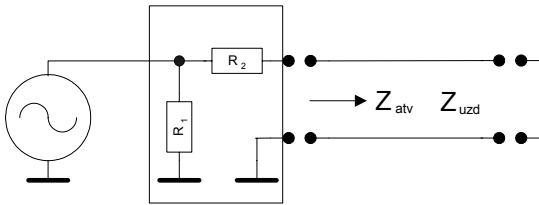
**Iš ATU-C perduodamos galios ir iš ATU-R linijos gautos galios slopinimas.** Šis parametras yra skirtumas decibelais tarp siunčiamos galios, perduodamos iš ATU-R, ir galios, gautos ATU-C, ir skirtumas tarp siunčiamos galios, perduodamos iš ATU-C, ir galios, gautos ATU-R.

Slopinimo ribos turi būti nuo 0 iki 63 dB, matuojant 0,1 dB tikslumu. Nominali siunčiama galia yra 3,65 dBm [4].

### Linijos pilnutinės varžos nustatymas

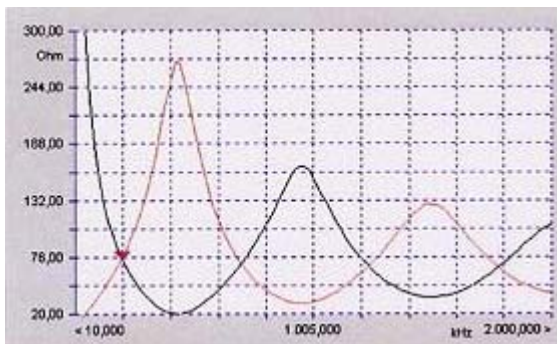
Linijos pilnutinė varža  $Z_0$  nustatoma matuojant atviros linijos ( $Z_{atv}$ ) ir uždaros linijos ( $Z_{uzd}$ ) pilnutinės varžas.  $Z_0$  vertės nustatomos iš 2 pav. ir formulės:

$$Z_0 = \sqrt{Z_{atv} Z_{uzd}} \quad (2)$$



2 pav. Linijos pilnutinės varžos nustatymas

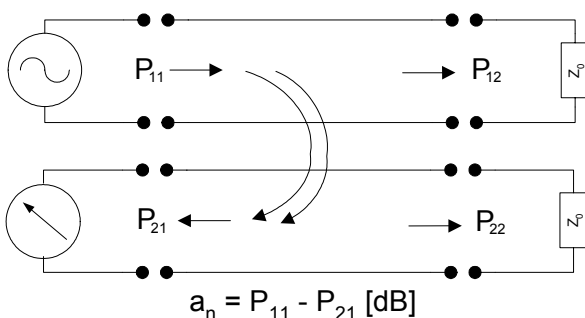
ADSL linijos pilnutinė varža turi būti artima 100  $\Omega$  ( $100 \pm 20 \Omega$ ) [4]. Pavyzdyje (3 pav.), linijos pilnutinė varža matuojama įrankiu LevelPRO. Šiuo atveju  $Z_0$  nustatoma surandant  $Z_{atv}$  ir  $Z_{uzd}$  dažnių susikirtimo tašką. Pagal šį pavyzdį  $Z_0$  vertė yra 75  $\Omega$ .



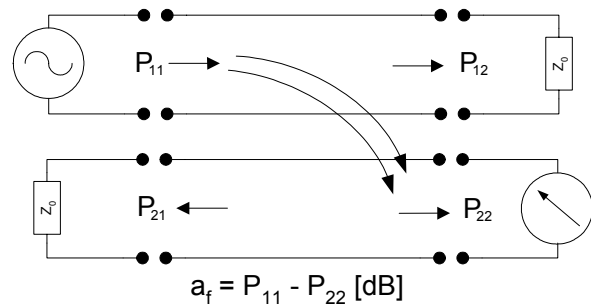
3 pav. Linijos pilnutinės varžos nustatymas su LevelPRO

### Abipusių trukdžių matavimas

Abipusiai trukdžiai yra reiškinys, atsirandantis dėl elektromagnetinės indukcijos, kai energija iš vienos linijos perduodama gretimai linijai. Abipusiai trukdžiai ( $a_n$ ,  $a_f$ ) išreiškiami signalų galios ( $P_x$ ) skirtumais, kaip parodyta 4 ir 5 pav.



4 pav. Artimojo galo abipusių trukdžių tyrimo schema



5 pav. Tolimojo galo abipusių trukdžių tyrimo schema

Abipusių trukdžių nuostoliai, kitaip dar vadinami galios suminiais nuostoliais, - tai skirtumas tarp perduotos ir gautos galių (paveiksluose vertės  $a_n$  ir  $a_f$ ).

Abipusiai trukdžiai labai priklauso nuo trukdančių porų skaičiaus bei porų izoliacinės medžiagos (popieriaus, polietileno).

Artimojo galo galios suminis slopinimas (dB), kai trukdančių porų skaičius yra  $n$ , trumpinamas „NPSL $_n$ “. Tolimojo galo galios suminis slopinimas (dB), kai trukdančių porų skaičius yra  $n$ , trumpinamas „FPSL $_n$ “. Testų rezultatai, kai  $n = 24$ .

1 lentelė. Galios suminio slopinimo vertės

Galios suminis slopinimas	Trukdomos ir trukdančios sistemos savybė	Poros izoliacinė medžiaga	
		Popieriaus izoliacija	Polietileno izoliacija
NPSL $_{24}$ [dB], kai $f_{nxt} = 160 \times 10^3$ [Hz]	Inter/intra-sistema	47,0	49,5
	Intersistema	52,5	53,5
	Intrasistema	53,5	55,5
FPSL $_{24}$ [dB], kai $f_{fxt} = 160 \times 10^3$ [Hz] kai $d_{fxt} = 1,0 \times 10^3$ [m]	Inter/intra-sistema	45,0	51,0
	Intersistema	45,0	51,0
	Intrasistema	45,5	53,0

Intersistema - abipusė interferencija tarp skirtingų perdavimo sistemų tipų. Intrasistema - abipusė interferencija tarp identiškų perdavimo sistemų tipų.

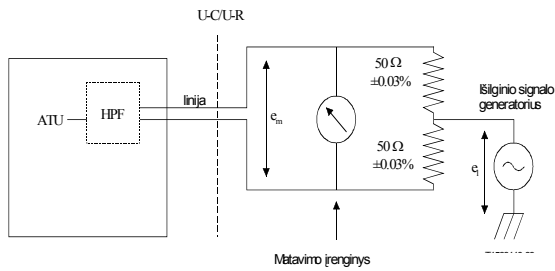
### Linijos balanso tyrimas

Išilginis balansas tiek ATU-C, tiek ATU-R sąsajose turi būti  $> 40$  dB visoje dažnių juostoje. Jeigu ATU gale yra įdiegta tik POTS šakotuvo HPF dalis, išilginis balansas matuojamas ADSL dažnių juostoje, kaip parodyta 6 pav.

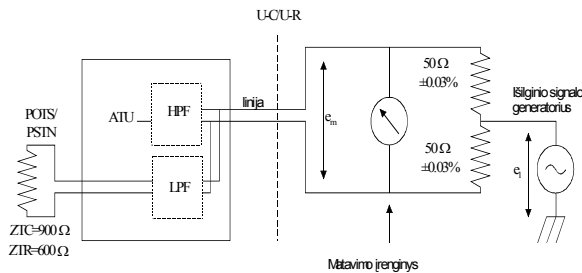
Jeigu ATU gale yra įdiegtos abi POTS šakotuvo dalys LPF ir HPF, išilginis balansas ADSL dažnių juostoje matuojamas sąsajoje su PSTN ir POTS, kurių galinė apkrova yra ZTC ir ZTR, kaip parodyta 7 pav. Išilginis balansas apskaičiuojamas pagal formulę

$$L_{bal} = 20 \log(e_l / e_m) \text{ [dB];} \quad (3)$$

$e_b$ ,  $e_m$  - išilginio signalo generatoriaus ir maitinimo įrenginio įtampas.



6 pav. Išilginio balanso tyrimo metodas (kai įdiegta tik HPF)



7 pav. Išilginio balanso tyrimo metodas (kai įdiegta HPF ir LPF)

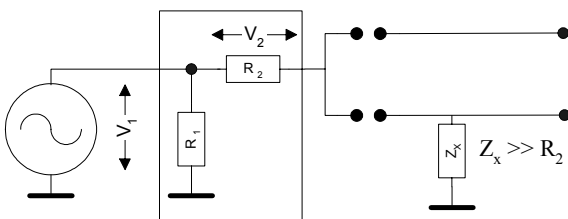
### Varžos žemės atžvilgiu tyrimas

Įėjimo ir išėjimo varža dažnių diapazone (8 pav.) turi atitikti šią sąlygą:

$$10 \text{ Hz} < f \leq 1 \text{ MHz}. \quad (4)$$

Varža žemės atžvilgiu apskaičiuojama pagal šią formulę:

$$Z_x = R_2 (V_1/V_2). \quad (5)$$



8 pav. Varžos žemės atžvilgiu tyrimo schema

### Linijos ilgio nustatymas

Linijos ilgis matuojamas pagal tą pačią schemą kaip ir pilnutinė linijos varža. Linijos ilgis apskaičiuojamas nustatius linijos  $\lambda/4$  dažnio rezonansą ir žinant kabelio NVP (nominalus sklidimo greitis). 2 lentelėje pateikti maksimalūs linijos ilgiai, priklausomai nuo perdavimo greičio ir laido skersmens. Linijos ilgis apskaičiuojamas pagal formulę

$$L = (NVP \times 300) / (4 \times f_{rez}); \quad (6)$$

$f_{rez}$  - matuojamos linijos  $\lambda/4$  dažnio rezonansas [MHz].

2 lentelė. Maksimalūs linijos ilgiai [4]

Duomenų perdavimo greitis, Mbit/s	Laido skersmuo, mm	Maksimalus linijos ilgis, km
1,5 arba 2	0,5	5,5
1,5 arba 2	0,4	4,6
6,1	0,5	3,7
6,1	0,4	2,7

### Išvados

Kad būtų galima teikti ADSL paslaugą, visi įtaką darantys veiksniai turi atitikti nustatytas normas [4]. Užtenka tik vieno vyraujančio veiksnio, kuris neatitinka normos, ir linija tampa netinkama ADSL paslaugai teikti. Paprastai apsiribojama greitu linijos techninių parametru testavimu, nes, atlikus detalų linijos parametru testavimą ir tiksliai nustatius įtaką darančius veiksnius, jų pašalinti dažnai neįmanoma. Jei linija negalima teikti ADSL paslaugų dėl jos specifinių savybių, pvz., slopinimo, testuojama kita linija iš to paties mazgo, jei linija per ilga, bandoma aktyvinti liniją iš kito artimesnio mazgo.

### Literatūra

1. **Gorlski Walter.** ADSL and DSL technologies//Hill Associates. – 1998. – P. 219-233.
2. **Rauschmayer Dennis.** Adsl/Vdsl Principles: A Practical and Precise Study of Asymmetric Digital Subscriber Lines and Very High Speed Digital Subscriber Lines//Macmillon technology series 2000. – P. 75-125.
3. **Ginsburg David.** Implementing ADSL//Addison-Wesley Pub Co. – 1999. – P. 226-289.
4. **Chen, Walter Y.** DSL : Simulation Techniques and Standards Development for Digital Subscriber Lines// Macmillon technology series. - 1999. – P. 145-269.

Pateikta spaudai 2004 02 06

**A. Ukvalbergas, A. Vobolis. ADSL paslaugos įdiegimo techninių galimybių įvertinimo metodika // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 2004. – Nr. 4(54). - P. 37-40.**

Taikant ADSL technologiją dvilaidėmis telefono linijomis galima perduoti duomenų srautus, nenutraukiant fiksuoto telefono ryšio paslaugų teikimo. Duomenų perdavimo sparta priklauso nuo telefono linijos parametru, todėl teikiant ADSL paslaugą prieš tai reikia preliminarai įvertinti linijos technines galimybes, o jeigu preliminarus įvertinimo nepakanka, linijos techninės galimybės įvertinamos detalai. Atlikus detalų techninių galimybių įvertinimą nustatomi visi duomenų perdavimo spartai įtakos turintys veiksniai, pvz., linijos ilgis, slopinimas ir t.t. Jei linija negalima teikti ADSL paslaugų dėl jos specifinių savybių, pvz., slopinimo, iš to paties mazgo testuojama kita linija, jei linija per ilga, bandoma aktyvinti liniją iš kito artimesnio mazgo. Il. 8, bibl. 4 (lietuvių kalba, santraukos lietuvių, anglų ir rusų k.).

**A. Ukvalbergas, A. Vobolis. Methodology of Defining Technical Abilities for Providing ADSL Services // Electronics and electrical engineering – Kaunas: Technologija, 2004. – No. 5(54). - P.37-40.**

With a help of ADSL technology data can be transmitted over two-wire telephone lines do not interrupting fixed telephone line voice services. Data transmission speed depends from telephone line parameters. Before providing ADSL services telephone line should be primarily tested for its technical abilities. If primary tests are insufficient telephone line can be detail tested for its technical abilities. After detailed tests all parameters that effects data transmission speed like line length, attenuation, noise and etc are defined. If ADSL service can't be provided for lines specific parameters like for example attenuation, tests are performed for other line from the same substation, if line length is too big we must activate line from different substation. Ill.8, bibl. 4 (in Lithuanian, summaries in Lithuanian, English, Russian).

**А. Уквальбергас, А. Воболис. Методика определения технических возможностей ADSL услуги // Электроника и электротехника. – Каунас: Технология, 2004. – № 5(54). – С. 37-40.**

ADSL технология позволяет по одной телефонной линии пользоваться телефонными услугами и передачей данных в одно и тоже время. Скорость передачи данных зависит от параметров этой линии, поэтому перед активизацией ADSL услуги предварительно определяются технические возможности. Если показатели предварительных измерений неудовлетворительны рекомендуется провести полный тест технических возможностей. После него выясняются основные факторы, влияющие на качественные показатели ADSL услуги. Этими факторами могут быть энергетические потери, возникающие в телефонной линии. Если из-за плохих показателей этих факторов нельзя активизировать ADSL услугу, производится тестирование другой линии. Когда длина линии слишком большая, активизируется линия из другого узла. Ил. 8, библи. 4 (на литовском языке, рефераты на литовском, английском и русском яз.).