

Metalická prístupová sieť

Obsah

1	Základné vlastnosti metalických vedení	3
1.1	Základné princípy	3
1.1.1	Primárne parametre dlhého vedenia	4
1.1.2	Sekundárne parametre dlhého vedenia	5
1.1.3	Vstupná impedancia dlhého vedenia	6
1.1.4	Presluchy na vedeniach	6
1.1.4.1	NEXT (Near End CrossTalk) - presluch na blízkom konci	7
1.1.4.2	FEXT (Far End Crosstalk) - presluch na vzdialenom konci	8
1.2	Náhľad na káble používané v telko prístupovej sieti	10
1.3	Parametre štruktúrovanej kabeláže podľa normy ISO-IEC11801	11
1.3.1	Vložné tlmenie (insertion loss)	12
1.3.2	Tlmenie odrazu	12
1.3.3	Presluch na blízkom konci	13
1.3.4	Suma presluchov na blízkom konci (Power Sum NEXT)	13
1.3.5	Odstup signálu od presluchu na blízkom konci (Attenuation to crosstalk ratio)	14
1.3.6	Odstup signálu od celkového presluchu na blízkom konci (Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio)	14
1.3.7	Odstup signálu od celkového presluchu na vzdialenom konci (Equal level far end crosstalk attenuation)	15
1.3.8	Jednosmerný odpor slučky	15
1.3.9	Rozdiel v jednosmernom odpore slučky	15
1.3.10	Maximálny povolený prúd slučkou	15
1.3.11	Prevádzkové napätie	15
1.3.12	Maximálny povolený výkon	16
1.3.13	Skupinové oneskorenie	16
1.3.14	Rozdiel oneskorenia	16
2	Literatúra	17

1 Základné vlastnosti metalických vedení

Každé metalické vedenie možno charakterizovať a popísať viacerými spôsobmi, medzi ktoré patria:

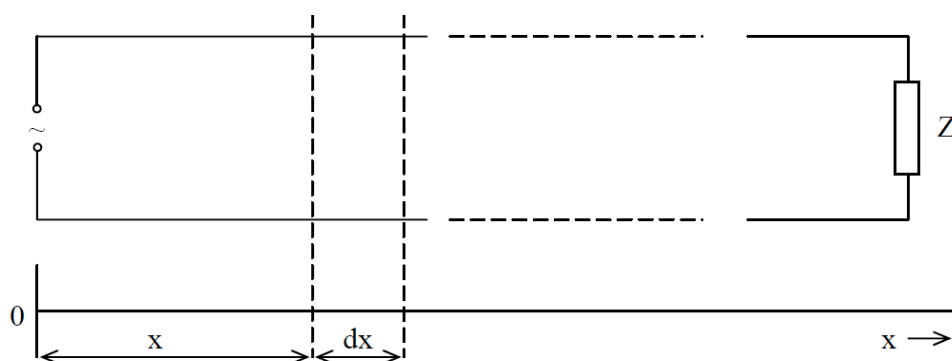
- primárne parametre vedenia
 - Merný odpor - $R [\Omega / km]$
 - Merná indukčnosť - $L [H / km]$
 - Merný zvod - $G [S / km]$
 - Merná kapacita - $C [F / km]$
- sekundárne parametre
 - obrazová (vlnová, charakteristická) impedancia - $Z_0 [\Omega]$
 - komplexná miera prenosu - $\gamma [-]$

Ak budeme uvažovať aj vzájomné pôsobenie signálu prenášaného jedným vedením na druhé, tak tento vplyv možno popísať pomocou presluchového parametru:

- Presluch na blízkom konci (Near End Crosstalk – NEXT)
- Presluch na vzdialenom konci (Far End Crosstalk – FEXT)

1.1 Základné princípy

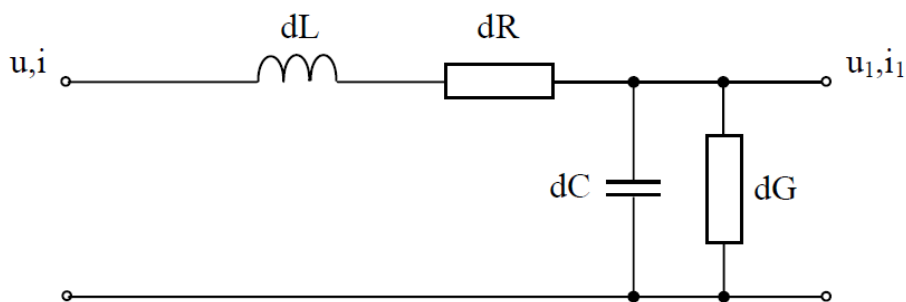
Ako príklad uvažujme obvod podľa obr. 2.1, tvorený vŕ generátorom a dvoma dlhými paralelnými vodičmi (ktoré tvoria dvojvodičové vedenie) zakončenými impedanciou Z - tzv. dlhé vedenie.



Principiálna schéma dlhého vedenia

Každý element takéhoto vedenia, obklopený zodpovedajúcim elektromagnetickým poľom, bude mať súčasne určitý odpor, indukčnosť, kapacitu a zvod. To znamená, že elektrické parametre tohto obvodu (t.j. veličiny R , L , C , G) sú spojitاً rozložené pozdĺž jeho dĺžky. Takýto obvod nazývame obvodom s rozloženými parametrami.

Na obvod s rozloženými parametrami, nemožno napísať a Kirchhofove rovnice tak ako sa to bežne vykonáva s obvodmi so sústredenými parametrami. Namiesto toho si možno nekonečne krátky element vedenia s dĺžkou dx predstaviť v tvare náhradnej schémy s obvodovými prvkami s veličinami dL , dC , dR a dG .



Obvodová schéma nekonečně krátkého úseku dlouhého vedení

kde:

- dR – odpor vodičov na úseku dx
- dL - vzájomná indukčnosť vodičov na úseku dx ,
- dC – kapacita medzi vodičmi na úseku dx
- dG – zvod medzi vodičmi na úseku dx

Na základe uvedeného možno odvodiť tzv. telegrafné rovnice, ktoré popisujú napäťové a prúdové pomery na vedení v závislosti od jeho dĺžky. Pre naše účely je ale vhodnejšie pracovať priamo s odvodenými vzťahmi a zistenými vlastnosťami ako overenými faktami.

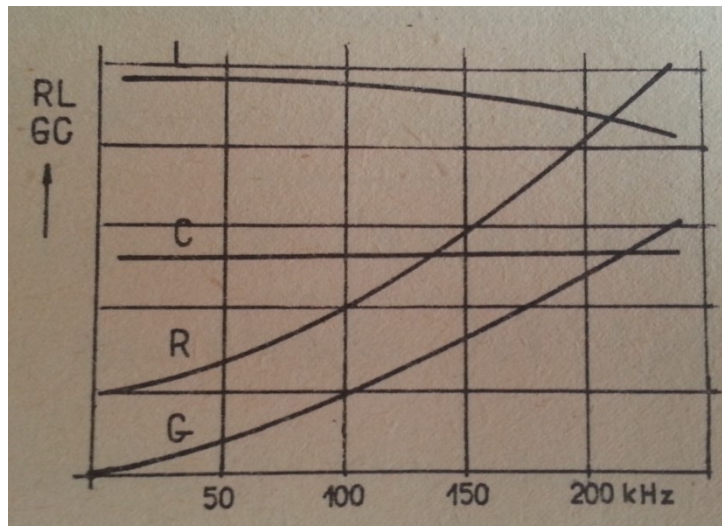
1.1.1 Primárne parametre dlhého vedenia

Medzi primárne parametre dlhého vedenia patria merné R , L , C , G .

Merný odpor R závisí nielen od dĺžky vedenia, jeho prierezu a typu použitého vodiča, ale aj od frekvencie signálu, ktorý sa vedením šíri. Inak povedané, R je frekvenčne závislý. Jedným z dôvodov tejto závislosti je fakt, že striedavé elektromagnetické pole vo vodiči nemá konštantné rozloženie, ale jeho intenzita exponenciálne klesá s hĺbkou akou preniká do vodiča. Pri vysokých frekvenciách je tento efekt najmarkantnejší a vtedy sa el. prúd prakticky šíri iba po povrchu vodiča a minimálne preniká do jeho vnútra. Tento efekt sa nazýva skin-efekt a je zodpovedný za zvyšovanie merného odporu R .

Podobne s rastúcou frekvenciou sa zvyšuje aj merný priečny zvod G .

Merná indukčnosť a kapacita sú pre nižšie frekvencie do cca 300 kHz prakticky nemenné.



Frekvenčná závislosť primárnych parametrov krúteného páru

1.1.2 Sekundárne parametre dlhého vedenia

Obrazová impedancia dlhého vedenia je impedancia špecifická pre toto vedenie. Existuje viacero definícií obrazovej impedancie, ale všetky vedú k rovnakému výsledku:

1. Obrazová impedancia vedenia je taká impedancia, ktorou keď zakončíme dané vedenie, tak jeho vstupná impedancia sa bude rovnať obrazovej impedancii.
2. Obrazová impedancia vedenia je impedancia, ktorú nameriame na vstupe elektricky nekonečne dlhého vedenia. V tomto prípade je jedno, akým spôsobom je vedenie zakončené.

Z praktického hľadiska je dobré vedieť, že na vedení, ktoré je zakončené obrazovou impedanciou, teda je impedančne prispôsobené, nedochádza k odrazu elektromagnetickej vlny postupujúcej zo zdroja do záťaže, ale dochádza k premene energie dopadajúcej elmag. vlny na teplo.

Obrazovú impedanciu možno vypočítať rôznymi spôsobmi:

$$Z_0 = \sqrt{Z_{1k} \cdot Z_{1p}} = \sqrt{\frac{R + i\omega L}{G + i\omega C}}, \text{ kde}$$

Z_{1k} je vstupná impedancia vedenia pri jeho zakončení na krátko,

Z_{1p} je vstupná impedancia vedenia pri jeho zakončení na prázdno,

R, L, C, G sú primárne parametre vedenia

Podobne možno vyjadriť komplexnú mieru prenosu:

$$\gamma = \sqrt{(R + i\omega L)(G + i\omega C)} = \alpha + i\beta, \text{ kde}$$

α je merné tlmenie

β je merný fázový posun

Ďalším zaujímavým parametrom je činiteľ odrazu. Koeficient (činiteľ) odrazu určuje pomer priamej (postupujúcej) a spätnej (odrazenej) vlny na vedení, pričom spätná vlna vzniká

odrazom priamej (postupujúcej) vlny od impedancie Z_2 na konci vedenia. Koeficient odrazu v určitom mieste vedenia je definovaný ako podiel fázorov spätnej (odrazenej) napät'ovej vlny a priamej napät'ovej vlny v tomto mieste:

$$\rho = \frac{U_{odrazena}}{U_{priama}}$$

Pre koeficient odrazu na konci vedenia zakončeného impedanciou Z_2 možno napísať vzťah:

$$\rho = \frac{U_{odrazena}}{U_{priama}} = \frac{Z_2 - Z_0}{Z_2 + Z_0}$$

V prípade zaťaženia vedenia na prázdno $Z_2 = \infty$ alebo na krátko $Z_2 = 0$, vzniká na vedení tzv. stojaté vlnenie. Pre potreby prenosu informácií nie je vhodné, aby dochádzalo k odrazu vlnenia na konci vedenia a preto by v ideálnom prípade malo platiť $Z_2 = Z_0$.

Ak je vedenie vyrobené ako nehomogénne, t.j. jeho primárne parametre nie sú v pozdĺžnom smere rovnaké, potom dochádza k odrazom na týchto nehomogenitách aj pozdĺž dĺžky vedenia. V princípe k výrazným nehomogenitám nedochádza vďaka tomu, že spôsob výroby garantuje relatívne vysokú kvalitu a presnosť vyhotovenia kábla. Problémy ale nastávajú, ak sa v prístupovej sieti napájajú viaceré káble z rôznych výrobných sérií, prípadne rôzne typy káblov, čo je v praxi dosiahnuté prakticky s pravdepodobnosťou blížiacou sa k 1.

Ďalším problémom je fakt, že prakticky nedochádza iba k jednému odrazu na jednom mieste, ale k viacnásobným odrazom na viacerých nehomogenitách.

1.1.3 Vstupná impedancia dlhého vedenia

Vstupná impedancia vedenia závisí jednak od obrazovej impedancie, ďalej od zaťažovacej impedancie a taktiež od dĺžky vedenia a jeho prenosových vlastností. Možno ukázať, že platí tento vzťah:

$$Z_{vst} = \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2 + Z_0 I_2 \tanh(\gamma l)}{I_2 + \frac{U_2}{Z_0} \tanh(\gamma l)}$$

Keďže platí $U_2 = Z_2 I_2$, potom možno vstupnú impedanciu zapísať v tvare:

$$Z_{vst} = Z_0 \frac{Z_2 + Z_0 \tanh(\gamma l)}{Z_0 + Z_2 \tanh(\gamma l)}$$

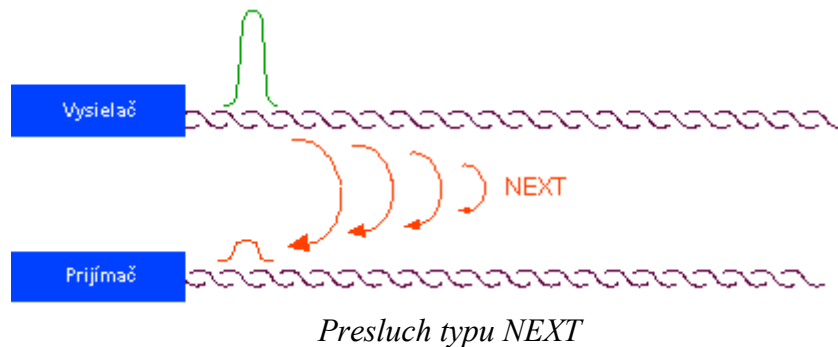
1.1.4 Presluchy na vedeniach

Presluch je jav, pri ktorom jeden metalický pár spôsobí to, že sa časť energie elmag. poľa preniesie do druhého páru. V druhom páre (ak nie je používaný) potom možno namerať rušivé napätie, teda napätie presluchu. V princípe je presluch len jeden, teda jedná sa o jav charakterizujúci vzájomné ovplyvňovanie sa párov. Z praktického hľadiska možno presluch pozorovať a aj merať iba na konci vedenia. Preto sa v praxi uvádzajú dva presluchy:

- Presluch na blízkom konci – NEXT
- Presluch na vzdialenom konci – FEXT

1.1.4.1 NEXT (Near End CrossTalk) - presluch na blízkom konci

Presluch na blízkom konci definuje veľkosť nežiaduceho signálu, ktorý je prenesený z jedného páru kábla na vedľajší prostredníctvom kapacitnej a induktívnej väzby na vstup prijímača umiestneného na rovnakom konci vedenia ako je generátor. Hodnota NEXT udáva rozdiel výkonu signálu vstupujúceho do jedného páru a výkonu signálu, ktorý je presluchom na susednom páre, vyjadrená v dB. Táto hodnota je meraná na strane vysielateľa (na blízkom konci) tak ako to ukazuje obrázok. Je to z toho dôvodu, že všetky vysielané signály sú ovplyvňované útlmom vedenia a tým pádom je hodnota presluchu na začiatku vedenia vyššia než na konci vedenia.



V prípade rovnakej konštrukcie štvoriek v káblovej duši platí pre tlmenie presluchu na blízkom konci NEXT (Near End CrossTalk):

$$A_{NEXT} = 10 \log \left| \frac{P_{10}}{P_{2NEXT}} \right| = 10 \log \left| \frac{U_{10} \cdot I_{10}}{U_{20} \cdot I_{20}} \right| = 20 \log \frac{U_{10}}{U_{20}}$$

Dá sa ukázať, že frekvenčnú závislosť tlmenia presluchu na blízkom konci v dB medzi dvojicou navzájom rôznych párov v spoločnom súbehu káblového vedenia je možné vyjadriť týmto vzťahom:

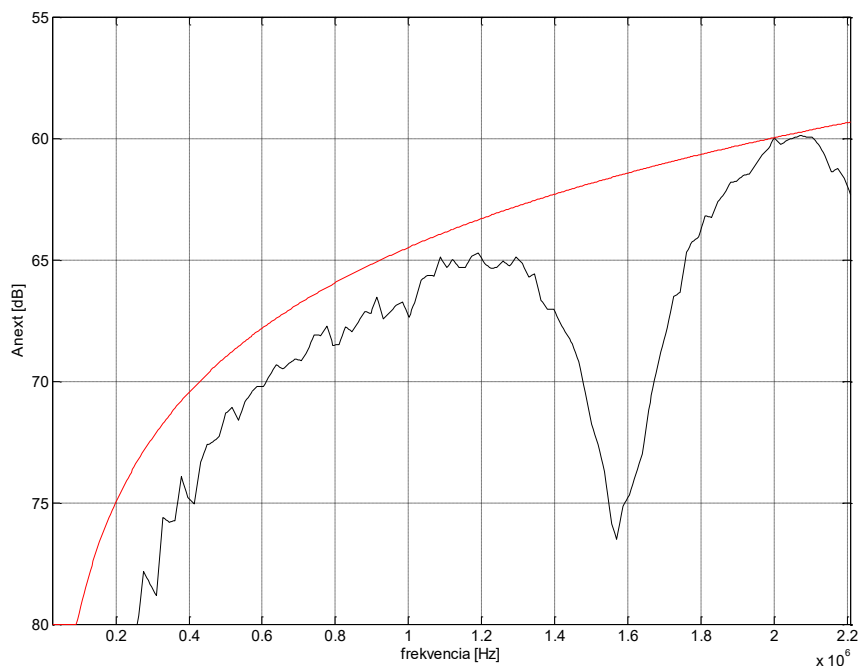
$$A_{NEXT}(f) = K_{NEXT} - 15 \log(f)$$

Kde:

$A_{NEXT}(f)$ – je aproximovaná frekvenčná závislosť tlmenia presluchu na blízkom konci,

K_{NEXT} – je aproximačná konštanta tlmenia presluchu na blízkom konci,

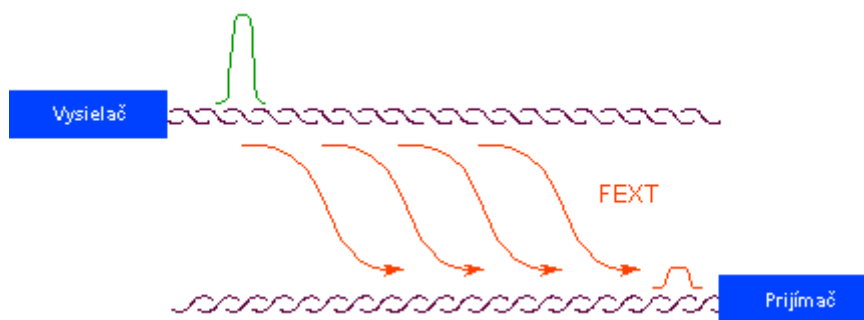
f – je frekvencia v Hz.



Obr. 1.1 Frekvenčná závislosť tlmenia presluchu na blízkom konci a jej aproximácia

1.1.4.2 FEXT (Far End Crosstalk) - presluch na vzdialenom konci

Podobne ako parameter NEXT, aj FEXT definuje veľkosť nežiaduceho signálu, ktorý je prenesený z jedného páru kábla na vedľajší prostredníctvom kapacitnej a induktívnej väzby na vstup prijímača umiestneného na opačnom konci vedenia ako je generátor. Hodnota FEXT udáva rozdiel výkonu signálu vstupujúceho do jedného páru a výkonu signálu, ktorý je presluchom na susednom páre, vyjadrená v dB. Je potrebné zdôrazniť, rozdiel oproti parametru NEXT je v tom, že táto hodnota nie je meraná na strane vysielača (na blízkom konci), ale na strane prijímača (na vzdialenom konci).



Presluch typu FEXT

Tlmenie presluchu na vzdialenom konci FEXT (Far End Crosstalk) je dané vzťahom:

$$A_{FEXT} = 10 \log \left| \frac{P_{10}}{P_{2FEXT}} \right| = 10 \log \left| \frac{U_{10} \cdot I_{10}}{U_{2l} \cdot I_{2l}} \right| = 20 \log \frac{U_{10}}{U_{2l}}$$

Opäť možno ukázať, že frekvenčnú závislosť tlmenia presluchu na vzdialenom konci v dB medzi dvojicou navzájom rôznych párov v spoločnom súbehu káblového vedenia je možné vyjadriť týmto vzťahom:

$$A_{\text{FEXT}}(f) = K_{\text{FEXT}} + A(f) - 20 \log(f) - 10 \log(l)$$

Kde:

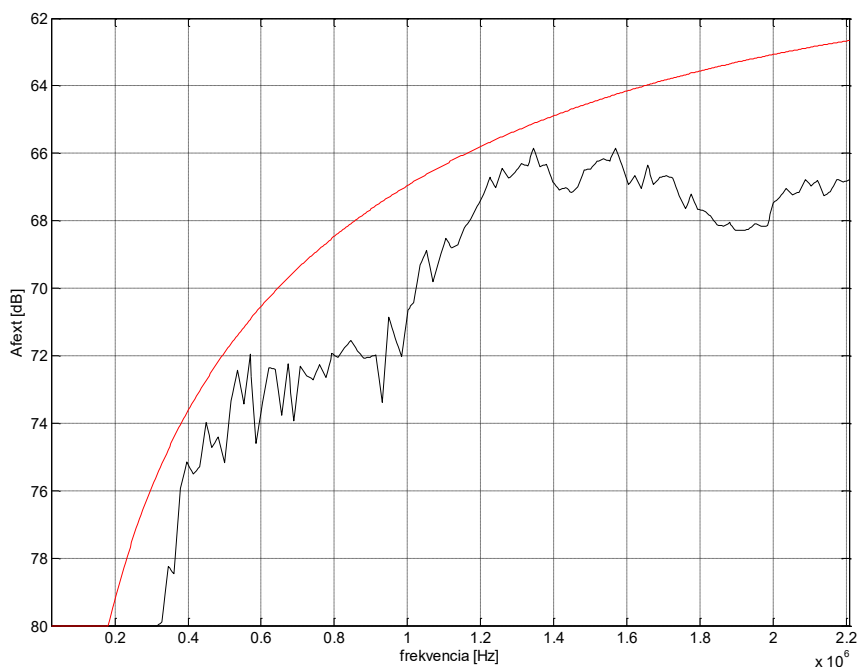
$A_{\text{FEXT}}(f)$ – je aproximovaná frekvenčná závislosť tlmenia presluchu na vzdialenom konci,

K_{FEXT} – je aproximačná konštanta tlmenia presluchu na vzdialenom konci,

$A(f)$ – je aproximovaná frekvenčná závislosť tlmenia súbehu v dB,

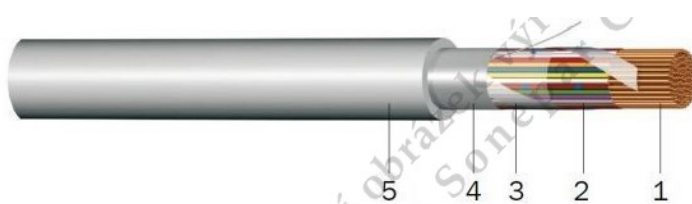
l – je dĺžka súbehu v metroch,

f – je frekvencia v Hz.



Obr. 1.2 Frekvenčná závislosť tlmenia presluchu na vzdialenom konci a jej odhad -
vyhovujúci príklad

1.2 Náhl'ad na káble používané v telko prístupovej sieti



Konstrukce:

- 1 Cu jádro
- 2 Izolace (PVC), žíly stočené do párů a pětipárových skupin, pětipárové skupiny stočeny do duše kabelu
- 3 Obal (plastová páska)
- 4 Stínění (laminovaná Al folie s příložným Cu drátem)
- 5 Plášť (PVC šedý nebo bílý)

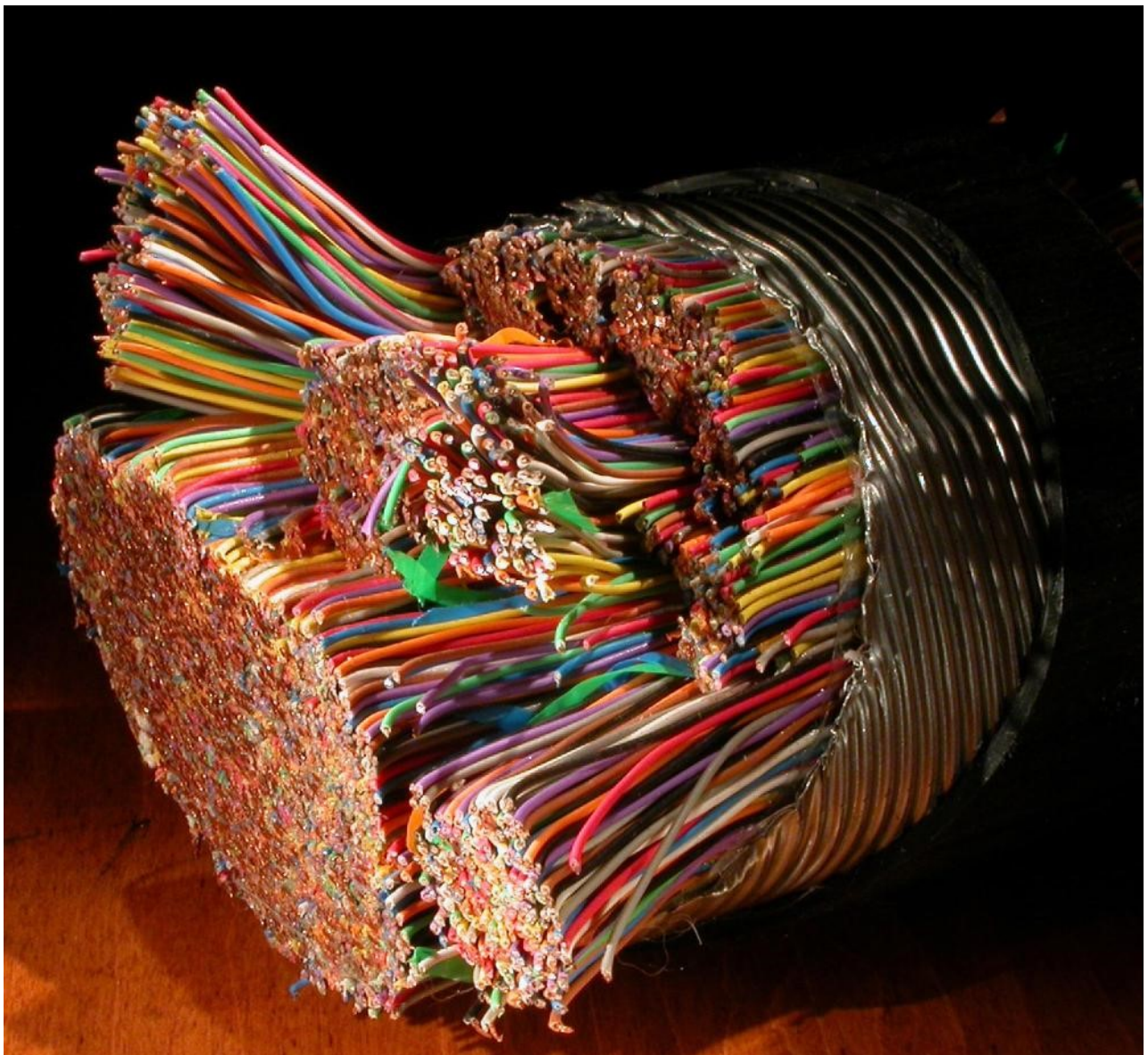
SYKFY 25x2x0,5



SYKFY 50x2x0,5



Koaxiálne káble



???

1.3 Parametre štruktúrovanej kabeláže podľa normy ISO-IEC11801

Okrem horeuvedených parametrov definuje norma ISO-IEC11801 parametre pre štruktúrovanú kabeláž a tým pádom kladie jasné požiadavky aj na použité káble, konektory, patch káble, patch panely a pod. Všetky parametre bývajú definované pre kanál, t.j. pre spojenie dvoch aktívnych zariadení.

Dĺžka pevného kábla (solid cable) nesmie presiahnuť 90m a patch káble nesmú presiahnuť dohromady 10m, pričom maximálny počet spojov je 4.

Norma definuje niekoľko tried kabeláže:

Trieda	Šírka pásma	Ekvivalentná kategória
Class A	link/channel up to 100 kHz	Category 1 cable/connectors
Class B	link/channel up to 1 MHz	Category 2 cable/connectors
Class C	link/channel up to 16 MHz	Category 3 cable/connectors
Class D	link/channel up to 100 MHz	Category 5e cable/connectors

Class E	link/channel up to 250 MHz	Category 6 cable/connectors
Class EA	link/channel up to 500 MHz	Category 6A cable/connectors
Class F	link/channel up to 600 MHz	Category 7 cable/connectors
Class FA	link/channel up to 1000 MHz	Category 7A cable/connectors

1.3.1 Vložné tlmenie (insertion loss)

Vložné tlmenie je v podstate tlmenie, do ktorého sa započítava nielen tlmenie kábla, ale aj tlmenie vplyvom odrazov, konektorov, patch panela a patch káblov.

Tabuľka požadovaného vložného tlmenia

Class	Frequency MHz	Maximum insertion loss ^a dB
A	$f = 0,1$	16,0
B	$f = 0,1$	5,5
	$f = 1$	5,8
C	$1 \leq f \leq 16$	$1,05 \times (3,23\sqrt{f}) + 4 \times 0,2$
D	$1 \leq f \leq 100$	$1,05 \times (1,9108\sqrt{f} + 0,022 \times f + 0,2/\sqrt{f}) + 4 \times 0,04 \times \sqrt{f}$
E	$1 \leq f \leq 250$	$1,05 \times (1,82\sqrt{f} + 0,0169 \times f + 0,25/\sqrt{f}) + 4 \times 0,02 \times \sqrt{f}$
F	$1 \leq f \leq 600$	$1,05 \times (1,8\sqrt{f} + 0,01 \times f + 0,2/\sqrt{f}) + 4 \times 0,02 \times \sqrt{f}$

^a Insertion loss (IL) at frequencies that correspond to calculated values of less than 4,0 dB shall revert to a maximum requirement of 4,0 dB.

Tabuľka informatívnych hodnôt vložného tlmenia pre vybrané (kľúčové) frekvencie

Frequency MHz	Maximum insertion loss dB					
	Class A	Class B	Class C	Class D	Class E	Class F
0,1	16,0	5,5	N/A	N/A	N/A	N/A
1	N/A	5,8	4,2	4,0	4,0	4,0
16	N/A	N/A	14,4	9,1	8,3	8,1
100	N/A	N/A	N/A	24,0	21,7	20,8
250	N/A	N/A	N/A	N/A	35,9	33,8
600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	54,6

1.3.2 Tlmenie odrazu

Tlmenie odrazu definuje, aká pomerná časť energie sa odrazí späť na nehomogenitách.

Tabuľka požadovaných hodnôt tlenia odrazu

Class	Frequency MHz	Minimum return loss dB
C	$1 \leq f \leq 16$	15,0
D	$1 \leq f < 20$	17,0
	$20 \leq f \leq 100$	$30 - 10 \lg(f)$
E	$1 \leq f < 10$	19,0
	$10 \leq f < 40$	$24 - 5 \lg(f)$
	$40 \leq f \leq 250$	$32 - 10 \lg(f)$
F	$1 \leq f < 10$	19,0
	$10 \leq f < 40$	$24 - 5 \lg(f)$
	$40 \leq f < 251,2$	$32 - 10 \lg(f)$
	$251,2 \leq f \leq 600$	8,0

Tabuľka informatívnych hodnôt tľenia odrazu pre kľúčové frekvencie

Frequency MHz	Minimum return loss dB			
	Class C	Class D	Class E	Class F
1	15,0	17,0	19,0	19,0
16	15,0	17,0	18,0	18,0
100	N/A	10,0	12,0	12,0
250	N/A	N/A	8,0	8,0
600	N/A	N/A	N/A	8,0

1.3.3 Presluch na blízkom konci

Tabuľka informatívnych hodnôt NEXT pre vybrané frekvencie

Frequency MHz	Minimum channel NEXT dB					
	Class A	Class B	Class C	Class D	Class E	Class F
0,1	27,0	40,0	N/A	N/A	N/A	N/A
1	N/A	25,0	39,1	60,0	65,0	65,0
16	N/A	N/A	19,4	43,6	53,2	65,0
100	N/A	N/A	N/A	30,1	39,9	62,9
250	N/A	N/A	N/A	N/A	33,1	56,9
600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	51,2

1.3.4 Suma presluchov na blízkom konci (Power Sum NEXT)

Suma presluchov na blízkom konci je daná ako suma výkonov presluchov na blízkom konci od všetkých ostatných párov v kábli. V prípade štvorpárových TP káblov je tento presluch sumou presluchov od zvyšných troch párov. Tento presluch teda zahŕňa kompletný presluch v rámci jedného kábla (trasy).

Tabuľka informatívnych hodnôt PS NEXT pre vybrané frekvencie

Frequency MHz	Minimum PS NEXT dB		
	Class D	Class E	Class F
1	57,0	62,0	62,0
16	40,6	50,6	62,0
100	27,1	37,1	59,9
250	N/A	30,2	53,9
600	N/A	N/A	48,2

1.3.5 Odstup signálu od presluchu na blízkom konci (Attenuation to crosstalk ratio)

Odstup signálu od presluchu na blízkom konci (pomer tlmenia k presluchu) je rozdiel medzi tlmením a presluchom na danej frekvencii, meraným v decibeloch. Je to hodnotenie absolútnej kategórie používané v sieťovom prenose, aby sa zaistilo, že signál prenášaný káblom s krútenými párami je silnejší na prijímacom konci ako ktorékoľvek rušivé signály spôsobené presluchom na tom istom páre zo susedného páru.

$$ACR_{jk} = NEXT_{jk} - A_k, \text{ kde}$$

$NEXT_{jk}$ - Tlmenie presluchu na blízkom konci z páru j do páru k

A_k - vložné tlmenie páru k

Tabuľka informatívnych hodnôt ACR pre vybrané frekvencie

Frequency MHz	Minimum ACR dB		
	Class D	Class E	Class F
1	56,0	61,0	61,0
16	34,5	44,9	56,9
100	6,1	18,2	42,1
250	N/A	-2,8	23,1
600	N/A	N/A	-3,4

1.3.6 Odstup signálu od celkového presluchu na blízkom konci (Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio)

Odstup signálu od celkového presluchu na blízkom konci (pomer tlmenia k celkovému presluchu od všetkých párov) je rozdiel medzi tlmením a presluchom od všetkých párov na danej frekvencii, meraným v decibeloch.

$$PSACR_{jk} = PSNEXT_k - A_k, \text{ kde}$$

$PSNEXT_k$ - Tlmenie celkového presluchu na blízkom konci do páru k

A_k - vložné tlmenie páru k

Tabuľka informatívnych hodnôt PSACR pre vybrané frekvencie

Frequency MHz	Minimum PS ACR dB		
	Class D	Class E	Class F
1	53,0	58,0	58,0
16	31,5	42,3	53,9
100	3,1	15,4	39,1
250	N/A	-5,8	20,1
600	N/A	N/A	-6,4

1.3.7 Odstup signálu od celkového presluchu na vzdialenom konci (Equal level far end crosstalk attenuation)

Odstup signálu od presluchu na vzdialenom konci (pomer tlmenia k presluchu) je rozdiel medzi tlmením a presluchom na danej frekvencii, meraným v decibeloch.

$$ELFEXT_{jk} = FEXT_{jk} - A_k, \text{ kde}$$

$FEXT_{jk}$ - Tlmenie presluchu na vzdialenom konci z páru j do páru k

A_k - vložné tlmenie páru k

Tabuľka informatívnych hodnôt ELFEXT pre vybrané frekvencie

Frequency MHz	Minimum PS ELFEXT dB		
	Class D	Class E	Class F
1	54,4	60,3	62,0
16	30,3	36,2	54,5
100	14,4	20,3	41,4
250	N/A	12,3	34,8
600	N/A	N/A	28,3

1.3.8 Jednosmerný odpor slučky

Tabuľka informatívnych hodnôt jednosmerného odporu slučky pre vybrané frekvencie

Maximum d.c. loop resistance Ω					
Class A	Class B	Class C	Class D	Class E	Class F
560	170	40	25	25	25

1.3.9 Rozdiel v jednosmernom odpore slučky

Tento rozdiel nesmie prekročiť 3% pri všetkých triedach káblov.

1.3.10 Maximálny povolený prúd slučkou

Pre triedu D až F ja maximálny prúd stanovený na 0,175A.

1.3.11 Prevádzkové napätie

Kábel musí byť konštruovaný tak, aby zniesol jednosmerné napätie medzi ľubovoľnými žilami s hodnotou 72V.

1.3.12 Maximálny povolený výkon

Maximálny povolený výkon prenášaný jedným párom je 10W pri prevádzkových teplotách.

1.3.13 Skupinové oneskorenie

Tabuľka informatívnych hodnôt skupinového oneskorenia pre vybrané frekvencie

Frequency MHz	Maximum propagation delay μs					
	Class A	Class B	Class C	Class D	Class E	Class F
0,1	20,000	5,000	N/A	N/A	N/A	N/A
1	N/A	5,000	0,580	0,580	0,580	0,580
16	N/A	N/A	0,553	0,553	0,553	0,553
100	N/A	N/A	N/A	0,548	0,548	0,548
250	N/A	N/A	N/A	N/A	0,546	0,546
600	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,545

1.3.14 Rozdiel oneskorenia

Maximálne prípustné oneskorenie šírenia signálu medzi jednotlivými párm.

Tabuľka informatívnych hodnôt skupinového oneskorenia pre vybrané frekvencie

Class	Frequency MHz	Maximum delay skew μs
A	$f = 0,1$	N/A
B	$0,1 \leq f \leq 1$	N/A
C	$1 \leq f \leq 16$	0,050 ^a
D	$1 \leq f \leq 100$	0,050 ^a
E	$1 \leq f \leq 250$	0,050 ^a
F	$1 \leq f \leq 600$	0,030 ^b
^a This is the result of the calculation $0,045 + 4 \times 0,00125$.		
^b This is the result of the calculation $0,025 + 4 \times 0,00125$.		

2 Literatúra

Referencie (nie podľa noriem):

- [1] Pantůček, A.: Teória a technológia oznamovacích vedení, ISBN 80-05-00146-0, ALFA, 1988
- [2] Information technology – Generic cabling for customer premises, ISO/IEC 11801
- [3] Iné verejne dostupné a neverejné zdroje

