KÁBLE

Elektromagnetické vlny sa šíria rôzne vo vnútri kábla (medzi jadrom a plášťom) a vonkajškom kábla, v dôsledku rozdielnych permitivít (vo vnútri 150 m/µs, vonku 250 až 300 m/µs). Preto hlavne pre výpočet vysokofrekvenčných prechodných javov je potrebné správne zadať permitivitu aj vo vnútri kábla, aj vonku. Najjednoduchší model kábla je možné vytvoriť všeobecným prvkom s rozloženými parametrami, ten ale modeluje iba vnútro kábla. To sa dá použiť v prípade, že napätie plášťa je zanedbateľné (dokonale uzemnený kábel). Inak sa môže použiť kombinácia vonkajších a vnútorných väzieb, ako je tomu pri ideálnom transformátore. Pre modelovanie káblov sa v EMTP používa predovšetkým procedúra CABLE CONSTANTS a CABLE PARAMETERS. Ide o nasledujúce typy káblov: (viď. *Preklad textov prof. Eiichi Haginomoriho pre prácu s EMTP-ATP*, kapitola 5).

Multifázový otvorený káblový systém

Vlastnosti:

- Vhodné pre káble umiestnené vo vzduchu a v zemi
- Nákres kábla je na Obr. 1
- Je možné vynechať druhý izolant, pancier a tretí izolant
- Používa sa predovšetkým pre jednofázové káble v zemi



Multifázový káblový systém uzatvorený v trubici

Vlastnosti:

- Trubica môže byť i z materiálu s veľmi nízkou vodivosťou ako je napríklad betón
- Nákres kábla je na Obr. 2
- Používa sa pre viacfázové káble



Obr. 2 Rez trojžilovým káblom

Pre oba typy káblov sa používajú rovnaké modely ako pre vonkajšie vedenia. Pri kábloch je vyššia kapacita na svorkách. Plášte a pancier sa môžu rôzne uzemniť, je možné aj krížové prepojenie plášťov.

Ako príklad je uvedený nadzemný koaxiálny kábel s polomerom jadra 2,5 mm, plášť má polomery 10 a 11 mm a obal 12,5 mm. Relatívna permitivita izolantu je 4, dĺžka kábla 10 m a kábel je 0,1 m nad zemou. Kábel je na konci zaťažený odporom 50 Ω (to zodpovedá takmer impedančnému prispôsobeniu) a na jeho začiatok sa privádza jednotkový skok napätia, viď. Obr. 3.



Obr. 3 Porovnanie modelov koaxiálneho kábla

Na Obr. 4 sú znázornené priebehy napätia na zdroji a napätia na konci kábla s použitím modelu π článku a frekvenčne nezávislého modelu vedenia.



Obr. 4 Odozva na skok napätia v rôznych modeloch koaxiálneho kábla

Pre model π článku je nutné brať do úvahy, že v pozdĺžnych parametroch je udávaná reaktancia, a preto je potrebné kontrolovať nastavenie parametra X_{opt} . Pre zlepšenie prehľadnosti nie je na Obr. 4 uvedený priebeh pri frekvenčne závislých modeloch, ale aj tak sa príliš nelíši od priebehu nezávislého modelu, lebo preň bola volená vysoká frekvencia 5 MHz. Pre jednotlivé typy káblov a ich umiestnenie: **pozemný**, **nadzemný** a kábel umiestnený **v zemi** ponúka dialóg ATPDraw niekoľko modelov a je vecou praktických skúseností, ktorý z adekvátnych modelov (frekvenčne závislých) je vhodné v danom prípade použiť.

Káble

Postupnosť krokov pri zadávaní údajov v programe ATP:

V ATPDraw sa vytvorí schéma zapojenia podľa obr. 5. Na napäťovom zdroji nastavíme v položke **Amp** hodnotu 100, v položke **Tsta** hodnotu 1.5E-7 a v položke **Tsto** hodnotu 1, čo má za následok napäťový zdroj po dobu 1 sekundy. V **Type of source** ponecháme voľbu **Voltage** (obr. 6). Budeme snímať 1-fázový prúd, preto nastavíme počet fáz

1 (obr. 7).	Component: Sup\DC1PH.SUP	×
	Attributes	
	DATA VALUE Amp 100 Tsta 1.5E-7 Tsto 1	NODE PHASE NAME DC 1
Obr. 5 Schéma zapojenia v ATPDraw	Order: 0	Labet U
Open Probe	Co <u>m</u> ment:	
	Type of source C Current C Voltage	Г Hi <u>d</u> e Г Look
Obr. 7 Nastavenie počtu fáz		<u>C</u> ancel <u>H</u> elp

Obr. 6 Nastavenie parametrov pre napäťový zdroj U

Nasledovným postupom (obr. 8) vyberieme typ kábla (Lines/Cables \rightarrow LCC).

Probes & 3-phase	►	
Branch Linear	►	
Branch Nonlinear	►	
Lines/Cables	⊁	
Switches	►	
Sources	►	
Machines	⊁	
Transformers	►	
MODELS	►	
TACS	⊁	Lumped
User Specified	►	Distributed
Frequency comp.	•	LCC
· ·		

Obr. 8 Vloženie prvku – kábla – do schémy

V nastaveniach kábla zmeníme v záložke **Model** v bloku **System type** voľbu na **Single Core Cable**, počet fáz **#Ph** na 2, počet káblov v **Number of cables** na 1, v položke **Cables in** nastavíme vo vzduchu (**Air**), V bloku **Model** a v položke **Type** zvolíme typ **Bergeron** (konštantné parametre) a v bloku **Standard data** postupne zadáme zemnú rezistivitu **Rho** 100, frekvenciu **Freg. init** 50000 a dĺžku vonkajšieho vedenia **Length** 10.

Line/Cable Data: C:\ATPDraw\LCC\57B.ALC	×
Model Data System type Single Core Cable ▼ #Ph: 2 ♀	Standard data R <u>h</u> o [ohm*m] 100 Freg. init [Hz] 50000
Cables in Cables in Cables in Cables in Cable Constants	Length [m] 10
Model Type <u>Bergeron</u> <u>P</u> I <u>J</u> Marti <u>Sem</u> lyen <u>Noda</u>	
Comment:	Order: O Label: Hide
	Run <u>A</u> TP Vie <u>w</u> <u>V</u> erify <u>E</u> dit icon <u>H</u> elp

Obr. 9 Nastavenie parametrov kábla

V nastaveniach kábla zmeníme v záložke **Data** hodnotu celkového polomeru kábla **Total radius** 0.0125, nastavíme plášť odškrtnutím voľby **Sheath**, a v bloku **Position** zmeníme vertikálnu hodnotu **Vertical** na 0.1 a horizontálnu **Horizontal** ponecháme rovnú 0. Postupne zadáme hodnoty pre jadro a plášť podľa obr. 10.

CORE SHEATH Bin [m] I 0.01 Rout [m] 0.0025 0.011 Bho [ohm*m] 25-8 55-8	B5 [m] 0.0125
Bin [m] I 0.01 Rout [m] 0.0025 0.011 Bho [nhm*m] 2E-8 5E-8	
Rout [m] 0.0025 0.011	
Bho Johm*ml 2E-8 5E-8	M Un L Ground
	Sheath
	🗹 🖸 n 🗖 Ground
	Armor
nu (ins) 1 1	<u>Un L</u> <u>G</u> round
eps (ins) 4 4	Position Vertical [m]

Obr. 10 Nastavenie parametrov kábla

Hodnotu záťaže nastavíme v položke RES na 50. Keďže chceme zistiť veľkosť napätia na záťaži, v položke Output nastavíme voľbu Voltage.

Component: Sup\RESIS	STOR.SUP			×
DATA RES	VALUE	NODE From To	PHASE 1 1	NAME
Order: 0			Label:	
Output	T			☐ Hige ☐ Lock ☐ \$Vintage,1
	<u>д</u> к		<u>C</u> ancel	Help

Obr. 11 Nastavenie parametrov záťaže

Časové podmienky simulácie sa nastavia voľbou z horného menu ATP Settings a Simulation (obr. 12). Keďže sa jedná krátky prechodný dej, krok výpočtu musíme tomu prispôsobiť delta T 1E-6 s a podobne aj doba výpočtu, napr. Tmax 1E-6 s. V položke Xopt zmeníme hodnotu na 5000000 (t.j. 5 MHz) (obr. 13).

		ATP Settin	gs		×
		Simulation	Output Switch/	UM Format Record Variables	
Settings Make File run ATP		<u>d</u> elta T: <u>I</u> max: ⊻opt: <u>C</u> opt:	2E-9 1E-6 5000000 0	Simulation type Time domain Frequency scan <u>Harmonic (HFS)</u>	
Edit ATP-file Edit LIS-file					
Make Names					
Edit Commands	,				
run ATP	Ctrl+Alt+0				
run PCPlot	Ctrl+Alt+1				
run ATP (file)	Ctrl+Alt+2				
run PlotXY	Ctrl+Alt+3			1	
Edit Text	Ctrl+Alt+4		<u>H</u> elp		,

Obr. 12 ATP – Settings Obr. 13 Dialógové okno Settings – Simulation

Príkazom Make File v hornom menu ATP sa vytvorí v podadresári ATP dátový súbor pre ATP s rovnakým názvom s príponou *.atp (obr. 14). Príkazom run ATP v hornom menu ATP sa spustí výpočet v programe ATP, ktorého výsledkom sú súbory s príponou *.lis a *.pl4 (obr. 15). V prostredí ATPDraw sa voľbou z horného menu ATP run PlotXY spustí grafický postprocesor (obr. 16).

Settings Make File run ATP	_		Settings Make File run ATP			Settings Make File run ATP	
Edit ATP-file Edit LIS-file			Edit ATP-file Edit LIS-file			Edit ATP-file Edit LIS-file	
Make Names			Make Names			Make Names	
Edit Commands.			Edit Commands			Edit Commands.	
run ATP	Ctrl+Alt+0		run ATP	Ctrl+Alt+0		run ATP	Ctrl+Alt+0
run PCPlot	Ctrl+Alt+1		run PCPlot	Ctrl+Alt+1		run PCPlot	Ctrl+Alt+1
run ATP (file)	Ctrl+Alt+2		run ATP (file)	Ctrl+Alt+2		run ATP (file)	Ctrl+Alt+2
run PlotXY	Ctrl+Alt+3		run PlotXY	Ctrl+Alt+3		run PlotXY	Ctrl+Alt+3
Edit Text	Ctrl+Alt+4		Edit Text	Ctrl+Alt+4		Edit Text	Ctrl+Alt+4
Obr. 14 ATP	– Make File	(Obr. 15 ATP -	– run ATP	Ō	Dbr. 16 ATP -	– run PlotXY

Obr. 14 ATP – Make File ... Obr. 15 ATP – run ATP

A v ňom je s označením v: XX0001 uvedený priebeh napätia zo zdroja a v: XX0011 -XX0009 priebeh napätia na záťaži. Stlačením ľavého tlačidla myši sa dané priebehy označia pre zobrazenie a stlačením tlačidla Plot sa následne zobrazia.

🚰 MC's PlotXY - Data selec	tion (2):					_	
Load Refresh	3				1		?
# File Name	# of ∨ar	# of	Point	Tmax			
o57.pl4	3	501		1E-6			
Variables	Θ	8		Rese	et		₽
t	Variabl	е			Х	Facto	Offset
v:XX0011-XX0009 v:XX0001	t	t				1	0
	v:XXO	v:XX0011-XX0009				1	0
	v:XXO	001				1	0
	Upda	te		Fou	Ir	P	lot

Obr. 17 Dialógové okno programu PlotXY pre vykreslenie priebehov



Obr. 18 Priebeh napätia vo vyššie uvedenom obvode