

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická  
Katedra elektroenergetiky



## **Komunikace po silových vedeních** **Úvod do problematiky**

---

**A0M15EZS – Elektrické zdroje a soustavy**

8. přednáška ZS 2011/2012

Ing. Tomáš Sýkora, Ph.D.



## Šíření signálů po nerozvětvených sítích vvn a vn

- trojfázové vedení + ochranný vodič
- vzdálenosti mezi fázovými vodiči a zemí je srovnatelný
- ztráty vlivem země mají rozhodující vliv na útlum signálu (je třeba zahrnout do celkového hodnocení přenosu)
- připojení zdroje signálu:
  - mezifázová vazba
  - jednofázová vazba
- šíření sdělovacího signálu lze popsat formou mnohovlnného procesu, kdy každá z vln má jiné přenosové parametry
- výpočet mnohovlnného procesu lze řešit pomocí maticového počtu
- lze aproximovat mnohovlnný proces na dvouvlnný:
  - vlnou mezifázovou (šíření svazkovým vodičem)
  - vlnou zemní (šíření mezi fázovým vodičem a zemí)
- rozdělení energie signálu mezi tyto dvě vlny závisí na jejich koeficientech přenosu, typu vazby, zátěžích na konci vedení a délce vedení



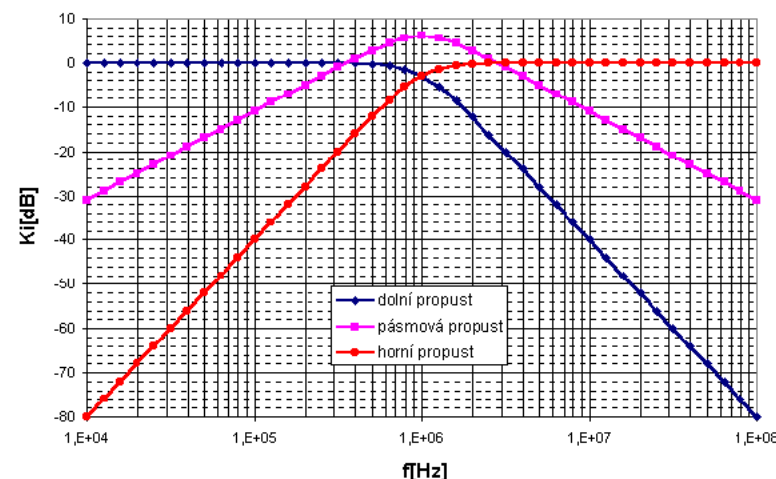
## Šíření signálů po rozvětvených nehom. sítích vn a nn

- rozvětvená vedení jsou typická pro distribuční síť
- při analýze se je třeba uvažovat různorodost sítě (venkovní, kabelová vedení, transformátory a další zařízení) = rozvětvená nehomogenní sítě
- pokles amplitudy signálu mezi dvěma body je závislý na celkové okolní transfiguraci všech sousedních vedení a dalších prvků sítě
- přenosové útlumy silnoproudých kabelů (závislé na konstrukci) jsou vyšší než u venkovních vedení
- výhodou kabelových vedení je menší závislost na meteorologických podmínkách a menší parazitní vyzařování
- analýza rozvětvených nehomogenních vedení:
  - zjednodušené modely (metoda sumace útlumů nebo vodivostní momenty)
  - konfiguračně přesné modely (univerzální admitanční matice)
- rozvětvená silnoproudá vedení vn a nn mohou být použita pro přenos signálů v oblasti nejnižších kmitočtů (do stovek Hz) na relativně velké vzdálenosti (desítky až stovky km), ale pro vyšší kmitočty (od desítek kHz až do stovek MHz) jejich efektivní použitelný dosah klesá až do řádů stovek až desítek metrů



## Přenos zpráv ve střídavých energetických sítích

- dříve na úrovni lokálních nn sítí – impulzy stejnosměrný proudu (vyžaduje přídavné stejnosměrné zdroje, N: těžkopádné)
- oddělení sdělovacích signálů od technického kmitočtu pomocí vazby:
  - typ horní propust
  - typ pásmová propust
- nejdříve byly zprávy určeny pro signalizaci provozu sítí
- poté začaly vznikat jednoduché systémy dálkového ovládání (signalizace úsekových odpojovačů)
- od 30. let 20. století – systémy hromadného dálkového ovládání
- od 30. let 20. století – systémy vf elektrárenská telefonie
- nyní:
  - optické kabely v zemních lanech
  - PLC (Power Line Communication) – vytváření úzkopásmových kanálů
  - BPL (Broadband Power Line), DBPL nebo PDSL





## Klasifikace frekvenčních pásem

- silnoprúdová energetická síť byla původně projektovaná jen pro přenos technického kmitočtu 50 Hz, dnes je využívána i pro přenosy signálů vyšších frekvencí
- jednotlivé napěťové úrovně energetické sítě jsou využívány v různých frekvenčních pásmech a pro různé sdělovací účely

Název pásma	podhovorové	hovorové	středofrekvenční	vysokofrekvenční
rozsah pásma	$f < 300 \text{ Hz}$	$f = 0,3 - 4 \text{ kHz}$	$f = 4 - 150 \text{ kHz}$	$f > 150 \text{ kHz}$
užití	HDO	HDO	DS, Do, DM, telefonní služby	telefonní služby, širokopásmové datové služby
příklady užívaných pásem a kmitočtů	0 Hz	317 - 1060 Hz	3 - 95 kHz	30 - 750 kHz
	50 Hz	317 Hz	9 - 95 kHz	1 - 30 MHz
	166 Hz	425 Hz	95 - 148,5 kHz	
	217 Hz	1060 Hz	30 - 150 kHz	

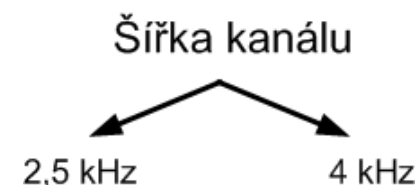


## VF elektrárenská telefonie

- 1919 - první zmínky o použití vysokofrekvenčního přenosu telefonního signálu na vn (60 kV) vedení v Japonsku
- podobný projekt v Evropě v roce 1920 v Německu (anténní vazba  $\eta = 10\%$ )
- zvládnutím technologie vn kondenzátorů se dosáhlo až 90 % účinnosti
- v ČR začala výroba před 2. světovou válkou
- používané pásmo: 30 – 750 kHz
- využití: hovor, dálnopis, data, telemetrie

### Vazební zařízení

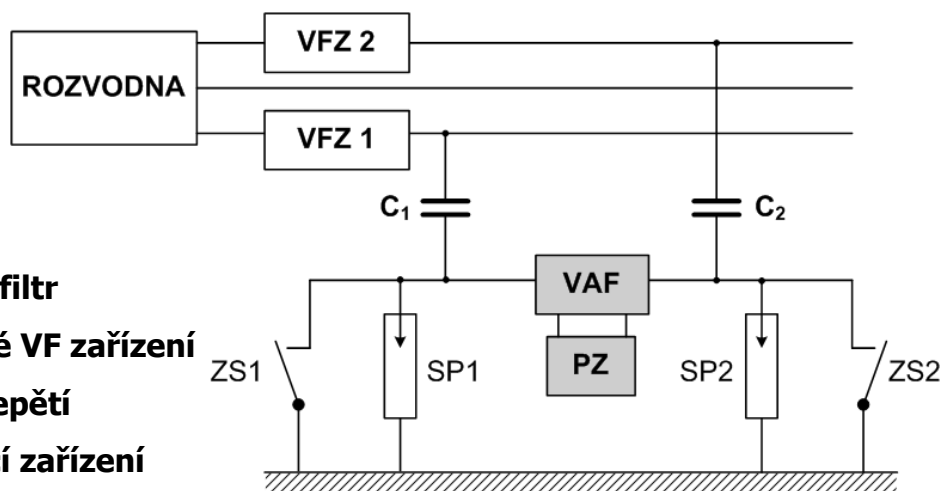
- zajišťuje spojení sdělovacího zařízení a silnoproudé vedení
- musí mít velký útlum pro technický kmitočet 50 Hz a co nejmenší útlum pro pásma telekomunikačního signálu
- musí zajistit bezpečnost zařízení a obsluhy ( $U_f$ , přepětí, zkrat)
- obsahovat prvky pro směřování signálu (velký útlum pro směr k silnoproudému transformátoru a malý útlum ve směru k vedení)





## VF elektrárenská telefonie

- **Přenosové vf zařízení PZ** je připojeno přes **vazební filtr VAF** (vazební TRF, doladovací kondenzátor, doutnavková ochrana)
- **vazební TRF s vazebními kondenzátory C1, C2** tvoří rezonanční obvod naladěný na pásmo přenášeného vf signálu
- **vysokofrekvenční zádrž VFZ1, VFZ2** – směřují signál do vedení
- telekomunikační signál
  - amplitudová komunikace s předmodulací
  - frekvenční modulace



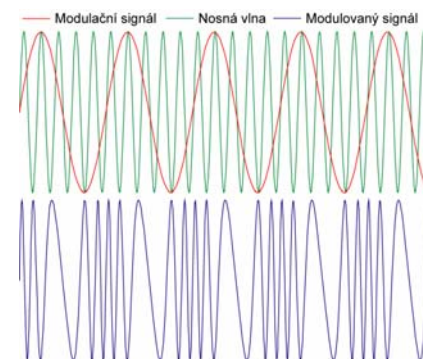
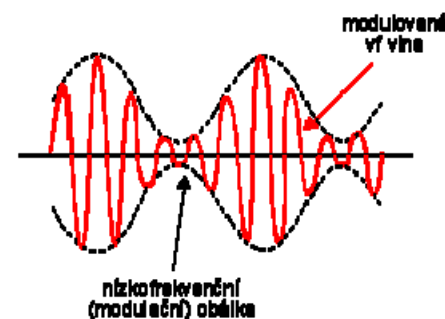
**VFZ** – VF zádrž

**VAF** – vazební filtr

**PZ** – přenosové VF zařízení

**PS** – svodič přepětí

**ZS** – zkratovací zařízení





## VF elektrárenská telefonie







# Komunikace po silových vedeních

---

## Literatura

- Svoboda J.: **Využívání elektrorozvodných sítí pro přenos zpráv**,  
Konference ELEKTROMATIKA, Praha 2007