

# PJS – Přednáška číslo 1

## Úvod

**Přechodné děje** – změny stavu systému z jednoho ustáleného stavu do jiného, nebo definitivní ztráta stability

Rovnovážný stav – stavové veličiny se nemění, nebo mění periodicky

Stavová veličina – parametr určující akumulaci energie (el. proud induktory, napětí kapacitorů, rychlost hmotných těles, teplota těles s tepelnou kapacitou, ...)

Charakteristika prostředí:

- Nelineární – v širších mezích téměř vše v přírodě
  - Existuje charakterem fyzikálního principu, nebo parametry
- Lineární – akceptovatelné pro dostatečně zúžené pásmo změn vlastnosti systému se nemění s intenzitou podnětů a platí princip superpozice (účinky dílčích podnětů lze zkoumat zvlášť)

Rozdělení dějů podle rychlosti průběhu:

- Vlnové přechodné jevy – nelze zanedbat rychlost šíření změn - nutno uvažovat prvky s rozloženými parametry a řešit parciálními dif. rov. – trvání  $\sim \mu\text{S} \div \text{mS}$
- Elektro-magnetické přechodné jevy – rychlost šíření změn není třeba uvažovat, změny rychlostí rotorů točivých strojů jsou zanedbatelné – prvky se soustředěnými parametry bez respektování mechanických vlastností a řešit obyčejné diferenciální rovnice – trvání  $\sim \text{mS} \div 0.1 \text{ S}$
- Elektro-mechanické přechodné děje – rychlost šíření není třeba uvažovat, v některých případech i elektromagnetickou akumulaci energie – elektromechanické schéma popsané diferenciálními rovnicemi pro mechanickou a algebraickými pro elektrickou část – trvání  $\sim$

Díky časovému rozlezení lze výše uvedené děje řešit nezávisle zvlášť.

## Rázové (vlnové) děje v ES

Vlnové přechodné děje jsou zapříčiněny:

- Atmosférickými přepětími
- Spínacích pochodech a komutacích

Nepříznivým důsledkem těchto jevů je přepětí (jakékoli napětí vyšší než nejvyšší okamžitá hodnota běžného provozního), které dělíme na:

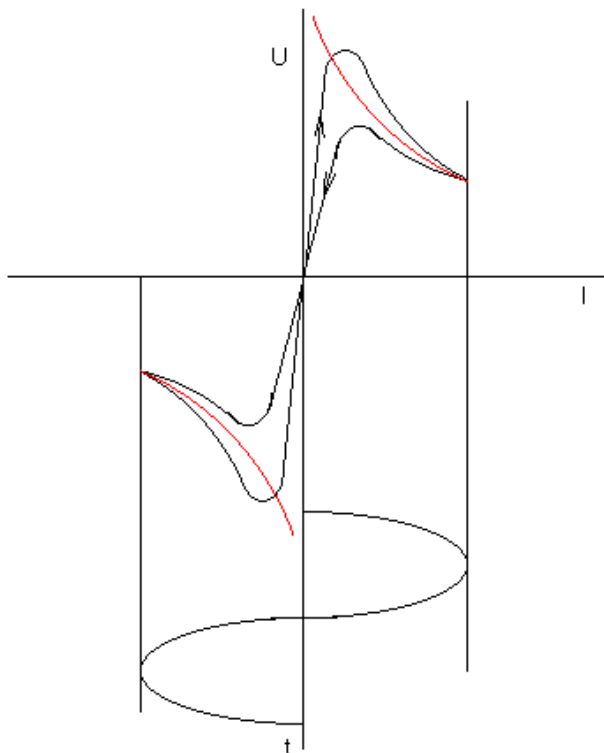
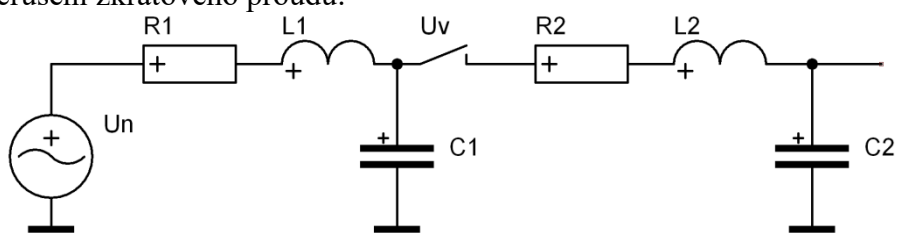
- Vnější (cizí) – Zavlečené do obvodu galvanickým spojením, nebo indukci
- Vnitřní (provozní) – Zapříčiněné přechodnými ději uvnitř sítě, velikost závislá na jmenovitém napětí sítě. Důvodem vzniku je zejména:
  1. Poruchy a jejich vypínání (zkraty a zemní spojení)
  2. Spínání kapacitních nebo induktivních proudů
  3. Prudké ztráty zatížení
  4. Rezonanční stavy (v obvodech s R-L-C prvky) (kabelová síť a transformátor, kabelová síť s reaktory, transformátor s kompenzační kapacitou apod.)

Přepětí dělíme na přechodná (nejčastěji dle příčin 1 až 3), nebo trvalá (4), popřípadě se jedná o kombinaci („nastartovaná rezonance“). Vše souvisí s intenzitou a charakterem výměny a akumulace energie.

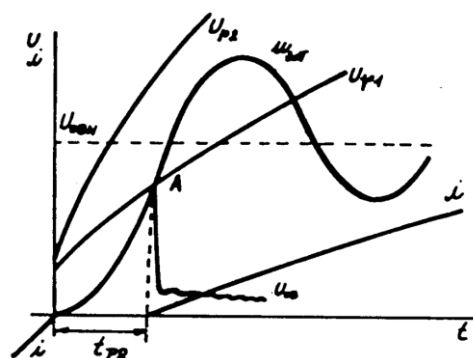
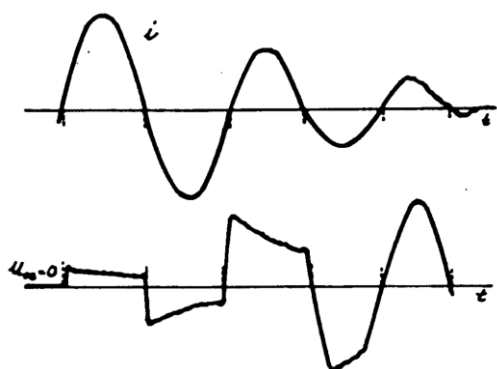
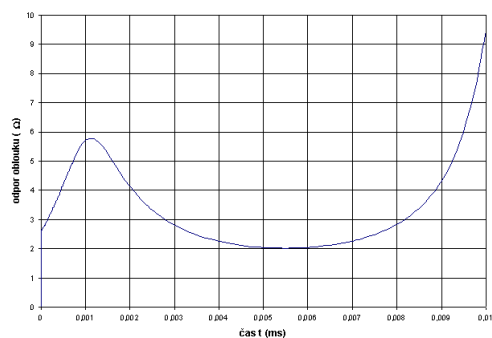
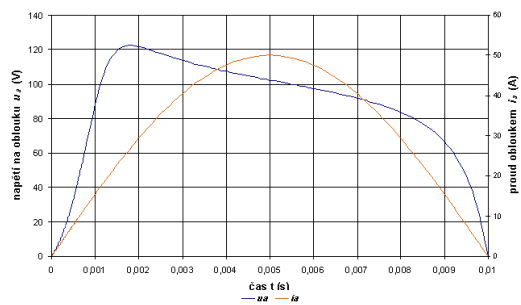
Typ přechodného děje	Obvyklá doba odeznívání	Typ rovnice pro elektrickou část	Typ rovnice pro mechanickou část	Elektrické schéma
Rázový / vlnový	$\mu\text{S} \div \text{mS}$	Parciální diferenciální rovnice $\frac{\partial u^2(t, x)}{\partial x^2} = L \cdot C \frac{\partial u^2(t, x)}{\partial t^2} + (L \cdot G + R \cdot C) \frac{\partial u(t, x)}{\partial t} + R \cdot G \cdot u(t, x)$	Veličiny konstantní $\frac{d\alpha}{dt} = 0 \quad \frac{d\omega}{dt} = 0$	s rozloženými prvky a parametry
Elektro - magnetický	$\text{mS} \div 0.1 \text{ S}$	Obyčejné diferenciální rovnice $u(t) = L \frac{di(t)}{dt} + R \cdot i(t)$	Algebraické rovnice $\alpha = \omega \cdot t \quad \frac{d\omega}{dt} = 0$	se soustředěnými prvky a parametry
Elektro - mechnický	$0.1 \text{ S} \div 10 \text{ S}$	Algebraické rovnice obyčejné nebo komplexní (SKM) $U_{ss} = R \cdot I_{ss} \quad \bar{U} = j\omega L \cdot \bar{I} + R \cdot \bar{I}$	Obyčejné diferenciální rovnice. $\Delta M = J \frac{d\omega}{dt}$	se soustředěnými prvky a parametry

Typ přechodného děje	Elektrické schéma	Zanedbatelné veličiny	Další neuvažované veličiny
Rázový / vlnový	S rozloženými parametry	Změna polohy mechanických částí	
Elektro - magnetický	Se soustředěnými parametry	Změna rychlosti mechanických částí	Rychlost šíření el.-mg. pole
Elektro - mechnický	Se soustředěnými parametry		Rychlost šíření el.-mg. pole Rychlé děje v elektrických obvodech

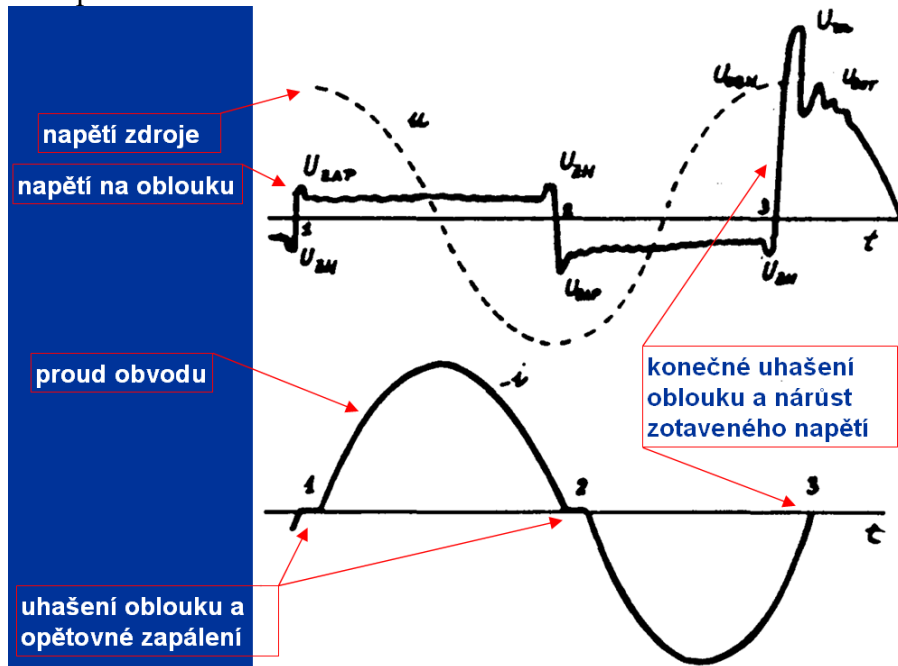
Příklad – přerušení zkratového proudu:



VA charakteristika oblouku



Průběh vypínání při intenzivním chlazení oblouku:



Vzniklé kmity přechodné složky zotaveného napětí mají frekvenci:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

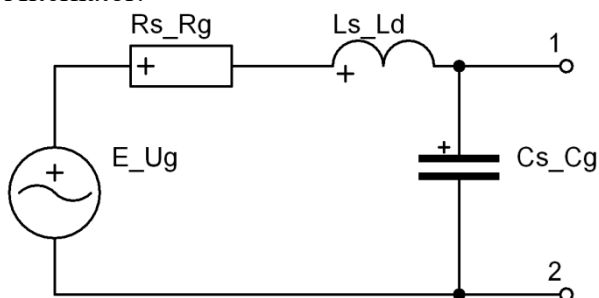
Pro většinu přechodných dějů lze třífázovou soustavu považovat za symetrickou, tedy ji můžeme řešit a náhradní schéma sestavit jako pro jednofázovou. Pokud sledujeme vnitřní děje uvnitř zařízení, především pak s respektováním elektromagnetických vazeb, je nutno sestavit a řešit schéma obecné.

Při řešení je nutno obvykle všechny prvky přepočítat na stejnou napěťovou hladinu.

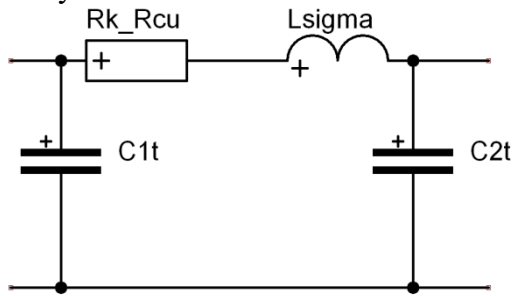
Pro řešení pouze prvních okamžiků přechodných dějů, které jsou často svým významem kardinální, je možno zanedbat činné odpory a tedy tlumení přechodných dějů.

Nejjednodušší schémata základních prvků elektrizační soustavy:

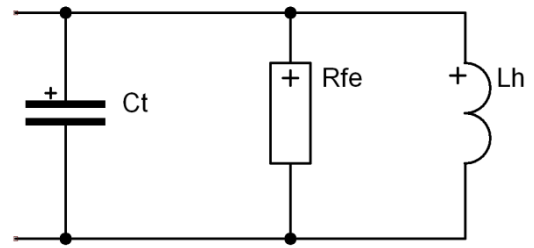
Alternátor:



Zatížený transformátor:



Transformátor naprázdno, reaktor, zátěž:



Vedení:

