Ochrany v distribučním systému

Ochrany elektroenergetických zařízení

- Monitorují provozní stav chráněného zařízení.
- Provádí zásah, pokud chráněný objekt přejde z normálního stavu do stavu poruchového.

Poruchové stavy v rozvodu

- Zkraty
- Přetížení
- Přepětí
- Podpětí
- Pokles kmitočtu
- Zvýšení kmitočtu
- Zemní spojení

Druhy a charakteristiky ochran

- Elektrické - sledují tyto veličiny: Proud, napětí, fázi, frekvenci, …

  Ochrany nadproudové, nad / podpěťové, impedanční - distanční, frekvenční, rozdílové, srovnávací

- Neelektrické - sledují např. tlak plynu, intenzitu světla, …

  Buchholzovo relé, záblesková ochrana

Rozdělení ochran dle funkčního principu

Ochrana	***Sledovaná veličina***
nadproudová	proud
napěťová	napětí
distanční	impedance
rozdílová	rozdíl proudů
srovnávací	rozdíl fáze proudů
wattová	činný výkon
jalová	jalový výkon
frekvenční	kmitočet
při nesymetrii	zpětný proud nebo napětí

Rozdělení ochran dle doby působení

- Mžiková
- Časově nezávislá
- Časově závislá

Rozdělení ochran dle konstrukce

- Elektromechanická
- Tranzistorová (polovodičová)
- Digitální

Rozdělení chráněného zařízení - obecně

- Generátory
- Motory
- Transformátory
- Přípojnice
- Vedení
- Kabely
- Troleje
- Vypínače

Rozdělení chráněného zařízení v PRE

- Vedení 110 kV
- Rozvodny 110 kV
- Transformace 110/22 kV
- Rozvodny 22 kV
- Vedení 22 kV

Chránění vedení 110 kV



Chránění vedení 110 kV

- Kabelové vedení
  - Povinně - srovnávací a distanční ochrana
- Venkovní vedení
  - Povinně - distanční ochrana
  - Doplňkově - srovnávací nebo
    - další distanční ochrana

Chránění vedení 110 kV

Prostředky ke zvýšení spolehlivosti

- Hlavní a záložní cívky vypínače
- Automatika selhání vypínače
  - zpravidla integrována do distančních ochran
- Automatika opětného zapnutí
  - součástí distančních i srovnávacích ochran





Ochrany vedení 110 kV

Princip distanční ochrany

Distanční chránění je využíváno zejména pro chránění vedení zvn a vvn, výjimečně vn.

Výhody:

- selektivní nastavení
- vzdálené zálohování
- měření z jednoho místa

Veličiny $\hat{U}_k$ a $\hat{I}_k$ určují impedanci zkratové smyčky a tím i vzdálenost zkratu od ochrany.



Připojení distanční ochrany k sekundárním obvodům přístrojových transformátorů



Charakteristika digitální distanční ochrany

Selektivita v síti chráněné nadproudovými ochranami

výhoda distančních ochran
- chránění v základním čase

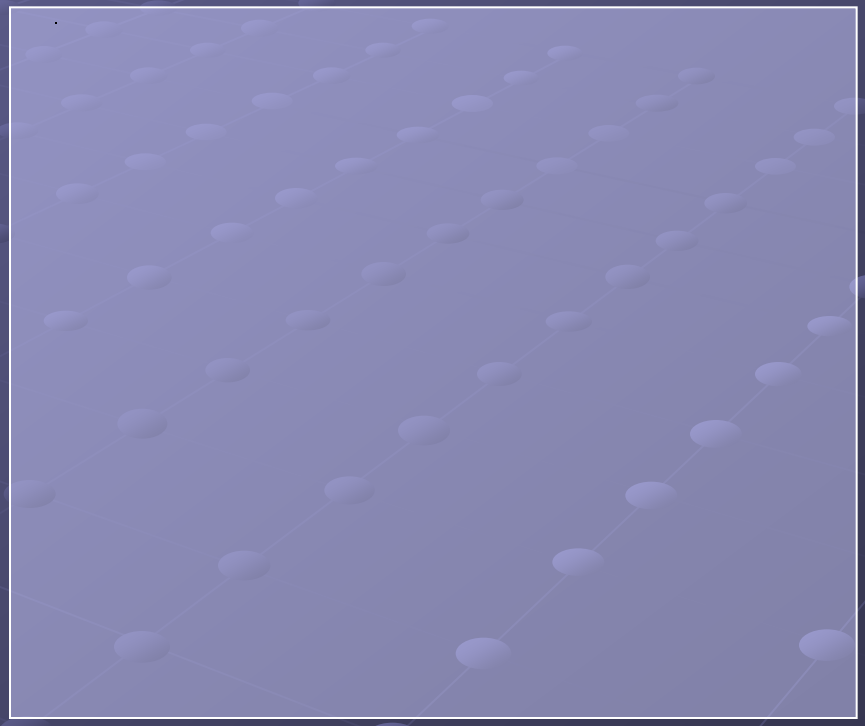


Blokové schéma digitální distanční ochrany

$$\frac{x}{r} = tg\ \varphi_k = konst.$$



Vysunutá kruhová charakteristika „offset-mho“



Charakteristika digitální distanční ochrany ABB REL 511



Impedance viděná distanční ochranou při zemní poruše

Nutná kompenzace zemní cesty při jednofázových poruchách



Provozní impedance - zátěž

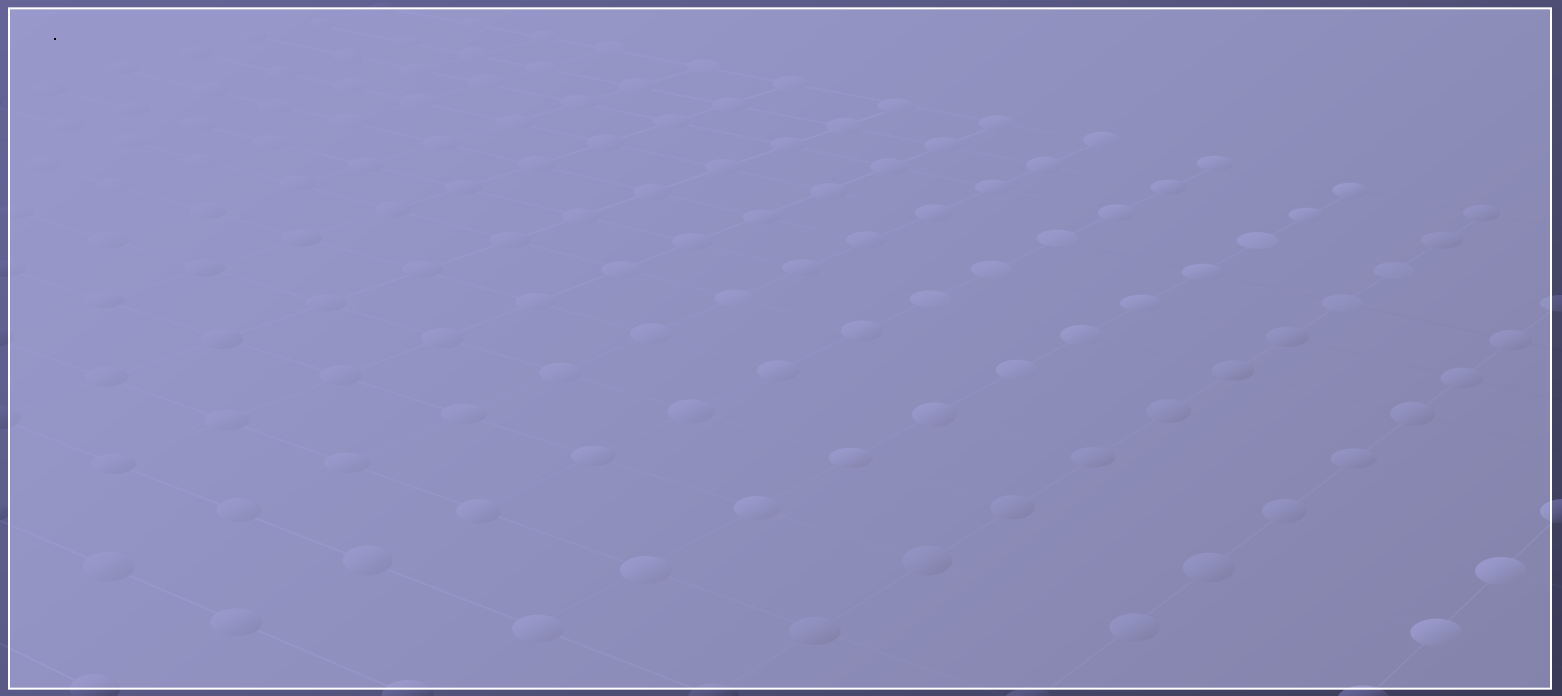
$$R_{prov} = \frac{U_{\min}}{\sqrt{3} \,.\, I_{\max}}$$

$$\varphi_{prov} = \arccos \frac{P}{S} =$$

$$= \arcsin \frac{Q}{S} = \arctan \frac{Q}{P}$$

Impedanční charakteristika distanční ochrany Siemens 7SA6

Nastavování distančních ochran



Impedančně časové charakteristiky distančních ochran

$$\hat{Z}_{1A} = 0{,}85 \,.\, \hat{Z}_A$$

$$\hat{Z}_{2A} = 0{,}85 \,.\, \left(\hat{Z}_A + \hat{Z}_{1B}\right) = 0{,}85 \,.\, \left(\hat{Z}_A + 0{,}85 \,.\, \hat{Z}_B\right)$$

$$\hat{Z}_{3A} = 0{,}85 \,.\, \left(\hat{Z}_A + \hat{Z}_{2B}\right) = 0{,}85 \,.\, \left(\hat{Z}_A + 0{,}85 \,.\, \left(\hat{Z}_B + 0{,}85 \,.\, \hat{Z}_C\right)\right)$$



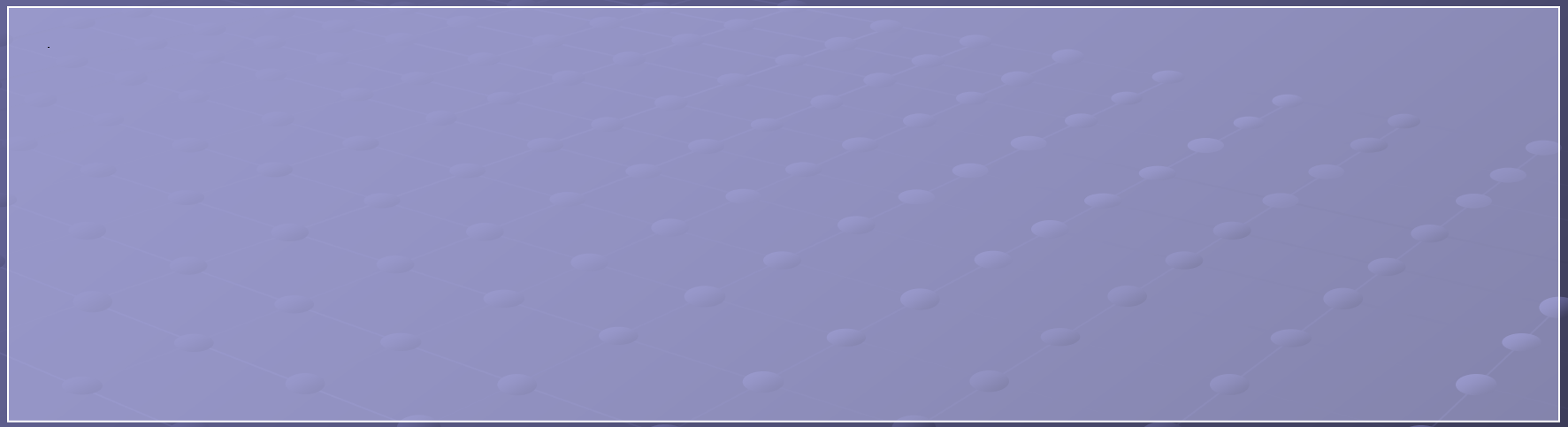
Impedančně časové charakteristiky distančních ochran – oboustranně napájená síť

Ochrany v PRE

Základní pravidla pro nastavování distančních ochran

Základní pravidla pro nastavování distančních ochran

Strhávání charakteristik distančních ochran

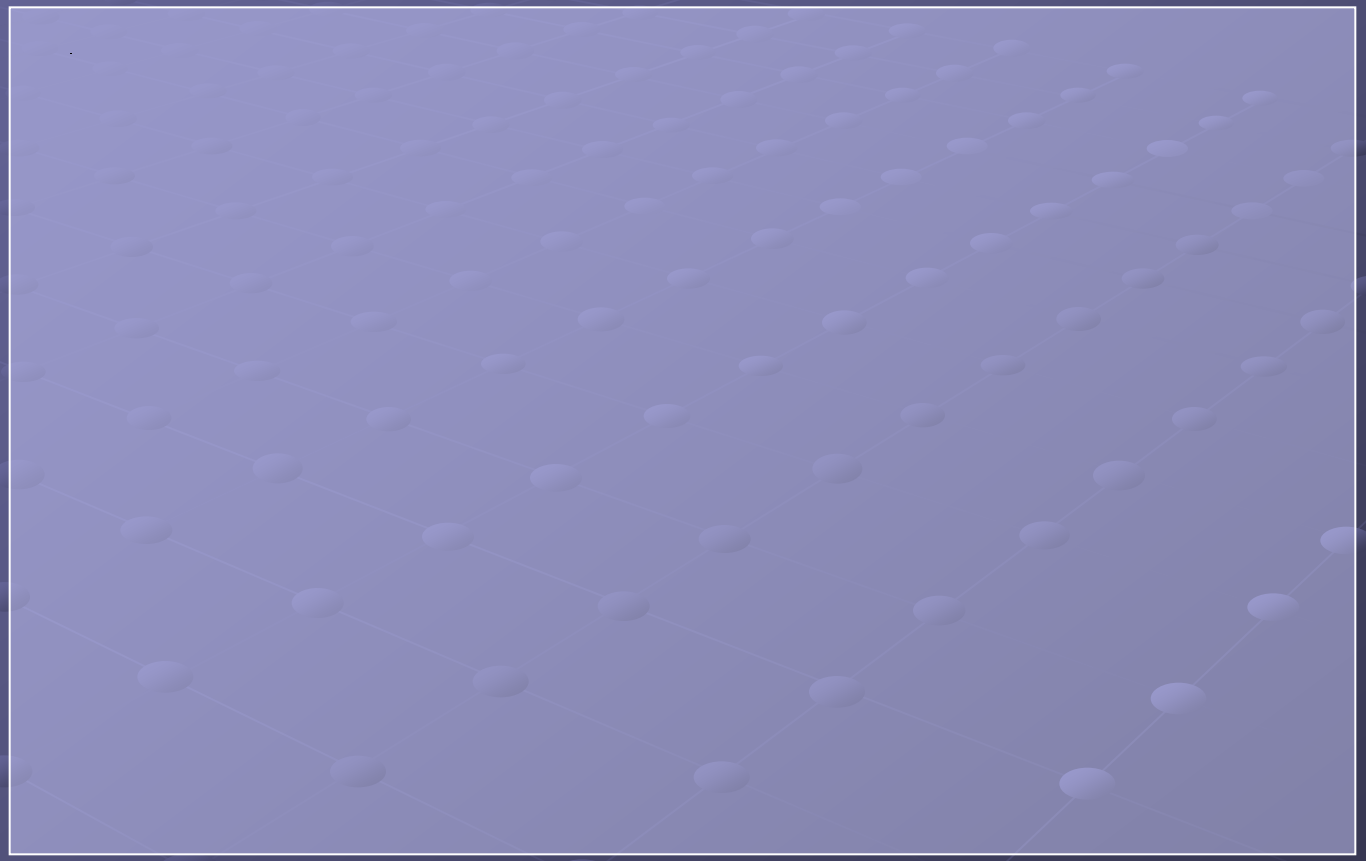




Správné měření, určení druhu a vzdálenosti poruchy distanční ochranou či lokátorem poruch je do určité míry ovlivněno následujícími negativními specifickými vlivy:

- Boční napájení
- Impedanční nesymetrie přenosových a distribučních sítí
  - neprovádění transpozic vodičů
  - instalace vodivějších zemnících lan
- Paralelní vlivy
- Vliv odporu poruchy
- Kývání elektráren
- Chránění T odboček

Boční napájení



Zkrat na vedení s bočním napájením

$$\hat{Z}_D = \frac{\hat{U}_A}{\hat{I}_v} = \hat{Z}_{AB} + \hat{Z}_{BP} + \frac{\hat{I}_b}{\hat{I}_v} . \hat{Z}_{BP}$$

Průběh měřené impedance ochranou při posuvném zkratu

Ochrany v PRE

Podélné parametry vedení:

- vlastní
- složkové

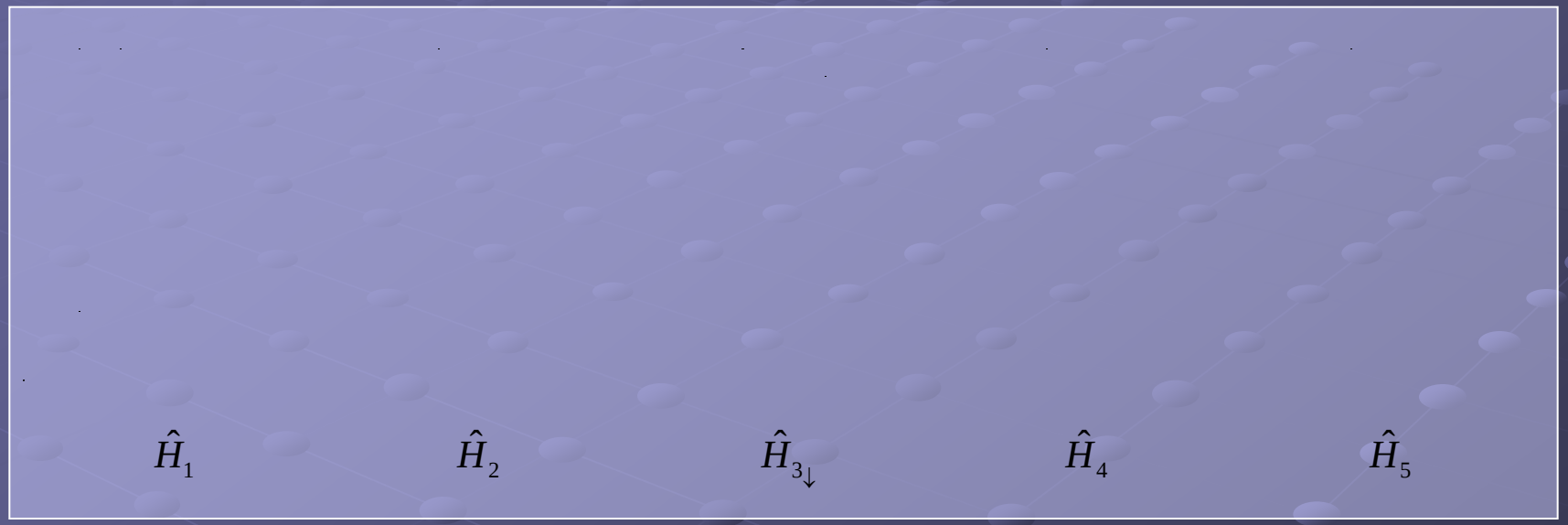
Pro nastavení ochran a lokátorů:

Složkové parametry

- Neprovádění transpozic vodičů
- Instalace vodivějších zemnících lan



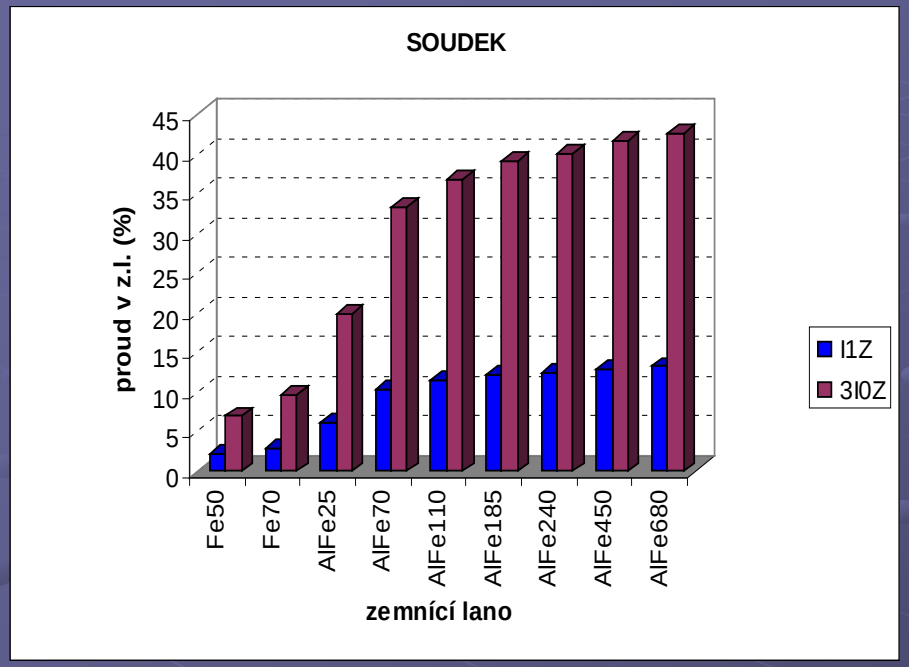
Vedení složené z rozdílných úseků



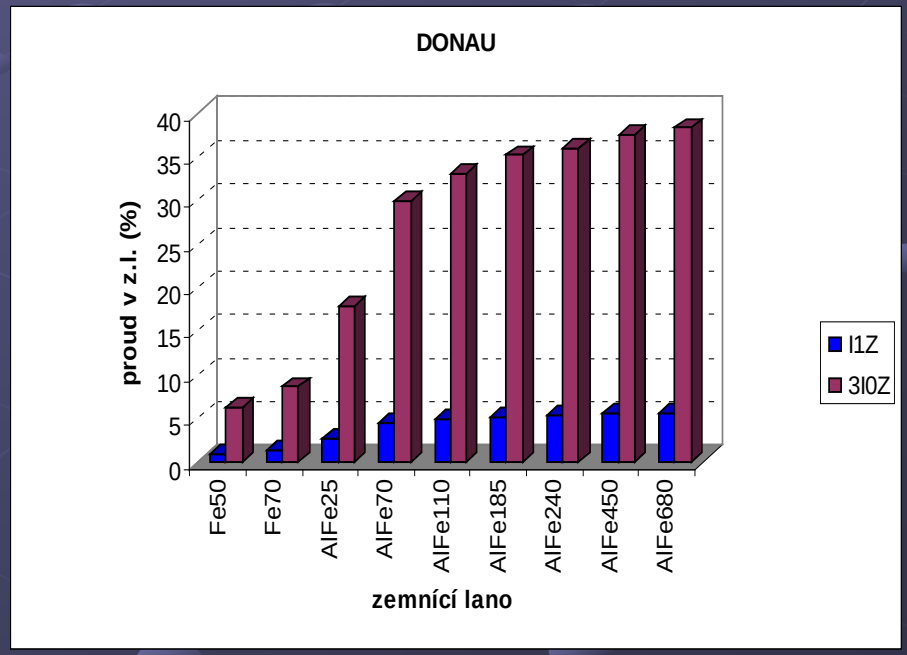
Jiný typ: Fázového vodiče, stožáru, zemnícího lana, rezistivity země.

Ochrany v PRE

Typy stožárů vedení vvn a zvn:

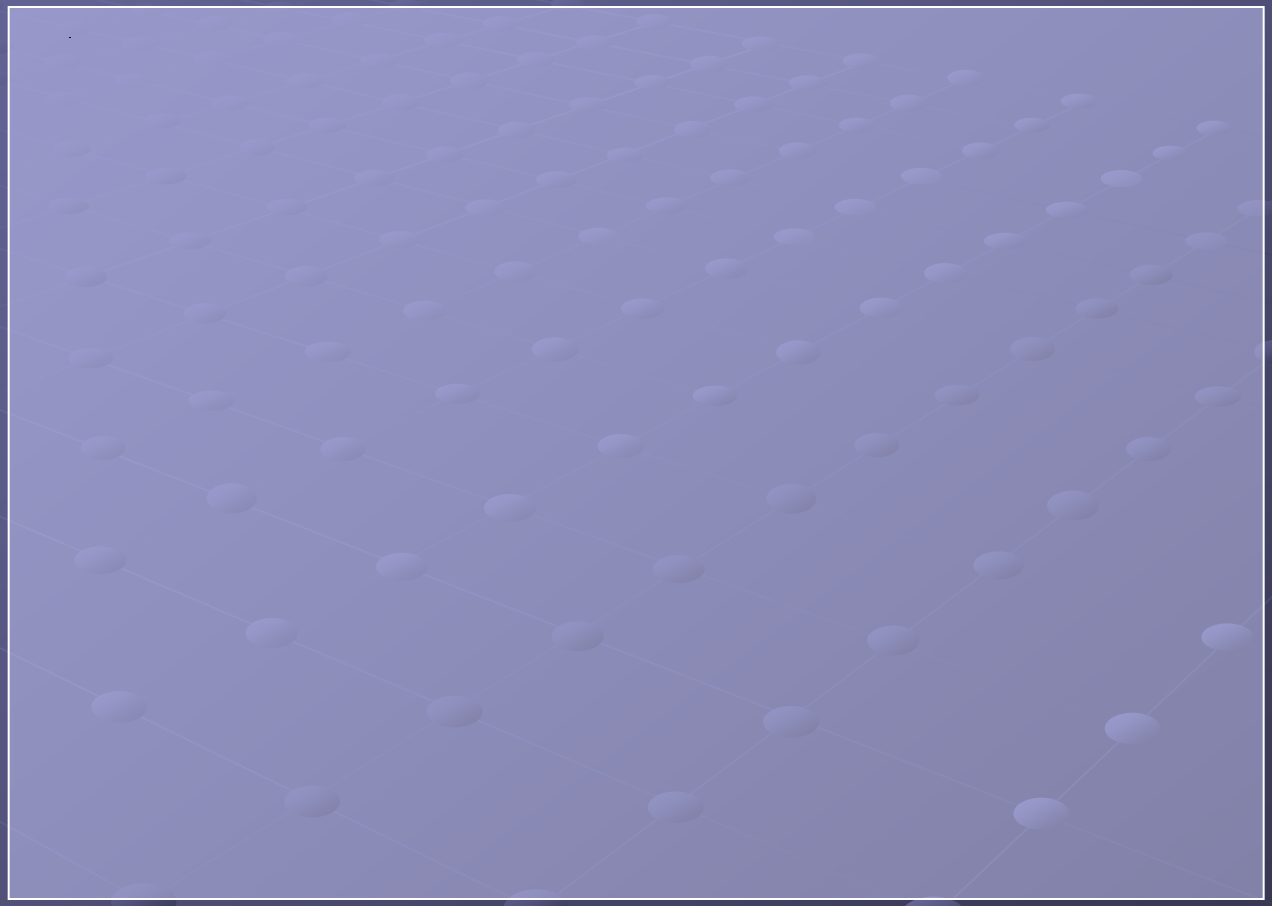


Závislost proudu tekoucího zemnícím lanem na typu zemnícího lana pro stožár „Soudek“ a „Donau“



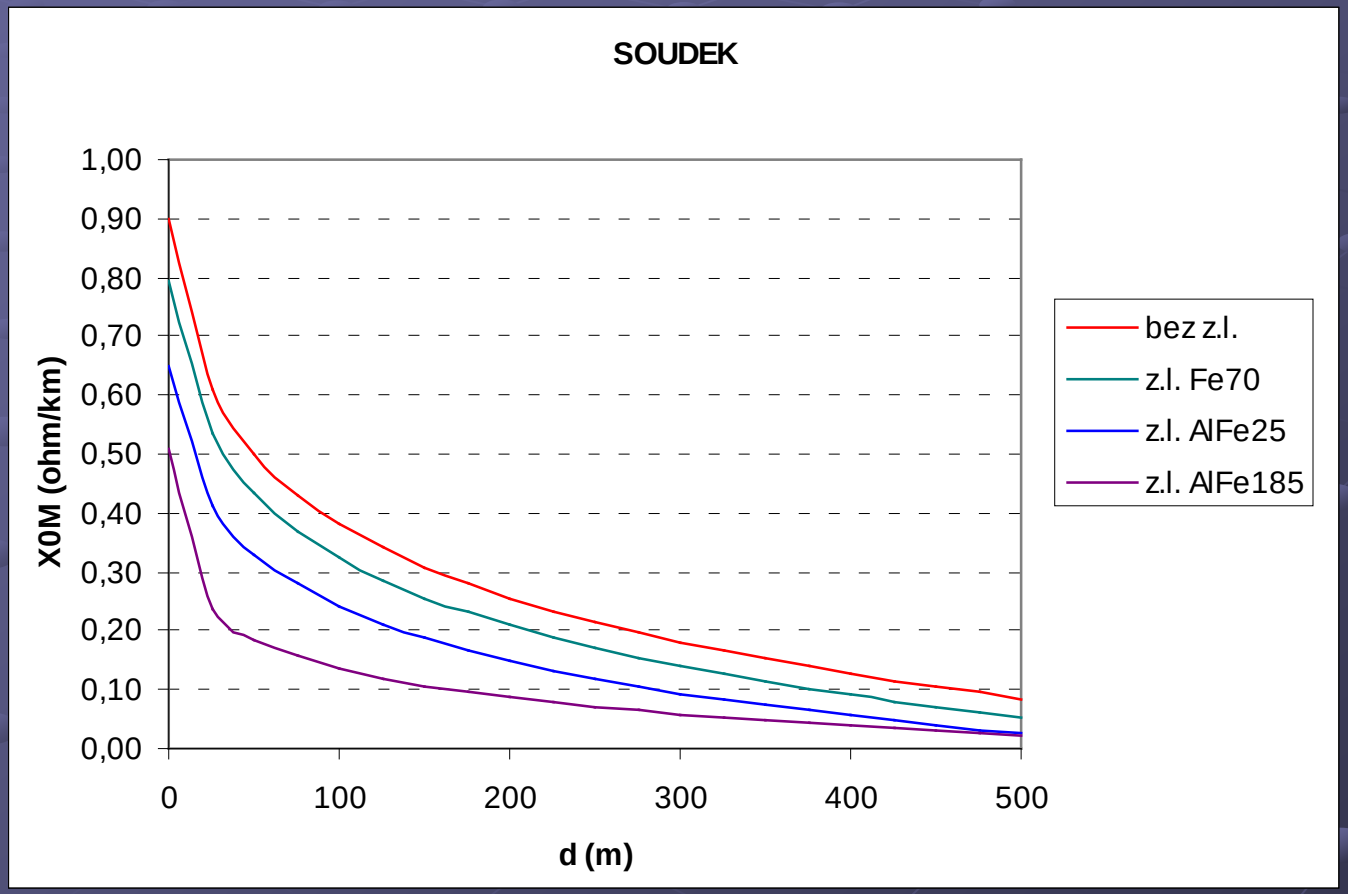
Velikost proudu tekoucího fázovým vodičem je 100%. Proud I1Z je proud v zemnícím lanu, který je indukován od sousledné složky proudu protékající fázovými vodiči. Proud 3I0Z představuje proud tekoucího zemnícím lanem při jednofázové zemní poruše.

Paralelní vlivy



vzájemná impedance mezi potahy a, c

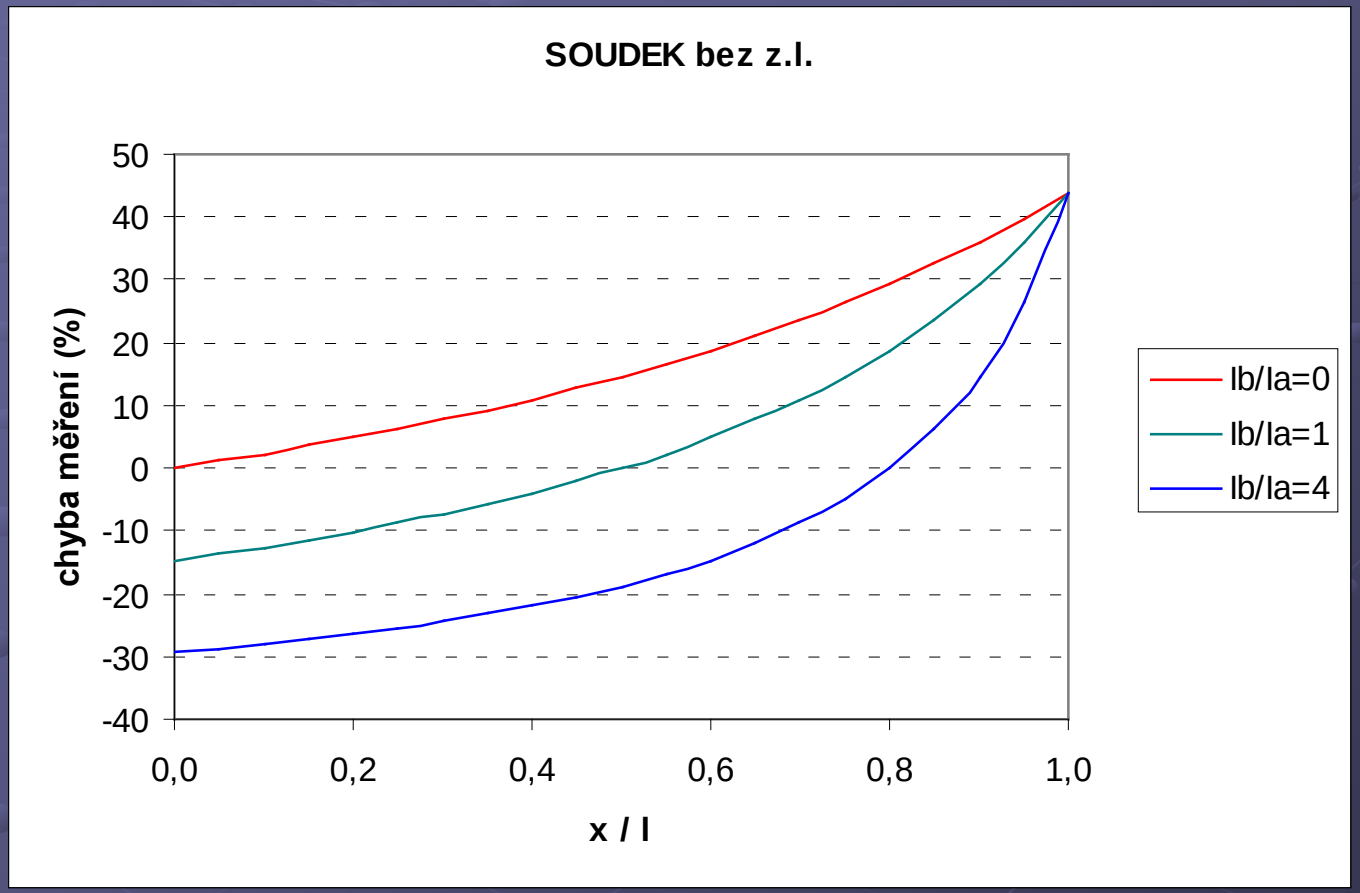
Velikost vzájemné nulové reaktance pro paralelní vedení typu „Soudek“ a různá zemnící lana



Paralelní vedení napájené z obou stran s posuvným zkratem



Chyba vyměření posuvného zkratu distanční ochrany D1
v případě napájení zkratu z obou stran



Chyba vyměření posuvného zkratu dosahuje kladných i záporných hodnot a je značně závislá na velikosti poměru zkratových příspěvků z obou stran.

Vliv odporu poruchy





Schéma ES s poruchovým odporem napájeným ze dvou stran

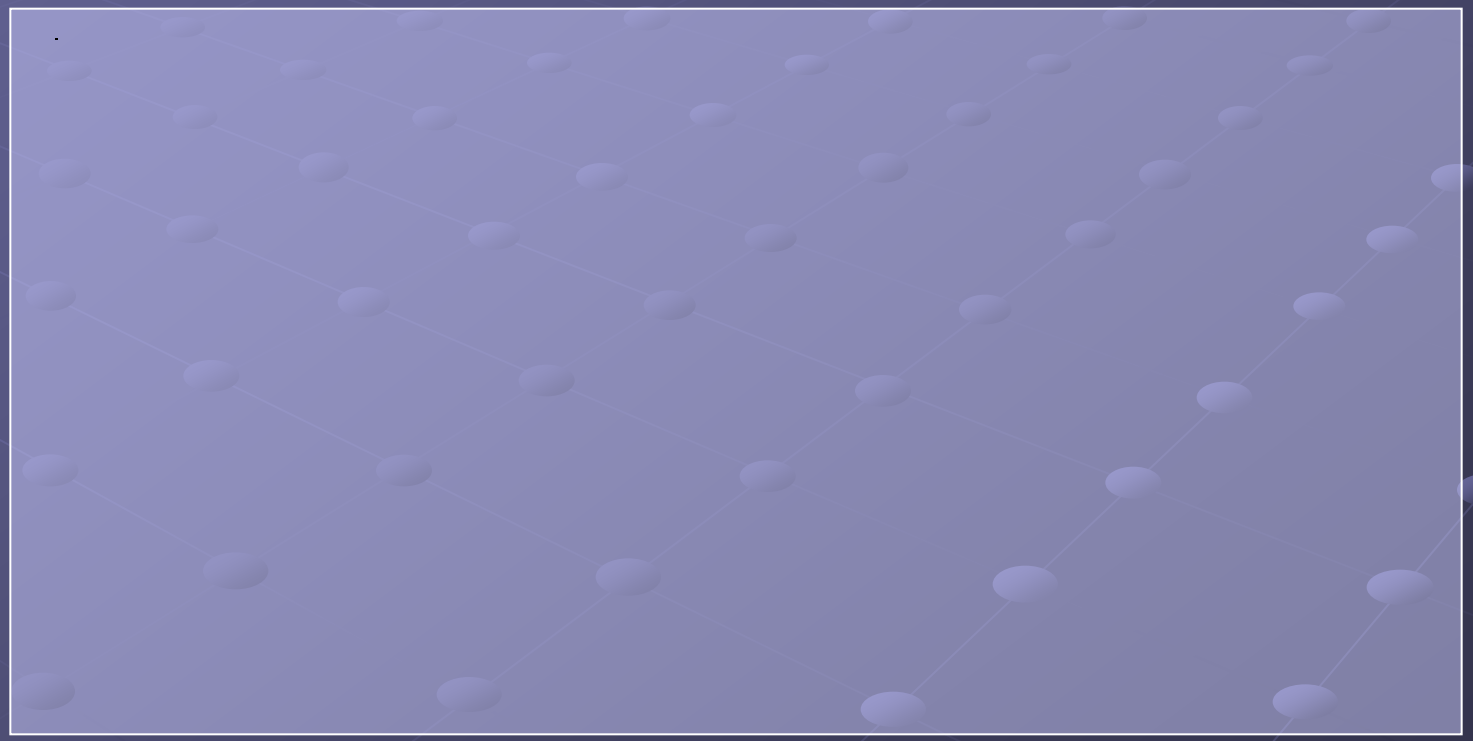
Impedance viděná distanční ochranou pro oboustranné napájení odporu poruchy bez úhlové diference mezi proudy

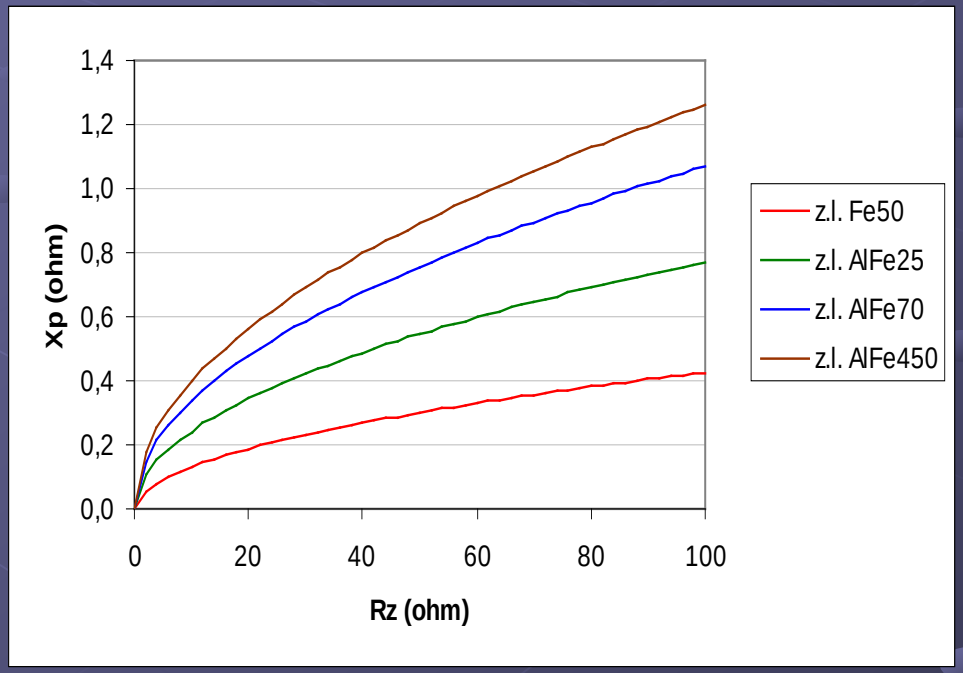
$\hat{I}_a$ a $\hat{I}_b$

Impedance vidĕná distanční ochranou pro oboustranné napájení odporu poruchy při úhlové diferenci mezi proudy

$$\hat{I}_a \text{ a } \hat{I}_b$$







Vidělná „doplňková reaktance poruchy“
v závislosti na velikosti zemnícího odporu stožáru
a na typu zemnícího lana

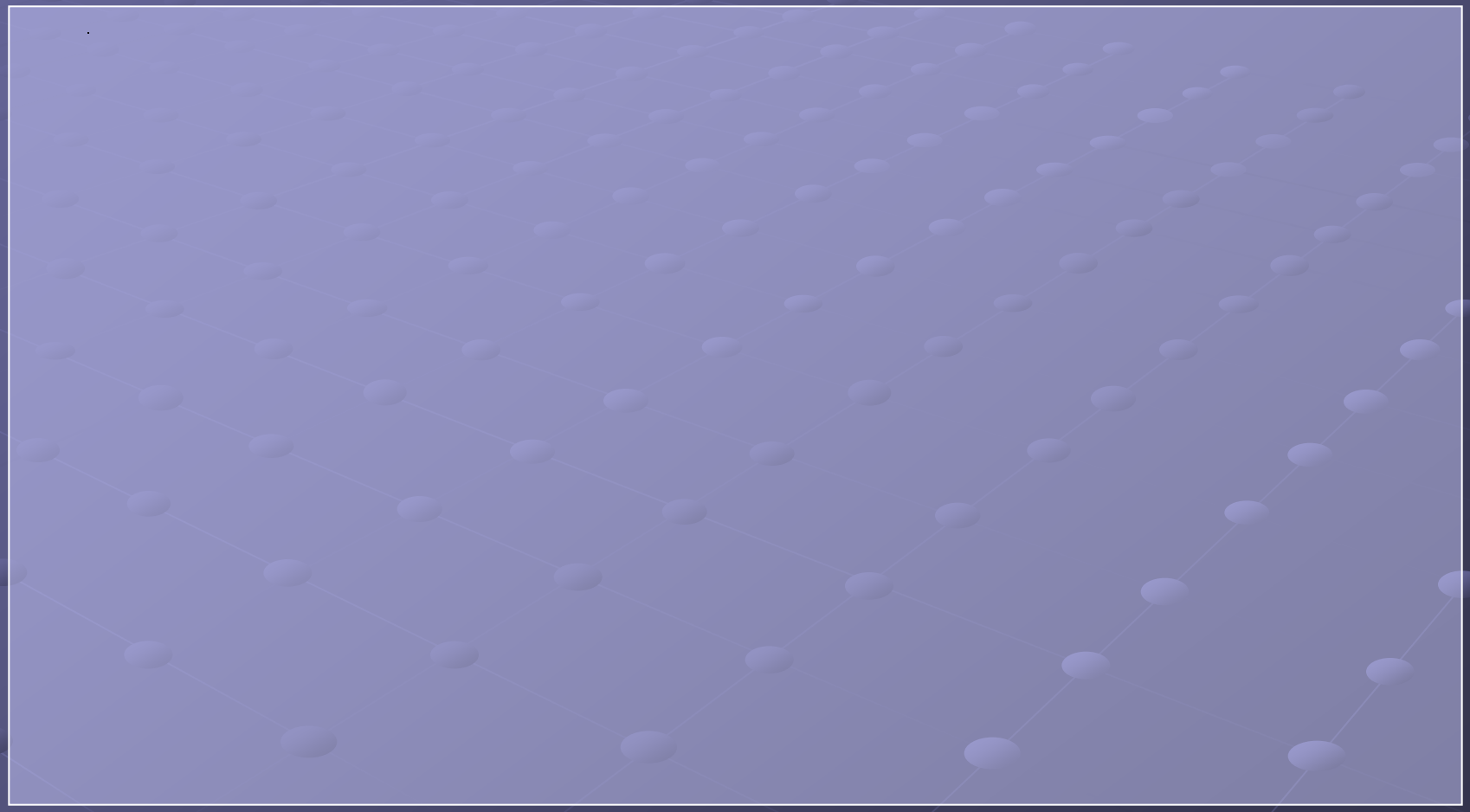
„Kývání elektráren“

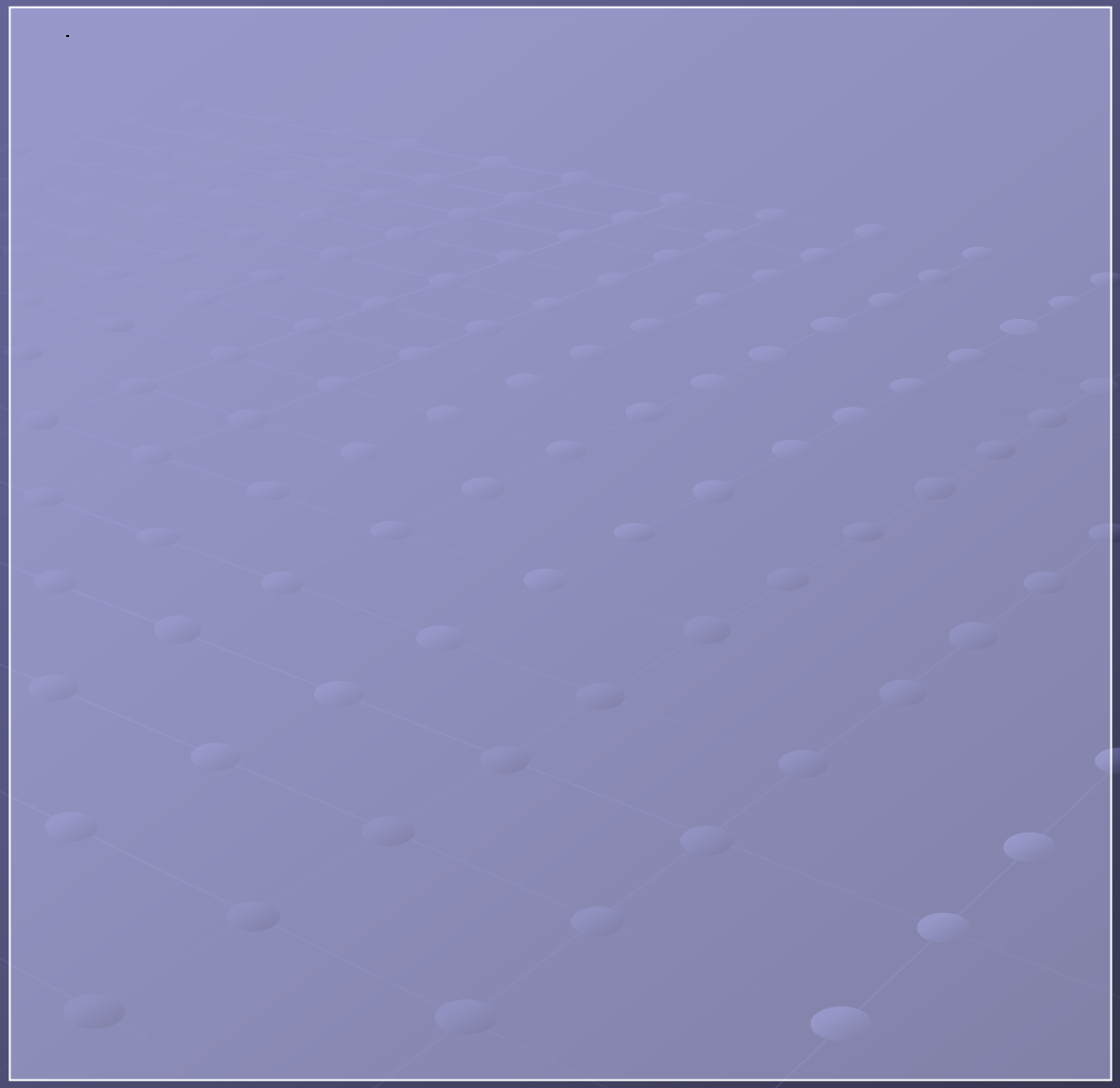


Chránění T-odboček



Princip srovnávací ochrany





Charakteristika srovnávací ochrany

Chránění transformátorů 110/22 kV



Chránění transformátorů 110/22 kV

- Tr. 63 MVA
- Tr. 40 MVA
- Tr. 25 MVA

Ochrany transformátorů 110/22 kV

1. Nadproudová (I>, I>>) a kostrová ochrana transformátoru (I_N>).
2. Rozdílová ochrana vč. záložní nadproudové ochrany. Zahrnuje i tepelný model transformátoru.
3. Nadproudová a kostrová ochrana odporníku, vč. tepelného modelu odporníku.
4. Buchholzovo plynové relé.

Pozn.: Tepelný model transformátoru a odporníku nevypínají – jsou pouze na signál.



Ochrany Tr. 110/22 kV



Ochrany Tr. 110/22 kV

Princip rozdílové ochrany

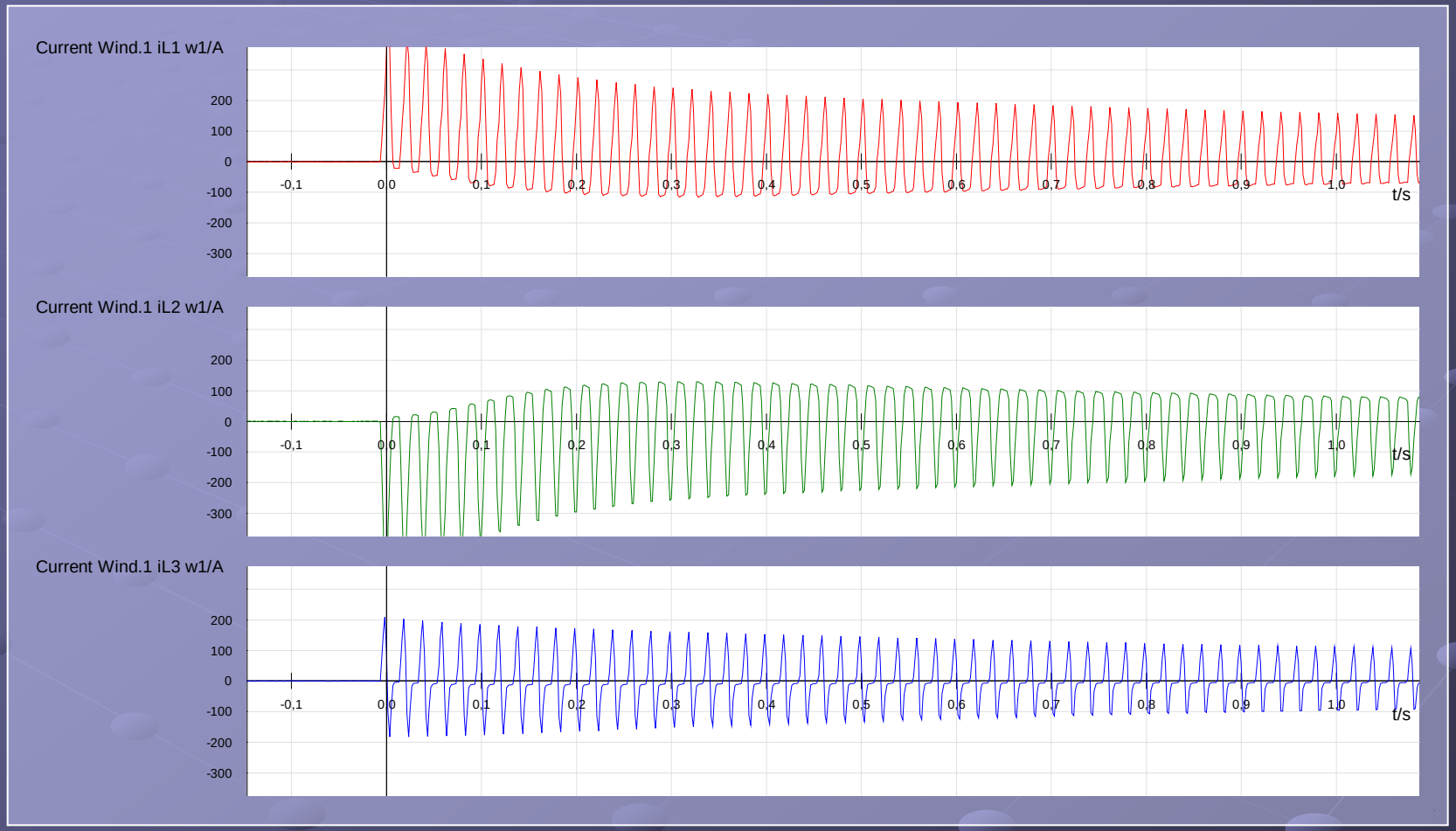


$$\hat{I}_{diff} = \left| \hat{I}_{prim.} + \hat{I}_{sek.} \right|$$

$$\hat{I}_{stab} = \left| \hat{I}_{prim.} \right| + \left| \hat{I}_{sek.} \right|$$

Charakteristika rozdílové ochrany

Zapínací ráz transformátoru



- blokování rozdílové ochrany od 2. a 5. harmonické proudu

Výhody digitálních ochran

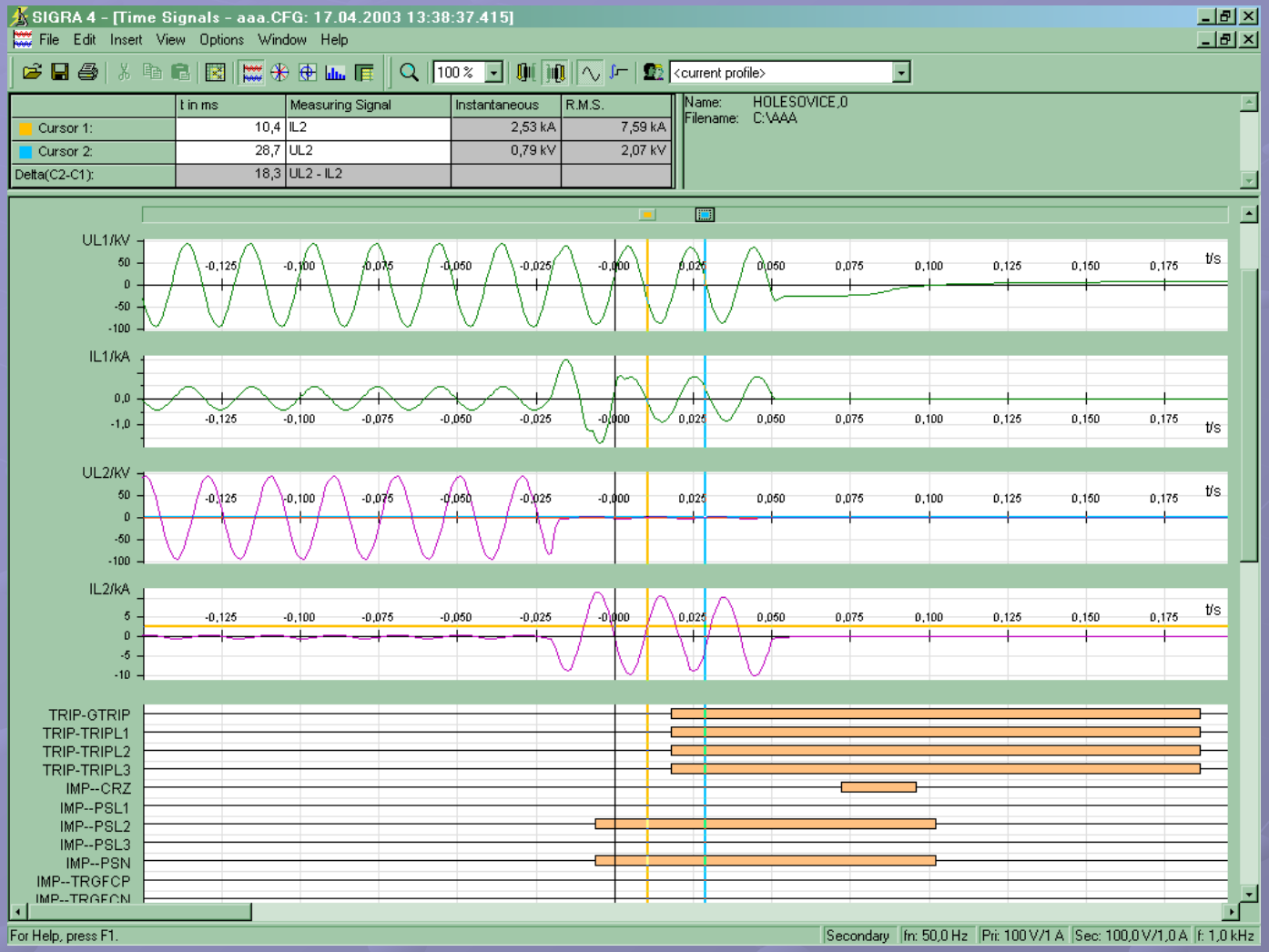
- Přesnost, citlivost
- Spolehlivost - samokontrola
- Variabilita charakteristik
- Více sad nastavení
- Logické vazby
- Kompaktní provedení
- Malá spotřeba v proudových a napěťových obvodech

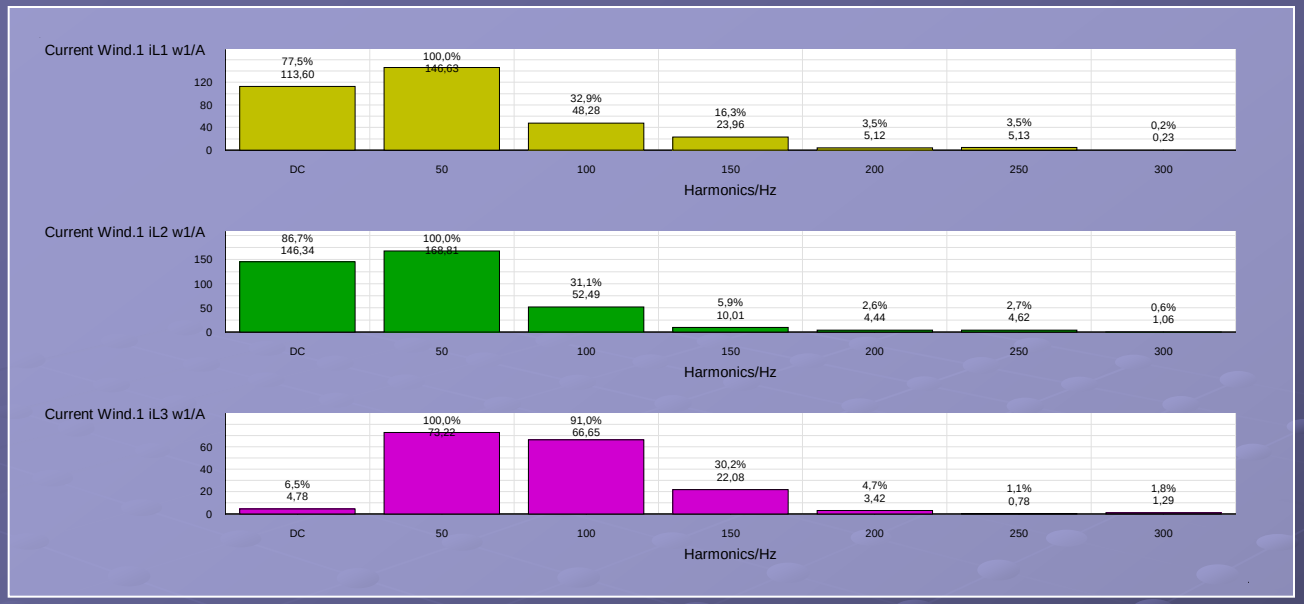
Výhody digitálních ochran

- Rychlost působení
- Široká škála příslušenství

  - poruchový zapisovač,
  deník událostí,
  harmonická analýza, atd.

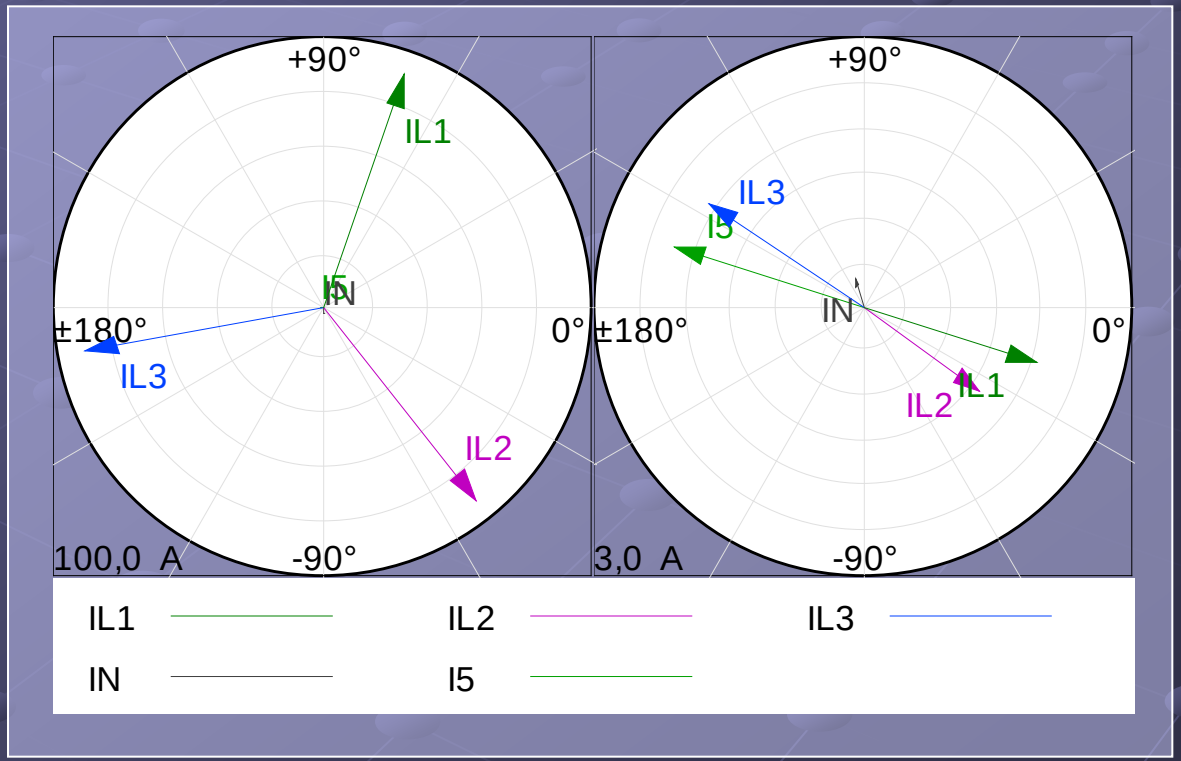
poruchový zapisovač ochrany





harmonická analýza

fázorový diagram



Chránění vedení 22 kV

- Kabelové vedení
- Venkovní vedení

- Nadproudové chránění v soustavě, kde je uzel soustavy přizemněn přes odporník.
- Tam kde je uzel soustavy přizemněn přes tlumivku, jsou použity zemní relé GSC.



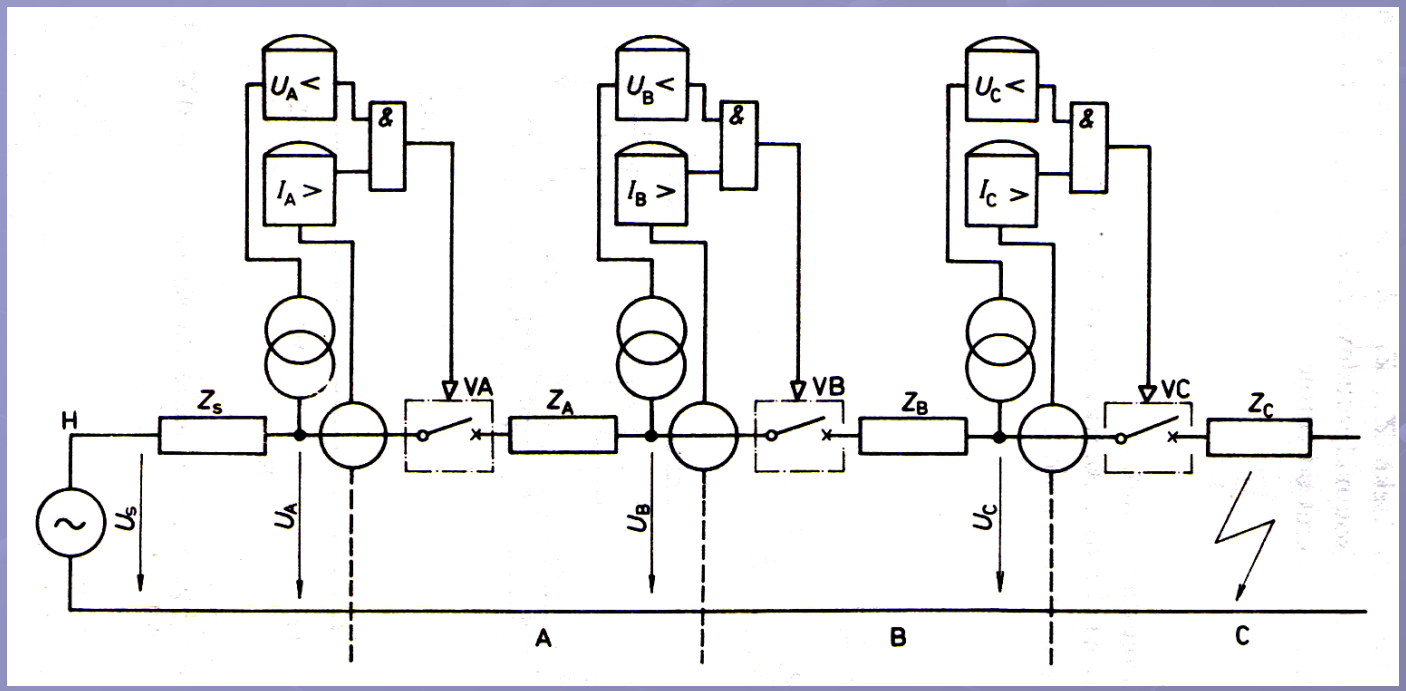
Nastavení nadproud. ochran v síti 22 kV PRE.

Problematika kapac. proudů

Charakteristika nadproudové ochrany

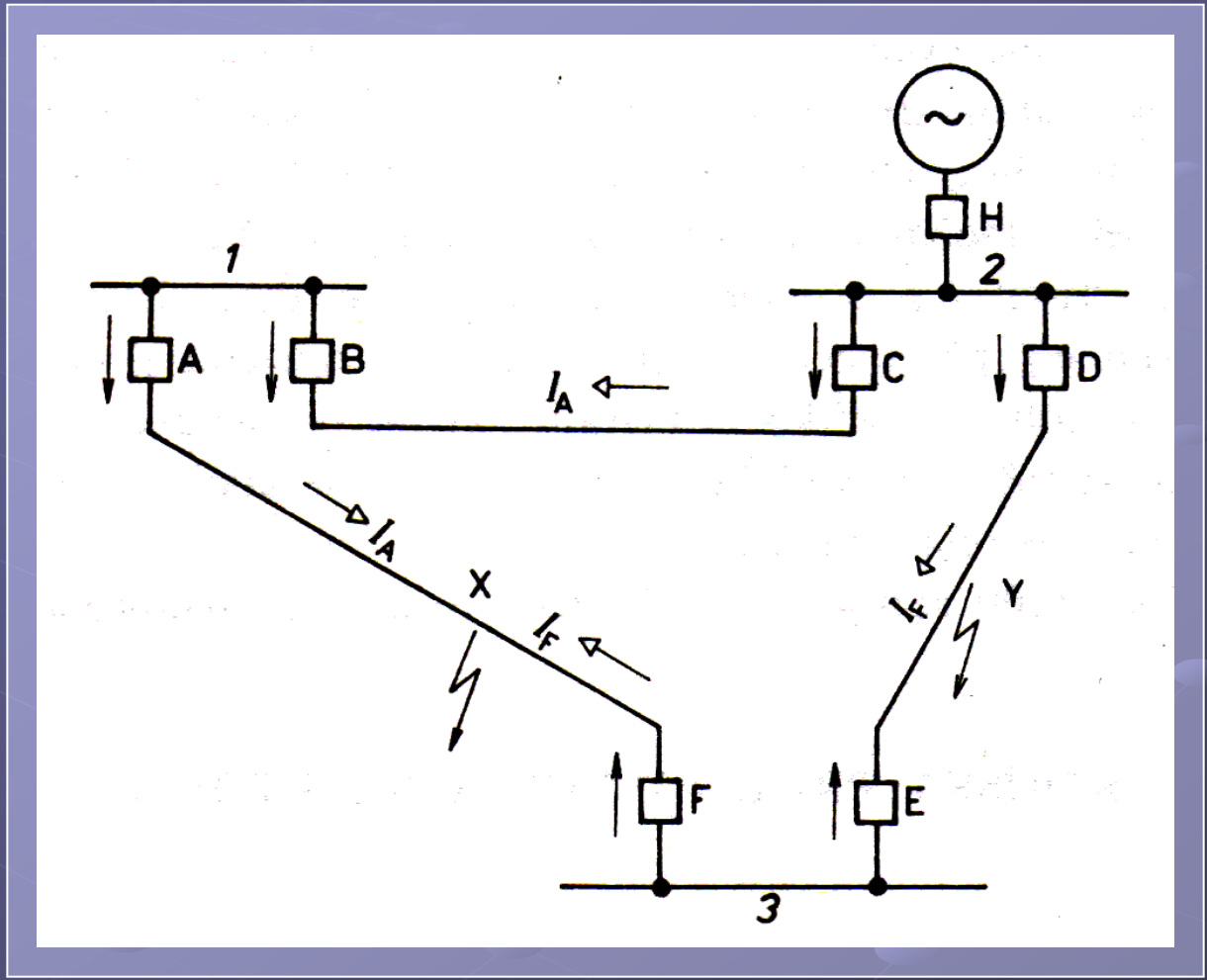


Vylepšení pomocí podpěťového blokování nadproudových ochran



$$U_A > \left| \frac{Z_A \,.\, U_S}{Z_S + Z_A} \right| \qquad U_B > \left| \frac{Z_B \,.\, U_S}{Z_S + Z_A + Z_B} \right| \qquad U_C > \left| \frac{Z_C \,.\, U_S}{Z_S + Z_A + Z_B + Z_C} \right|$$

Použití směrových ochran



směrové ochrany ve zkruhované síti

Ochrany v PRE



Ochrany v PRE



Ochrany v PRE

