

# ÚVOD DO PARAMETRIZÁCIE OCHRANNÝCH RELÉ

*ELEKTRICKÉ OCHRANY V  
ELEKTRIZAČNEJ SÚSTAVE*

A11  
Tk/TK11  
AT31/31X  
SPAJ 140 C  
REF 543

AUTOR  
RÓBERT ŠTEFKO



TECHNICKÁ UNIVERZITA  
V KOŠICIACH



**ABB** ASEA BROWN  
BOVERI

**Prvé vydanie publikované v roku 2022**  
**Technickou univerzitou v Košiciach**  
**Letná 9, 04001 Košice**

**© 2022 Technická univerzita v Košiciach**  
**© 2022 Róbert Štefko**

<b>Názov</b>	<b>Úvod do parametrizácie ochranných relé</b>
<b>Autor</b>	<b>Ing. Róbert Štefko</b>
<b>Vydavateľ</b>	<b>Technická univerzita v Košiciach</b>
<b>Rok vydania</b>	<b>2022</b>
<b>Vydanie</b>	<b>Prvé</b>
<b>Počet strán</b>	<b>53</b>
<b>Copyright</b>	<b>Technická univerzita v Košiciach</b>
<b>ISBN</b>	<b>978-80-553-4066-1</b>
<b>Edícia</b>	<b>Učebné texty</b>

*V učebnom texte sú popísané podrobné postupy pre parametrizáciu ochranných relé od firmy ABB a mechanických ochranných relé, teoretický základ k meraniu prístrojových transformátorov prúdu, popis a zapojenie jednotlivých častí ochranných relé. Ďalej sú uvedené inštruktážne videá spolu so zapojením pre otestovanie pomocou zariadenia Omicron.*

*Učebný text je určená študentom elektrotechnických fakúlt v študijných programoch zameraných na elektroenergetiku, používateľom elektroenergetických zariadení a odbornej verejnosti.*

Všetky práva vyhradené. Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť reprodukováná, distribuovaná alebo prenášaná v akejkoľvek podobe alebo akýmkoľvek prostriedkami, vrátane fotokopírovania, záznamu alebo iných elektronických alebo mechanických metód, bez predchádzajúceho písomného súhlasu vydavateľa, s výnimkou stručných citácií pri kritických recenziách a niekoľkých ďalších nekomerčných použitíach povolených autorským zákonom.

# OBSAH

- Teória ochrán
  - Nadprúdové ochrany
- Teória PTP
  - Nadprúdové číslo
- Popis ochranných relé
- Výpočet
- Zapojenie a Testovanie
  - Nadprúdová ochrana SPAJ
  - Vývodová ochrana REF I
  - Vývodová ochrana REF U



TECHNICKÁ UNIVERZITA  
V KOŠICIACH



**ABB** ASEA BROWN  
BOVERI

**Tento učebný text nadväzuje na poznatky z prednášok a skrípt: Elektrické ochrany v ES (ISBN: 978-80-553-3613-8) a Ochrany v elektrizačných sústavách: Návod na cvičenie (ISBN: 80-7099-133-X) z predmetu Elektrické ochrany v elektrizačnej sústave.**

*Ich pochopenie a zvládnutie je nevyhnutné pre nadväzujúci predmet Systémy chránenia v elektrizačnej sústave na inžinierskom štúdiu.*



**Tento učebný text bol podporovaný agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-19-0576 a grantová agentúra kultúry a vzdelávania Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky v rámci projektu VEGA č. 1/0757/21.**

**Pod'akovanie patrí rovnako aj firme ABB za darovanie ochranných relé REF 543 a SPAJ 140C.**



# *Teória ochrán*

Hlavnou úlohou chránenia zariadenia je zabezpečiť, aby dané zariadenie alebo úsek neboli vystavované nepriaznivým stavom napr. preťažovanie zariadenia a tým zníženie životnosti zariadenia, alebo náhodným poruchovým stavom v dôsledku skratu na zariadení.

Z týchto dôvodov je potrebné poznať vzťahy pôsobenia medzi zariadením alebo úsekom voči okolitému priestoru, ktorý má veľmi významný vplyv na zariadenie. Preto potrebujeme poznať vzájomné pôsobenia zariadenia na okolie a okolia na zariadenie. Pri samotnom nastavovaní a návrhu by sme mali mať o spomenutých dôvodov, čo najpodrobnejšie informácie. *V prípade neúplných alebo nejasných informácií, nemali by sme začínať s výpočtom pre chránenie zariadenia, alebo úseku, prípadne prísnejšie posudzovať vplyv okolia na zariadenie.*



# *Teória ochrán – nadprúdové ochrany*



# Teória ochrán – nadprúdové ochrany

K správne projektu ochrán v elektrizačných sústavách je potrebné sa zoznámiť s niektorými základnými pojmami istiacich relé. Tieto veličiny sú závislé na konštrukčnom vyhotovení relé, a teda pre každé relé sú iné. *Menovité hodnoty relé sa udávajú na štítku ochrany, a to osobitne pre hlavné a pomocné obvody.*

Menovitá spotreba istiaceho relé  $S_n$  je príkon spotrebovaný v obvodoch relé vo VA pre striedavý prúd alebo vo W pre jednosmerný prúd, pri menovitej hodnote prúdu (napätia), ustálenej teplote relé a pri teplote okolia  $+20\text{ }^\circ\text{C}$ . Spotreba relé má veľký význam pre správne dimenzovania záťaže prístrojových transformátorov prúdu a napätia. Na rozbeh relé je potrebné priviesť príkon, ktorý musí byť rovný minimálnej spotrebe relé. Spotreba relé v činnosti nemusí byť rovná menovitej spotrebe  $S_n$  relé.

Vypočíta sa nasledovne:

$$S = U_r * I_r \quad (1)$$





# Teória ochrán – nadprúdové ochrany

Prídržný pomer istiaceho relé  $k_n$  je definovaný ako pomer odpadovej hodnoty k rozbehovej hodnote. *Hodnota prídržného pomeru je vždy menšia ako jedna a udáva sa pre nezat'ažené kontakty relé. Vtedy je hodnota prídržného pomeru najväčšia. Ak sú kontakty zat'ažené, potom prechodom prúdu cez kontakty sa vyvinie sila, ktorá ich lepí.*

Pre prúdové relé platí:

$$k_n = \frac{I_0}{I_r} \quad (2)$$

Kde:

*$I_0$  je odpadová hodnota prúdu relé [A]*

*$I_r$  je rozbehová hodnota prúdu relé [A]*

Pre napät'ové relé platí:

$$k_n = \frac{U_0}{U_r} \quad (3)$$

Kde:

*$U_0$  je odpadová hodnota napätia relé [V]*

*$U_r$  je rozbehová hodnota napätia relé [V]*



# Teória ochrán – nadprúdové ochrany

Doba relé  $t_{dr}$  je čas, ktorý uplynie od okamihu popudu do okamihu zapôsobenia relé (napr. do uzavretia kontaktu relé).

Celková doba relé  $t_{c-dr}$  je čas, ktorý uplynie od okamihu popudu do pôsobenia koncového relé ochrany. Táto doba sa skladá z niekoľkých dôb jednotlivých článkov, ktoré obsahuje ochrana, napr. doby rozbehového článku, doby časového článku, doby koncového článku a pod.

Rozptyl relé  $\pm\Delta X_{roz}$  je daný rozdielom medzi strednou hodnotou  $X$  zistenou z 10 meraní a medzi krajnou hodnotou maximálnou  $X_{max}$  a minimálnou  $X_{min}$ . Hodnotu rozptylu je dôležité poznať hlavne u časových relé.

Vypočíta sa nasledovne:

$$+\Delta X_{roz} = X_{str} - X_{min} \quad (4)$$

$$-\Delta X_{roz} = X_{str} - X_{max} \quad (5)$$



# Teória ochrán – nadprúdové ochrany

Chyba relé  $\Delta X$  je rozdiel medzi skutočne zistenou (nameranou) rozbehovou hodnotou relé  $X_{str}$  a nastavenou hodnotou  $X_N$  na ochrane alebo jej časti. *Vypočíta sa podľa vzťahu:*

$$\Delta X = X_{str} - X_N \quad (6)$$

Relatívna chyba relé  $\Delta X_r$  je daná ako podiel absolútnej chyby relé  $\Delta X$  a nastavenej hodnoty relé  $X_N$  a udáva sa v percentách. Absolútna i relatívna chyba relé môže mať kladnú alebo zápornú hodnotu. *Vypočíta sa nasledovne:*

$$\Delta X_r = \frac{\Delta X}{X_N} * 100 = \frac{X_{str} - X_N}{X_N} * 100 \quad (7)$$



# *Teória ochrán – nadprúdové ochrany*

Ochrany stupňovité – pre zaistenie selektívneho vypínania potrebujeme zaistiť pôsobenie s časovým oneskorením, ktoré bude vhodne odstupňované a zabezpečí sa tak vzájomné zálohovanie ochrán. Z tohto dôvodu obsahujú rozbehový a časový člen, ktoré prípadne s členom meracím a smerovým určí poruchový stav a v závislosti od nastavených časov bude vypínať ochrany. Medzi stupňovité ochrany patria nadprúdové a dištančné ochrany.

Nadprúdové ochrany pracujú na jednoduchom princípe a využívajú sa, ako záložné alebo pri VN vedeniach a menej dôležitých vedeniach nižších napät'ových úrovní ako hlavné. Ako už z názvu vyplýva ochrana reaguje na zvýšené hodnoty prúdu nad hodnotu nastaveného rozbehového prúdu  $I_r$ , pri preťažení vedení alebo skratoch.

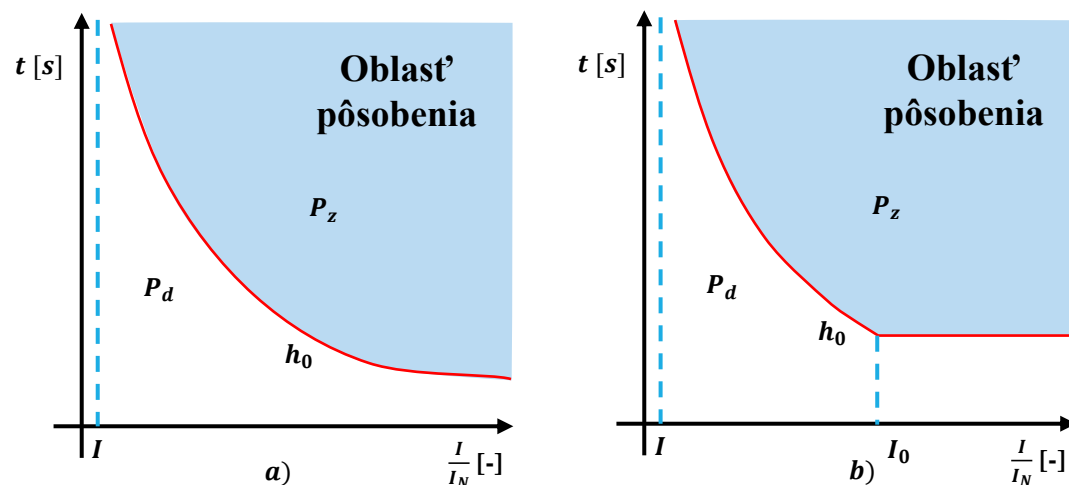


# Teória ochrán – nadprúdové ochrany

Časovo závislá – má klesajúcu závislosť podobnú poistkám, podľa rovnice  $t = K/(I/I_N - I)$  pre  $I/I_N > I$  a  $t = \infty$  pre  $I/I_N \leq I$ .

Polozávislá – má charakteristiku rovnakú do veľkosti  $I_0$ . Pre väčšie prúdy  $I/I_N > I_0$  už má konštantnú dobu pôsobenia a nezávisí od zmeny prúdu.

$P_d$  - dovolená oblasť;  $P_z$  - zakázaná oblasť;  $h_0$  - hranica pôsobenia



Obr. 1 Charakteristika rýchlosti pôsobenia a) časovo závislá; b) polozávislá

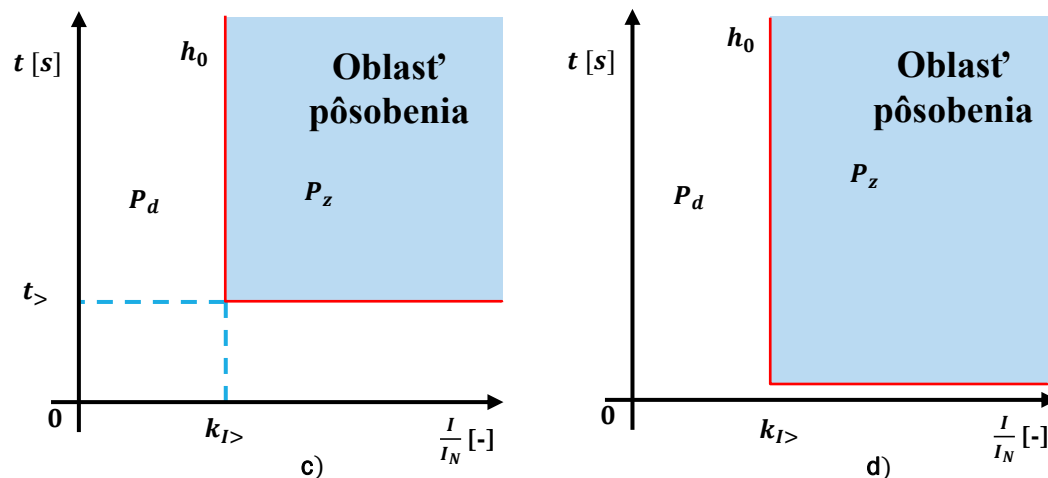


# Teória ochrán – nadprúdové ochrany

**Časovo nezávislá** – pôsobí podľa nastaveného času  $t >$  pri dosiahnutí prúdu  $kI >$ . Pre väčšie prúdy  $I/I_N > kI >$  už má konštantnú dobu pôsobenia a nezávisí od zmeny prúdu.

**Okamžitá** – pôsobí pri prekročení nastaveného prúdu  $kI >$  skoro bez oneskorenia. Oneskorenie predstavuje reakčný čas ochrany do 10 ms.

$P_a$  - dovolená oblasť;  $P_z$  - zakázaná oblasť;  $h_0$  - hranica pôsobenia;  $t >$  - časové oneskorenie;  $kI >$  - prúdové vysunutie



Obr. 2 Charakteristika rýchlosti pôsobenia c) časovo nezávislá; d) okamžite pôsobiaca



# *Teória ochrán – nadprúdové ochrany*

Pri nastavovaní jednotlivých časoch sa vychádza všeobecne z predpokladu, kde najvzdialenejšia ochrana vypína najrýchlejšie, pre ktorú platí rovnica  $t_2 = t_1 + \Delta t$ . Koordinačný časový interval  $\Delta t$  závisí na vyhotovení časového relé a vypínača, pričom najčastejšie je v intervale 0,2 až 0,5 s. Pričom netreba zabúdať na prúdové nastavenie relé tak, aby sa ochrany vzájomne záložovali. K správne nastaveniu rozbehových prúdov  $I_r$  potrebujem poznať prúdové pomery skratových prúdov, preťaženií a menovitých prúdov. Veľkosť skratových prúdov sa môže líšiť pre rôzne časy prevádzky. Z týchto dôvodov je potrebné poznať maximálny a minimálny skratový prúd.

*Pri zmene schémy siete je potrebné preveriť či dané nastavenie ochrán vyhovuje a v prípade potreby je možné využiť inú sadu nastavenia ochrany, keďže digitálne ochrany majú štandardne 4 sady, medzi ktorými je možné prepínať.*



# Nastavenie nadprúdových ochrán

## Určenie veľkosti časového koordinačného intervalu $\Delta t$ :

- maximálnymi chybami časového relé,
- dobou vypnutia výkonových vypínačov,
- záložným bezpečnostným časom, ktorý sa volí cca 0,1 s.

## Nastavenie rozbehového prúdu $I_r$ :

- rozbehový prúd relé  $I_r$  musí byť väčším ako  $I_n$ :

$$I_r \geq I_n * \frac{k_b}{k_p * p_i} \quad (8)$$

kde  $k_b$  je koeficient bezpečnosti a vyberá sa z intervalu 1,1 až 1,35

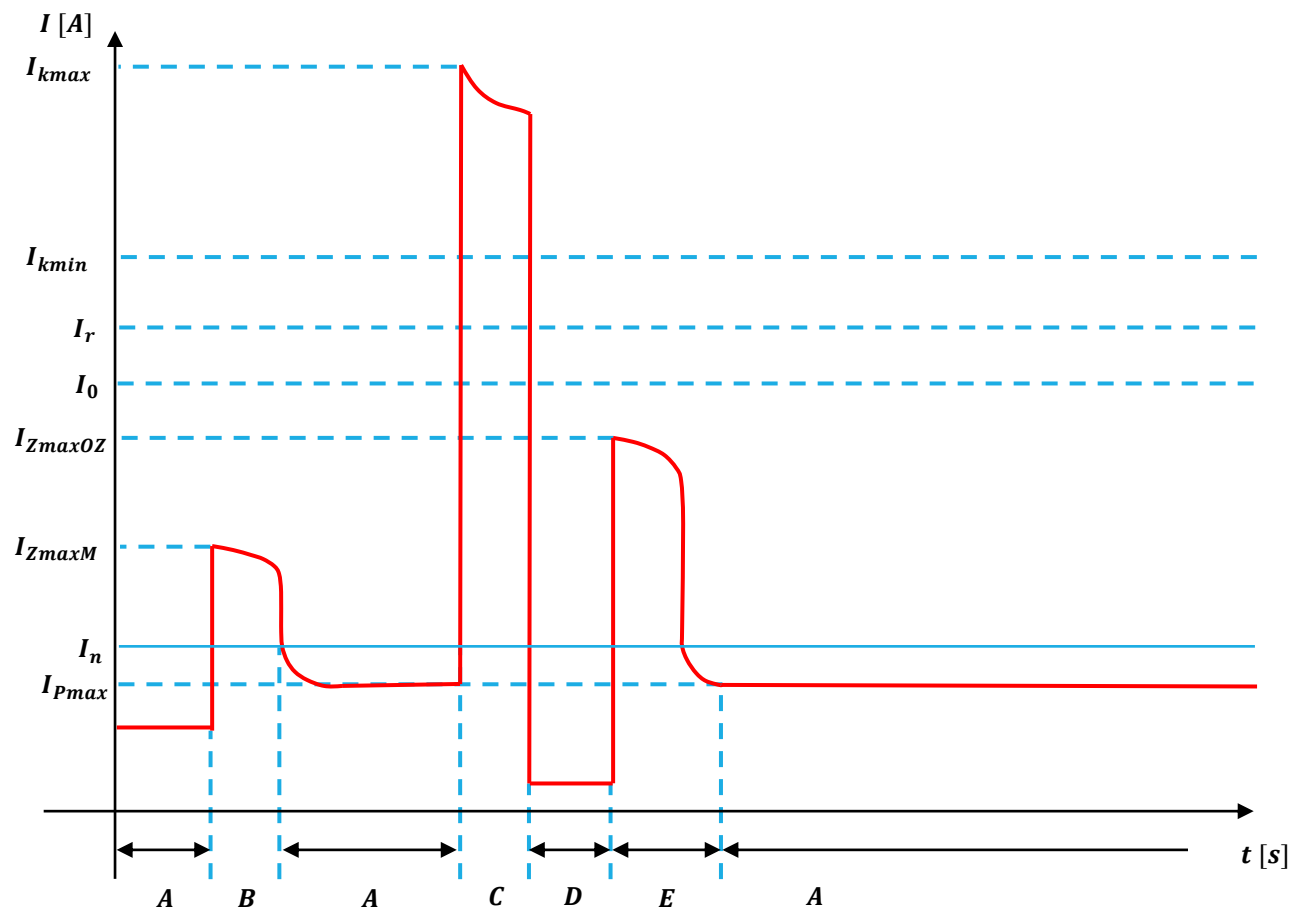
$k_p$  je prídržný pomer relé a je udávaný výrobcovi v rozsahu 0,94 až 0,98

$p_i$  je menovitý prevod prúdových transformátorov.





$I_{kmax}$  – maximálny skratový prúd (3f);  $I_{kmin}$  – minimálny skratový prúd;  
 $I_r$  – rozbehový prúd;  $I_0$  – odpadový prúd;  $I_{zmaxOZ}$  – maximálny zapínací prúd pre opätovné zapínanie;  $I_{zmaxM}$  – maximálny rozbehový prúd motorov;  $I_n$  – nominálny prúd;  $I_{pmax}$  – maximálny prevádzkový prúd



Obr. 3 Prúdové pomery pri rôznych prevádzkových a poruchových stavoch



# Nastavenie nadprúdových ochrán

Ďalej rozbehový prúd nadprúdového relé musí byť menší ako minimálny vypočítaný skratový prúd  $I_{k2fmin}$  na konci záložného úseku.

$$I_r \leq I_{k2fmin} * \frac{1}{k_c * p_i} \quad (9) \quad k_c = \frac{I_{k2fmin}}{I_r * p_i} \quad (10)$$

kde  $k_c$  je koeficient citlivosti najmenej pre okamžité pôsobiacce 2 a ostatné 1,5.

$p_i$  je menovitý prevod prúdových transformátorov.

V prípade, že koeficient citlivosti  $k_c$  vyjde menší ako 1,5 u nadprúdových nezávislých časových ochrán, potom sa citlivosť ochrany zvýši tak, že znížime hodnotu rozbehového prúdu  $I_r$ . Týmto prestavením ochrany bude rozbiehať pri nižších prúdoch.



# *Nastavenie nadprúdových ochrán*

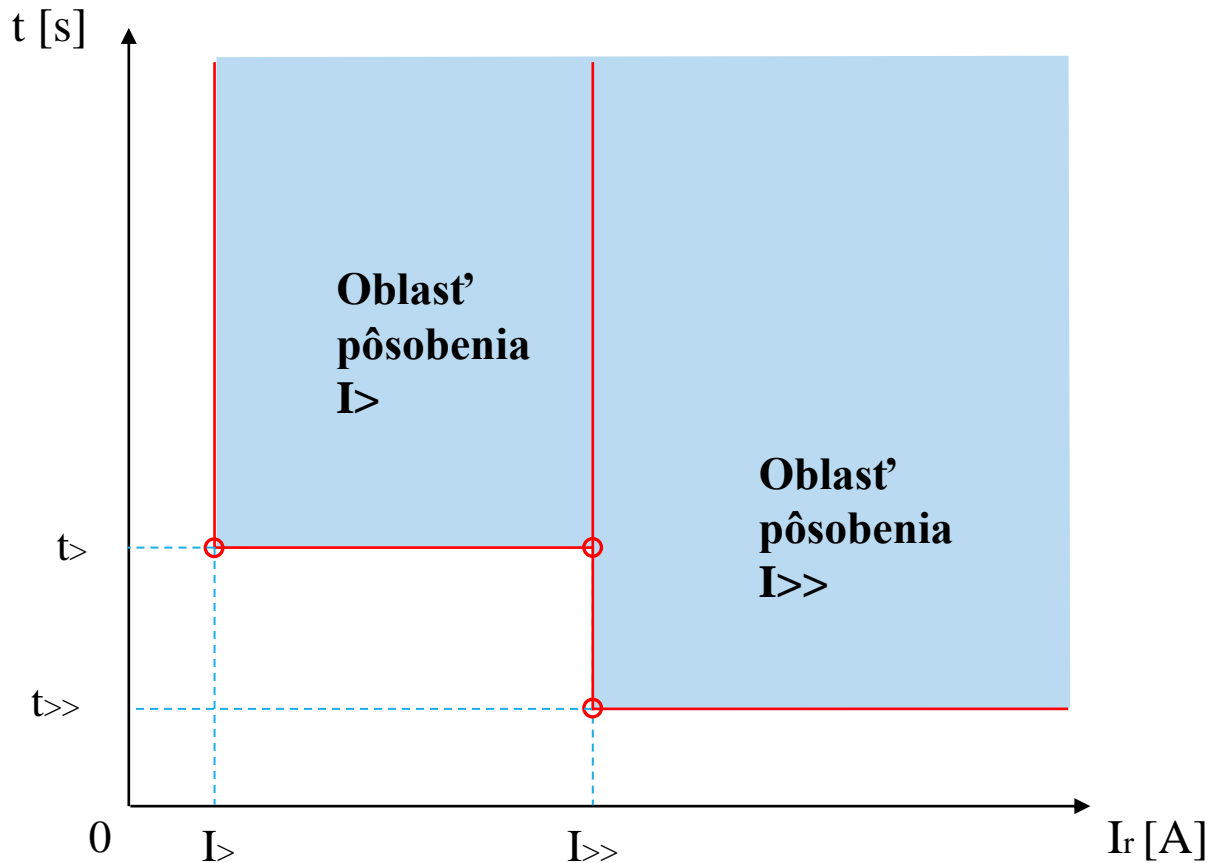
Trojfázový skratový prúd je spravidla najväčší. V prípade skratu v blízkosti transformátora s uzemneným uzlom alebo uzemňovacím transformátorom môže byť jednofázový skratový prúd väčší ako trojfázový. Platí to hlavne pre transformátory so zapojením Yz, Dy a Dz pre uzemnenie vinutia y alebo z na strane nižšieho napätia transformátora. Z tohto dôvodu sa pri výpočte rozbehových skratových prúdov počíta s dvojfázovým skratovým prúdom.

Keďže elektrické zariadenia sa dimenzujú na najvyšší skratový prúd, pričom vo väčšine prípadov je to práve trojfázový skratový prúd. Na rozdiel od vonkajších vedení sa u káblových vedení vyskytujú skoro vo všetkých prípadoch trojfázové skraty, pričom oblúk poruší izoláciu všetkých troch fáz. Dvojfázové skraty na vedeniach môžu spôsobiť zvýšené namáhanie pre jednofázové transformátory, ktoré sa spájajú s trojfázovými prípojnícami.



# Charakteristika nadprúdovej ochrany

$t_{>}$  - časové oneskorenie pre preťaženie;  $t_{>>}$  - časové oneskorenie pre skraty;  $I_{>}$  - prúdové vysunutie pre preťaženie;  $I_{>>}$  - prúdové vysunutie skratové



# *Teória PTP*



# Teória PTP – nadprúdové číslo

Menovitý prevod  $k_I$  prístrojového transformátora prúdu je pomer menovitého primárneho prúdu  $I_{1n}$  k menovitému sekundárnemu prúdu  $I_{2n}$ , teda:

$$k_I = \frac{I_{1n}}{I_{2n}} \quad (11)$$

Označme  $\Delta I$  priemet fázora prúdu  $\dot{I}_2$  od fázora prúdu  $\dot{I}_1$ . Tento prúd  $\Delta I$  predstavuje absolútnu prúdovú chybu PTP a je daný vzťahom:

$$\Delta I = k_I * I_2 - I_1 \quad (12)$$

Relatívna prúdová chyba  $\varepsilon_I$  je daná vzťahom:

$$\varepsilon_I = \frac{\Delta I}{I_1} * 100 = \frac{k_I * I_2 - I_1}{I_1} * 100 \quad (13)$$



# Teória PTP – nadprúdové číslo

Skutočná hodnota vonkajšieho bremena  $Z_s$ , ktoré je dané súčtom impedancií prístrojov a prívodov pripojených na sekundárne svorky transformátora prúdu. Teda záťaž nemôže prekročiť nominálny prúd  $I_{2s}$ .

$$U_{2s} = Z_s * I_{2s} \rightarrow Z_s = \frac{U_{2s}}{I_{2s}} \quad (14)$$

Menovité bremeno  $Z_n$  transformátora prúdu je impedancia, ktorú je možné pripojiť na sekundárne svorky PTP, pričom sa neprekróčí dovolená chyba prúdu v meracom rozsahu.

$$Z_n = \frac{S_n}{I_{2n}^2} \quad (15)$$

Nadprúdový činiteľ  $n$  istiaceho transformátora prúdu je definovaný ako  $n$ -násobok menovitého primárneho prúdu  $I_{1n}$ , pri ktorom celková chyba transformátora prúdu dosiahne stanovenú hodnotu 5 % alebo 10 % (trieda presnosti PTP 5P alebo 10P).



# Teória PTP – nadprúdové číslo

Menovité nadprúdové číslo  $n_n$  prístrojového transformátora prúdu je  $n_n$ -násobok menovitého primárneho prúdu  $I_{1n}$ , pri ktorom relatívna chyba sekundárneho prúdu  $I_2$  dosiahne hodnotu  $\varepsilon_I = -10\%$  z celkového sekundárneho prúdu, ak je PTP zaťažený menovitým bremenom  $Z_n$ , pri menovitom sekundárnom účinníku  $\cos \beta_n = 0,8$  indukčných a pri menovitej frekvencii  $f_n$ .

$$n_n \cong n_s * \frac{Z_s}{Z_n} \rightarrow n \cong n_n * \frac{Z_n}{Z} \text{ alebo } n_n * \frac{S_n}{S} \quad (16)$$

Hodnota primárneho prúdu, pri ktorom chyba sekundárneho prúdu dosiahne  $-10\%$ .

$$I_1' = n_s * I_{1n} \quad (17)$$

Skutočnú hodnotu nadprúdového čísla určíme zo vzťahu:

$$n_s = \frac{I_1'}{I_{1n}} \cong n_n * \frac{Z_n}{Z_s} \quad (18)$$





# Teória PTP – nadprúdové číslo

**Celkové bremeno**  $\dot{Z}_c$ , ktoré je dané fázorovým súčtom vonkajšieho a vnútorného bremena transformátora prúdu:

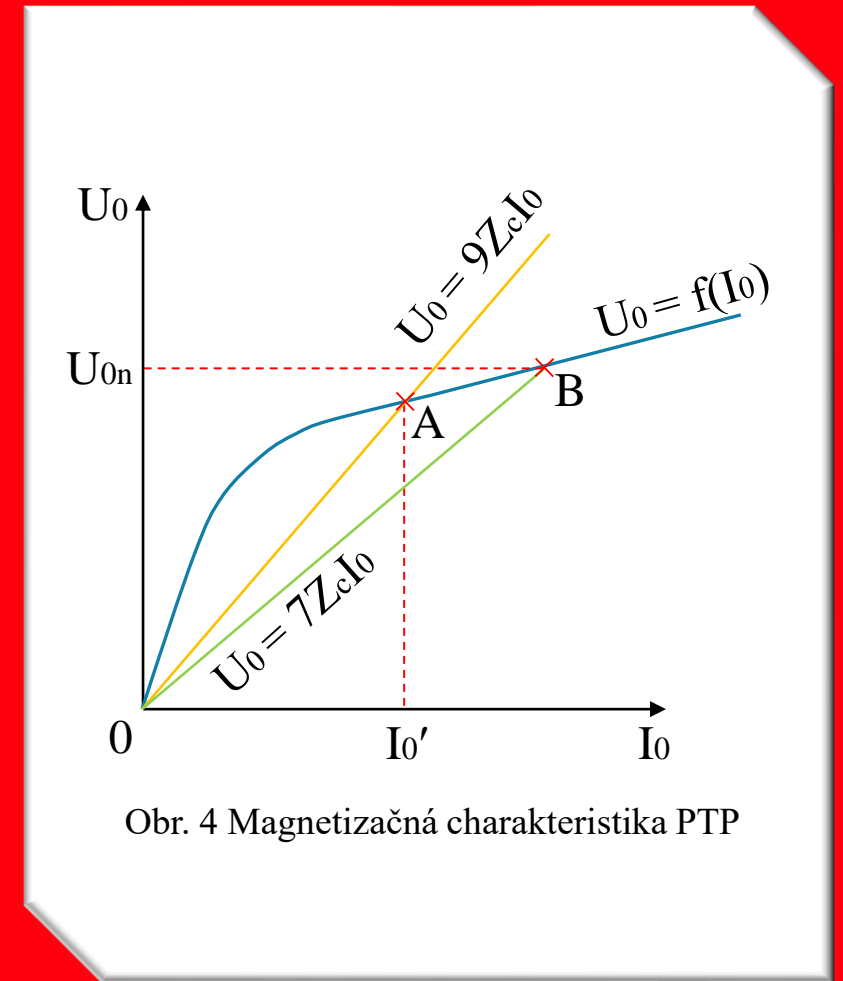
$$\dot{Z}_c = \dot{Z} + \dot{Z}_i = \sqrt{(Z_n * \cos \beta + R_2)^2 + (Z_n * \sin \beta + R_2 * \tan \beta_i)^2} \quad (19)$$

Zostrojíme priamku so smernicou  $U_0/I_0 = 9 * Z_c$ , ktorá prechádza počiatkom súradnicového systému. Táto priamka pretne charakteristiku naprázdno v bode A. Horizontálna súradnica bodu A je veľkosť hľadaného prúdu  $I_0'$ , ktorý je potrebný na stanovenie nadprúdového čísla:

$$n = \frac{I_0'}{0,1 * I_{2n}} = 10 * \frac{I_0'}{I_{2n}} \quad (20)$$

Tento spôsob však má svoje obmedzenia, a preto sa nadprúdové číslo určí podľa bodu B, ktorý je určený ako priesečník charakteristiky a priamky so smernicou  $U_0/I_0 = 7 * Z_c$ . Vertikálna súradnica bodu B je hľadané napätie  $U_{0n}$ . Nadprúdové číslo sa určí zo vzťahu:

$$n = \frac{U_{0n}}{0,9 * I_{2n} * Z_c} \quad (21)$$



# Teória PTP – nadprúdové číslo

Určovať hodnoty  $U_{lim}$ ,  $I_{lim}$  z definície podľa relatívnej prúdovej chyby je náročné. Hodnoty  $U_{lim}$  a  $I_{lim}$  určujú o koľko má byť predimenzovaný magnetický obvod transformátora prúdu oproti normálnemu vyhotoveniu, aby sa nepresýtil jednosmernou zložkou striedavého prúdu:

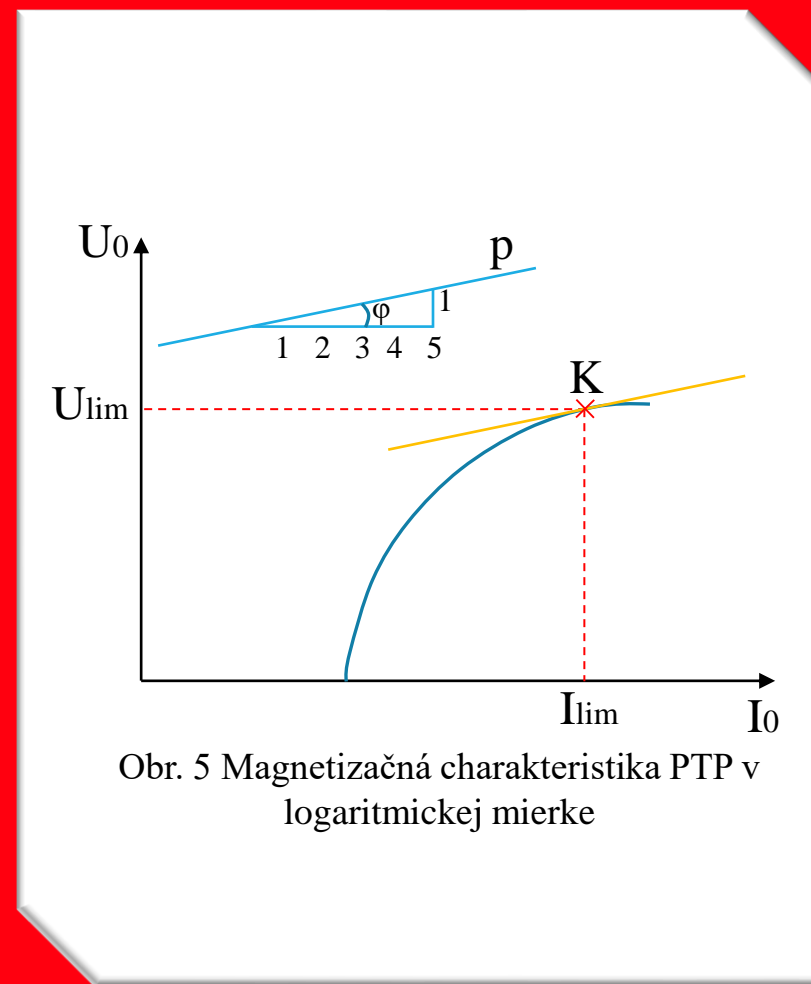
$$U_{lim} > n_n * \left( \frac{S_n}{I_{2n}} + R_2 * I_{2n} \right) \quad (22)$$

a veľkosť limitného prúdu:

$$I_{lim} > n_n * I_{2n} * \delta \quad (23)$$

Označme zložku prúdu  $\Delta I_q$ , ktorá je priemetom fázora  $\dot{I}_0$  kolmo na fázor primárneho prúdu  $\dot{I}_1$ . Táto zložka prúdu v pomerných hodnotách predstavuje uhlovú chybu PTP a je daná vzťahom:

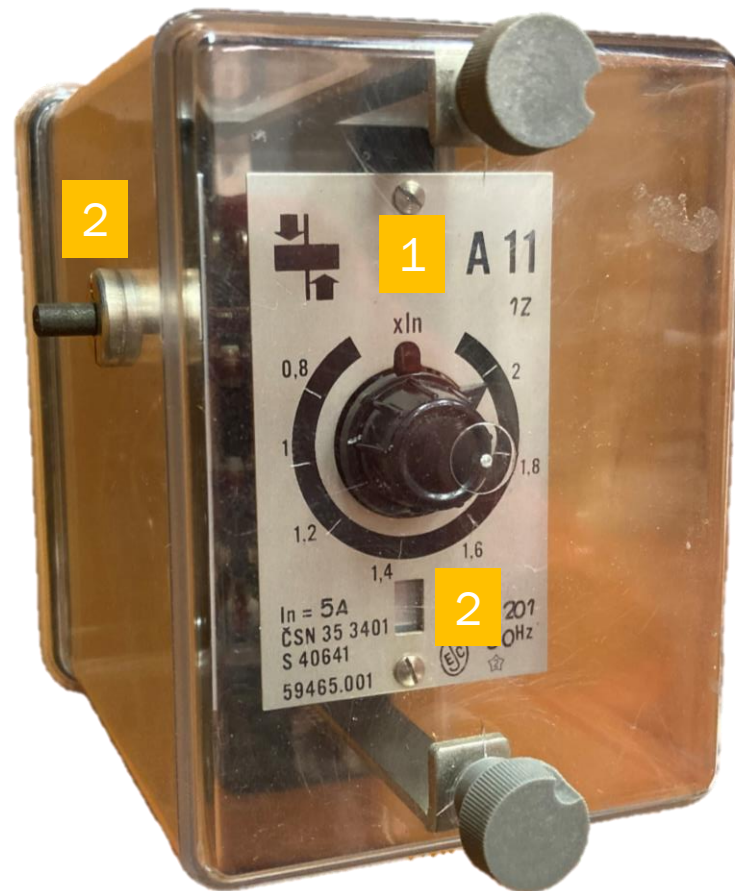
$$\delta = \frac{\pi}{180} * \delta_{st} = \tan \delta_{st} = \frac{\Delta I_q}{I_1} \quad (24)$$



# *Popis ochranných relé*



# Nadprúdové relé A11



1 Stupnica s otočným prepínačom 4-10A

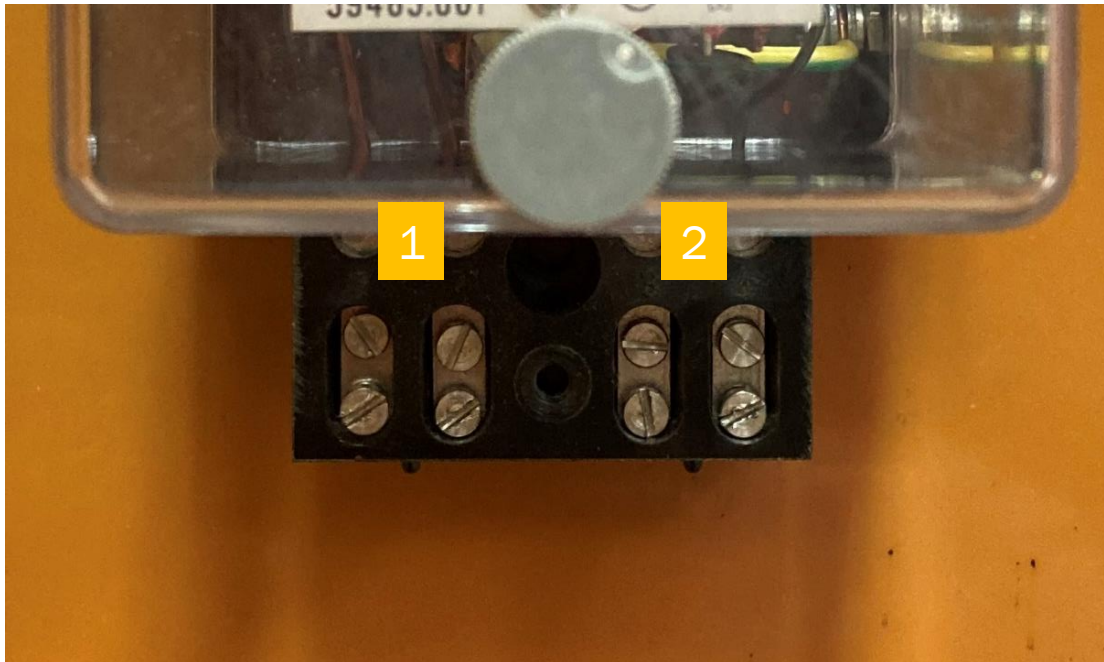
2 Tlačidlo resetovania signalizácie stavu



# Nadprúdové relé A11

1 Napájacie vstupy (1; 2)

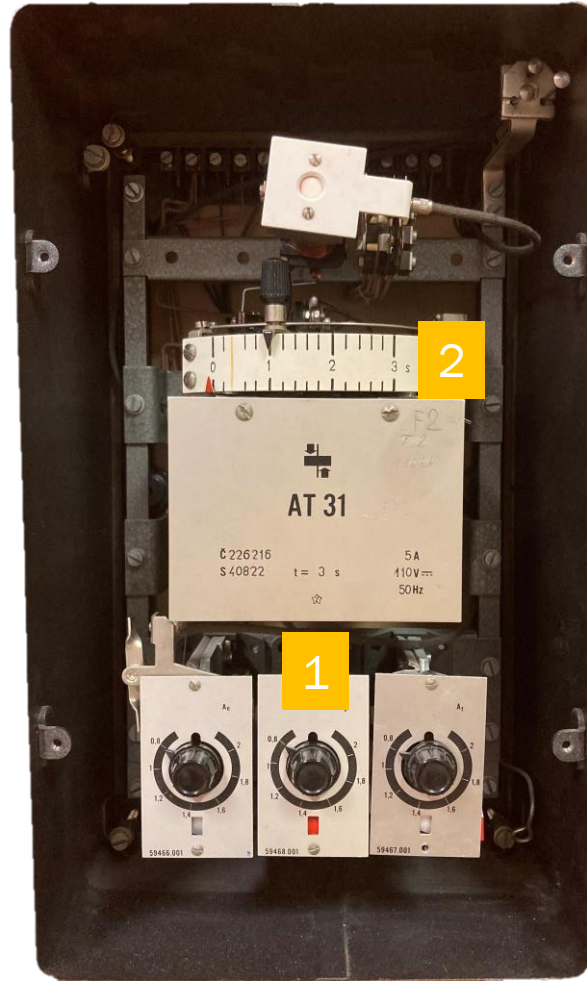
2 Výstupy relé (3; 4)



# Nadprúdové nezávislé relé AT 31

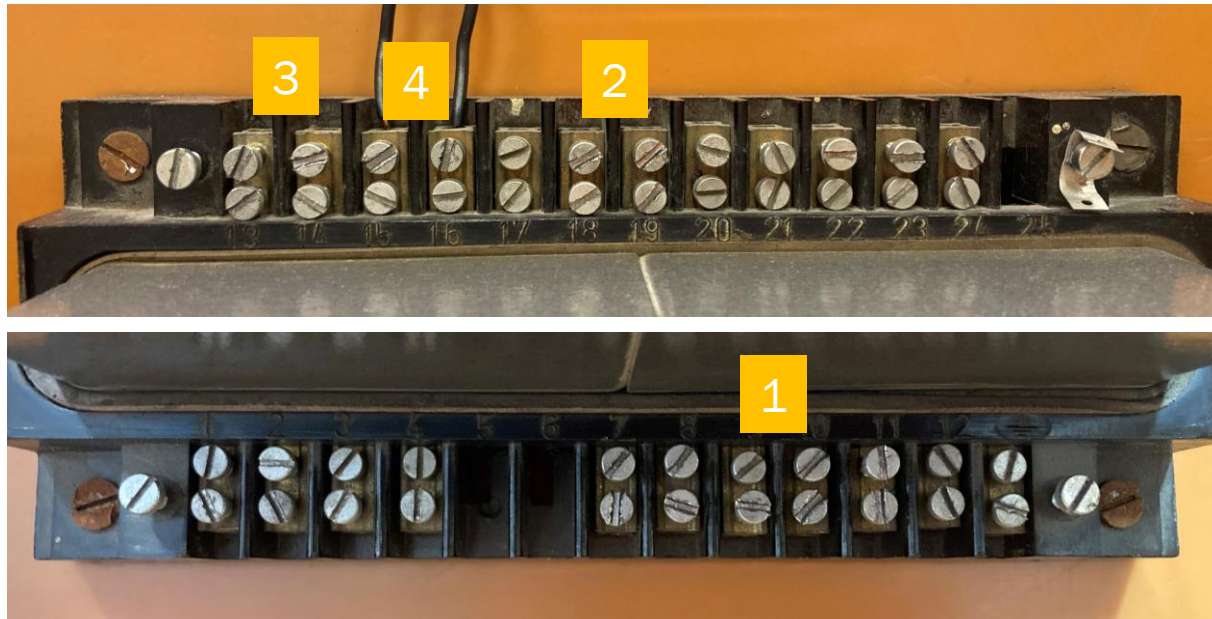
1 Stupnica s otočným prepínačom 4-10A, pre tri nadprúdové rozbehové články AR(L1), AS(L2) a AT(L3).

2 Stupnica s otočným prepínačom 0-3s, ktorá pozostáva z mechanického časového článku.



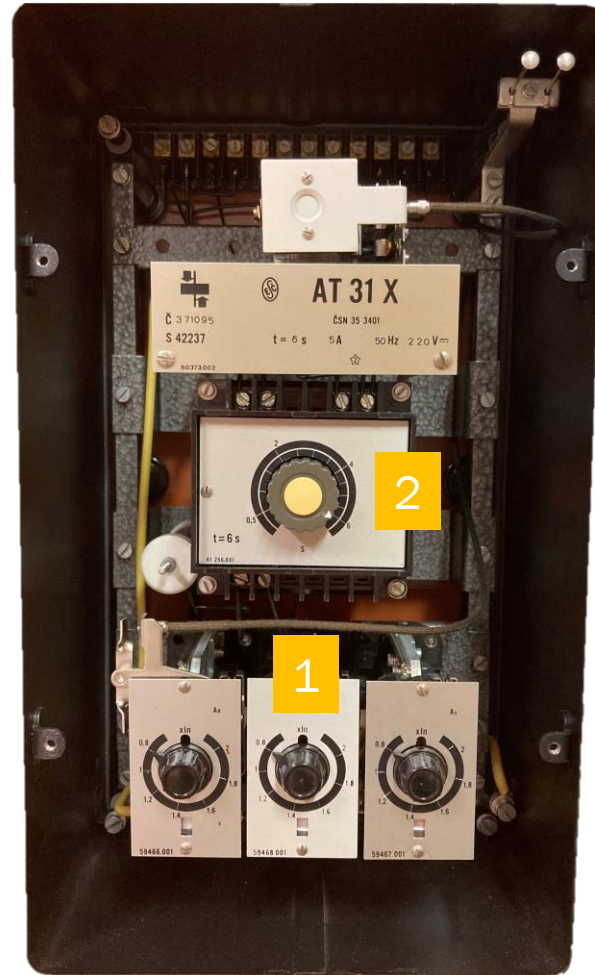
# Nadprúdové nezávislé relé AT 31

- 1 Napájacie vstupy striedavé (7; 10), (8;11), (9;12)
- 2 Výstupy relé (18; 19)
- 3 Napájacie vstupy jednosmerné 110V (13; 15)
- 4 Napájanie časového člena (14; 16)



# *Nadprúdové nezávislé relé AT 31X*

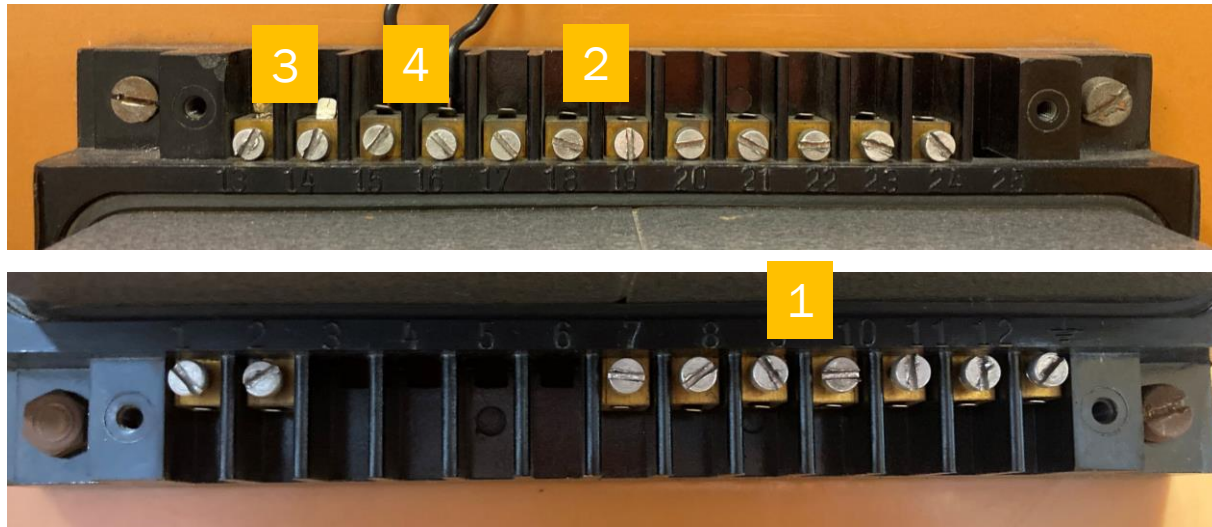
- 1 Stupnica s otočným prepínačom 4-10A, pre tri nadprúdové rozbehové články AR(L1), AS(L2) a AT(L3).
- 2 Stupnica s otočným prepínačom 0,5-6s, ktorá pozostáva z elektronického časového článku.



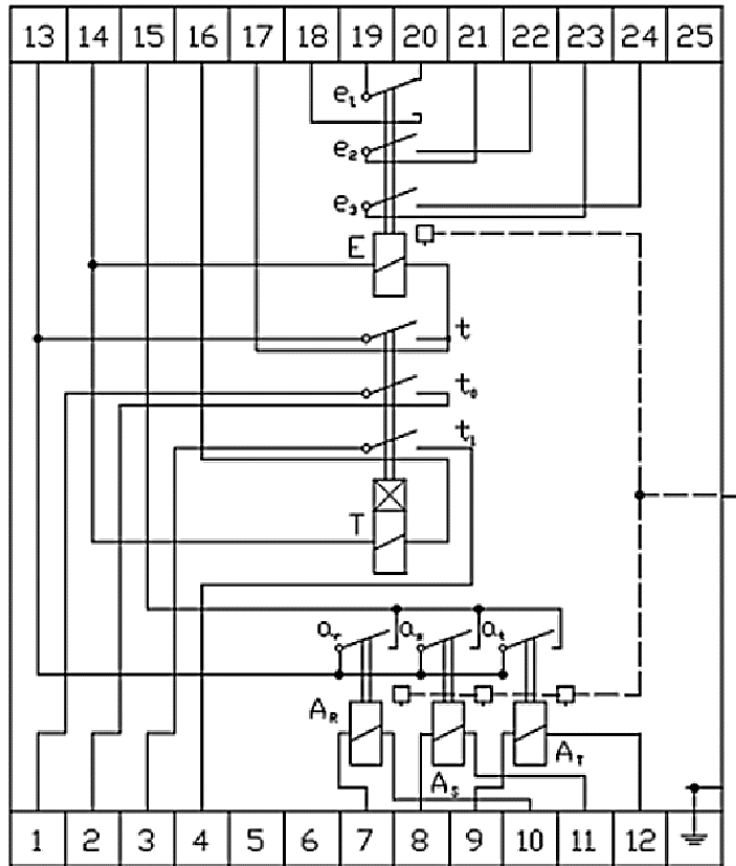


# Nadprúdové nezávislé relé AT 31X

- 1 Napájacie vstupy striedavé (7; 10), (8;11), (9;12)
- 2 Výstupy relé (18; 19)
- 3 Napájacie vstupy jednosmerné 110V (13; 15)
- 4 Napájanie časového člena (14; 16)



# Nadprúdové nezávislé relé AT31/AT31X

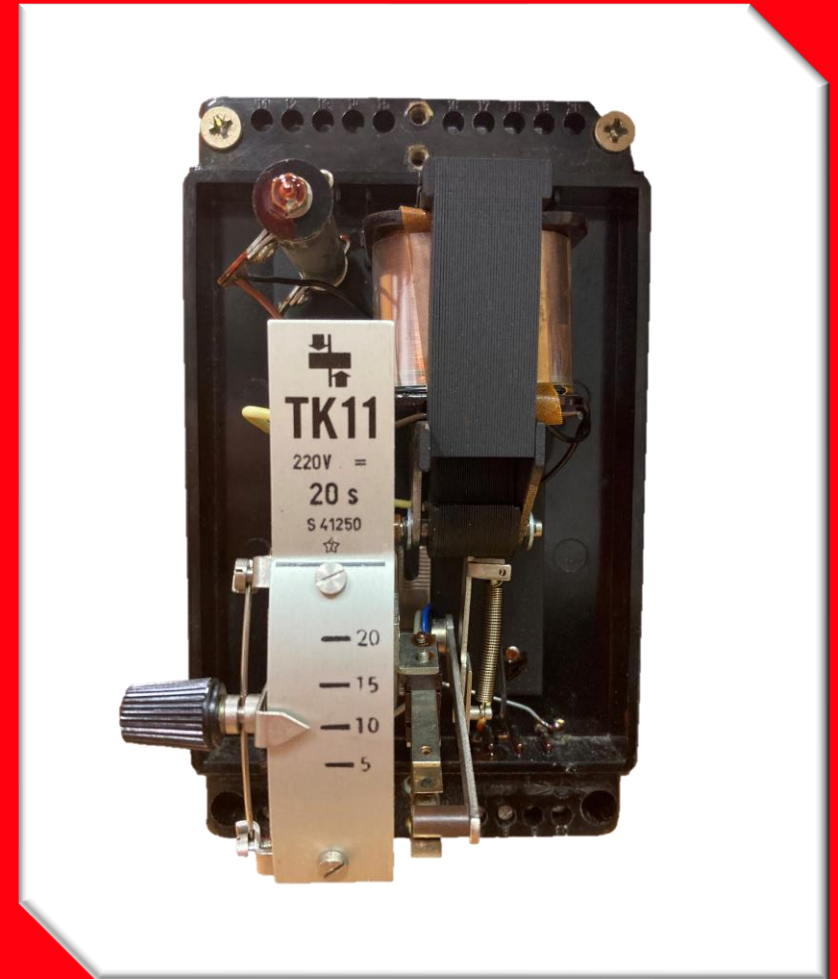
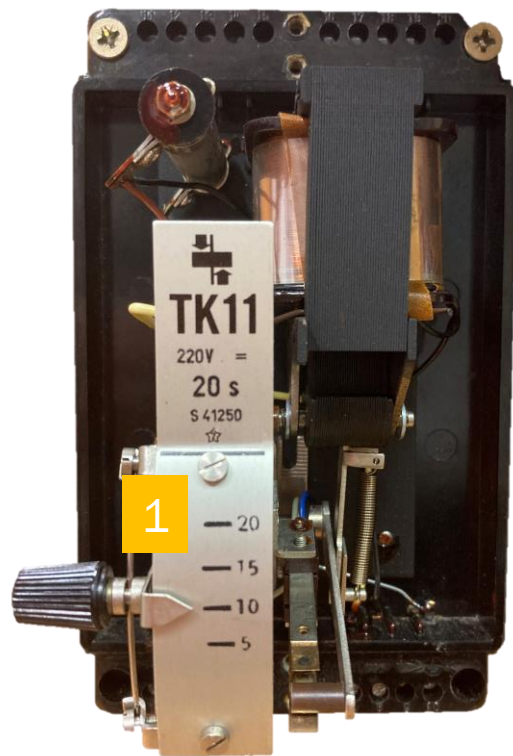


Obr. 6 Vnútorné zapojenie ochrany AT31/AT31X



# Časové relé Tk/TK11

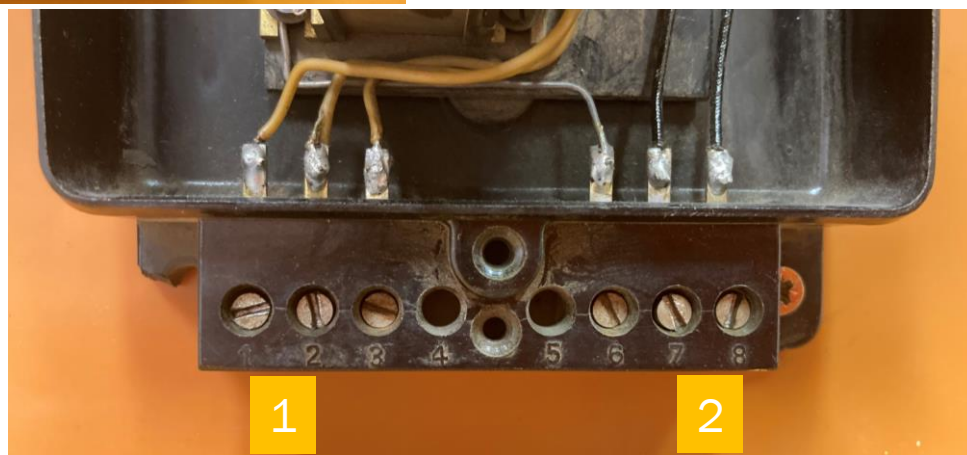
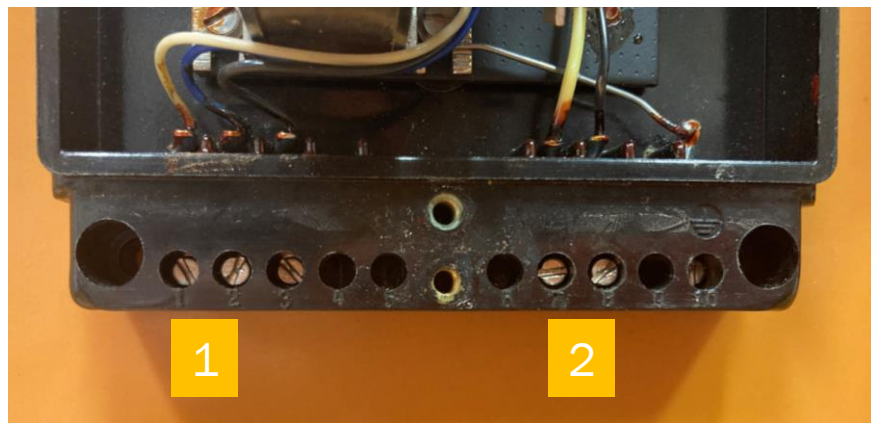
- 1 Stupnica s posuvným prepínačom 5-20s, ktorá pozostáva z mechanického časového článku.



# Časové relé Tk/TK11

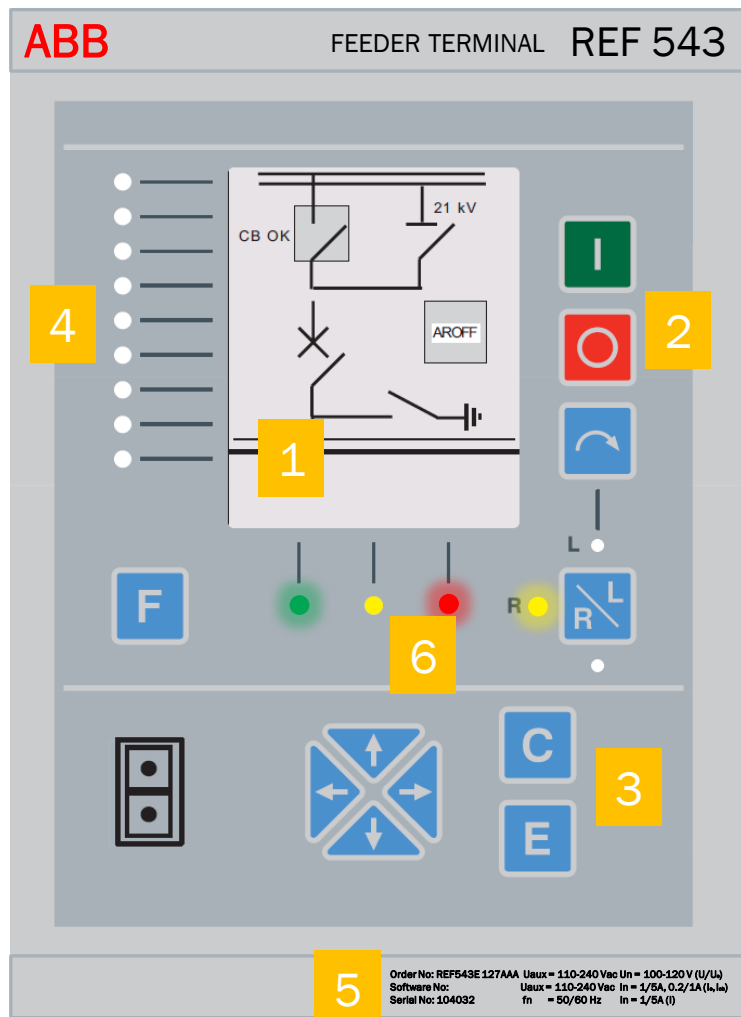
1 Napájacie vstupy (1; 2)

2 Výstupy relé (7; 8)



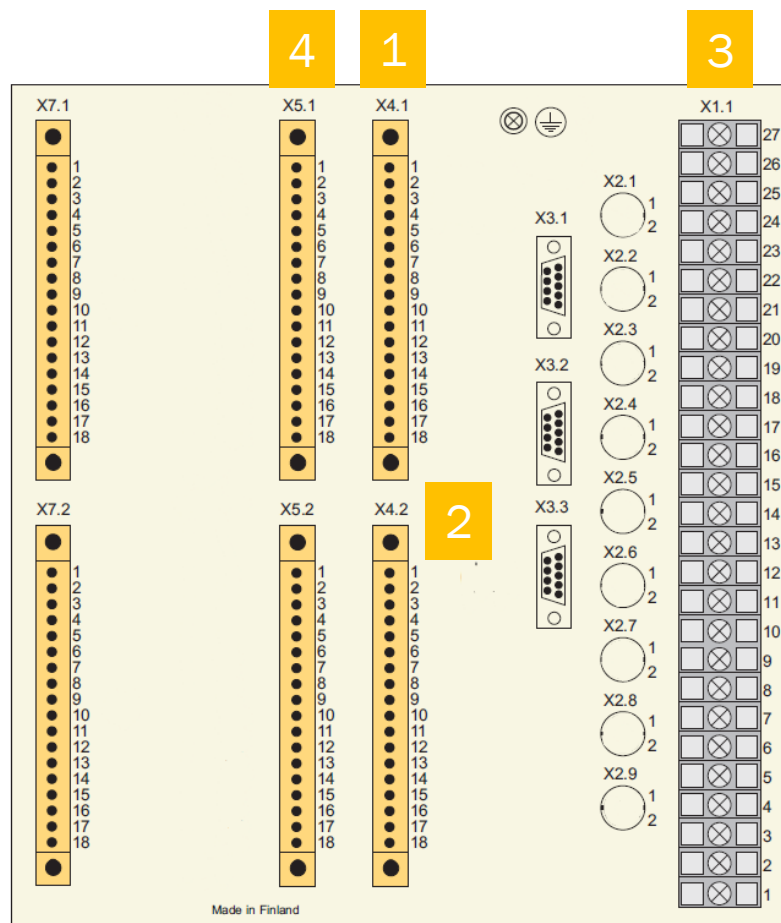
# Vývodová ochrana REF

- 1 LCD displej s grafickým rozhraním
- 2 Ovládací prvky pro manipulaci v schémě
- 3 Tlačítka pro pohyb v menu
- 4 Programovatelné LED diody pro signalizaci a alarmy
- 5 Popis ochrany, napájecí napětí a atd.
- 6 Výstražná signalizace stavu



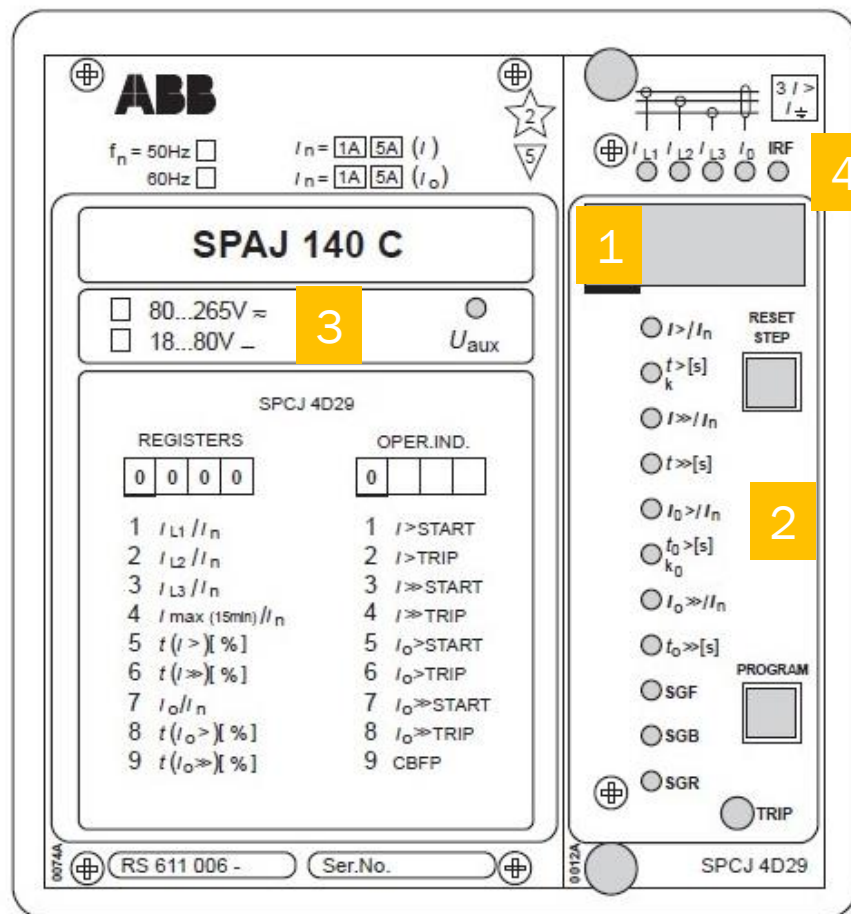
# Vývodová ochrana REF

- 1 Napájacia a spínacia lišta
- 2 Lišta spínacích prvkov
- 3 Lišta prúdových a napät'ových vstupov
- 4 Lišta logických vstupov

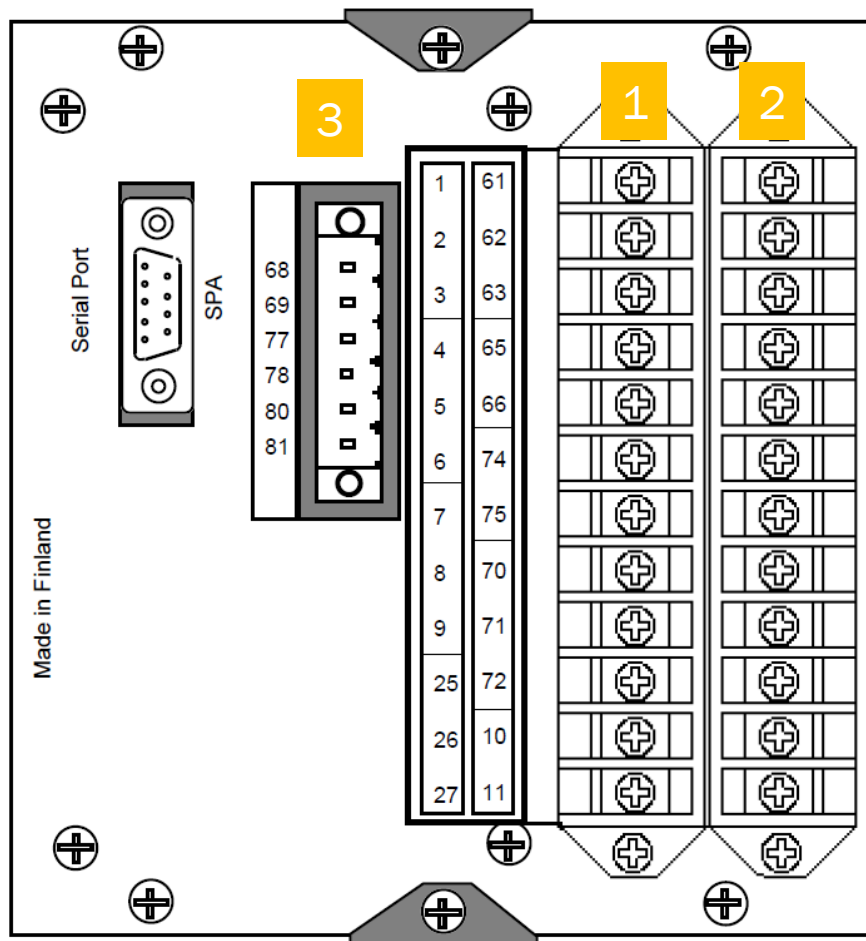


# Nadprúdová ochrana SPAJ

- 1 Sedemsegmentový displej
- 2 Ovládacie tlačidlá
- 3 Napájacie napätie
- 4 LED signalizácia stavov



# Nadprúdová ochrana



1 Lišta prúdových a napät'ových vstupov

2 Napájacia a spínacia lišta

3 Lišta logických výstupov





*Vzorový výpočet  
nadprúdová ochrana*



# Nadprúdová ochrana

*%Impedancia sieťového napájača*

$$Z_{1siet} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot I_{k3siet}} = \frac{22e3}{\sqrt{3} \cdot 3.2328e3} = 3.929\Omega$$

*% Nominálny prúd vetvy*

$$I_N = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_{n1}} = \frac{1000e3}{\sqrt{3} \cdot 22e3} = 26.2432 \text{ A}$$

*%Impedancia káblového vedenia*

$$X_l = 0.14\Omega/\text{km}$$

$$Z_{lvedenia} = l \cdot X_l = 1 \cdot 0.14 = 0.14\Omega$$

*%Impedancia transformátora*

$$u_r = \frac{dPk}{S_n} = \frac{9500}{1000000} = 0.0095$$

$$R_t = \frac{(u_r \cdot U_{n2}^2)}{S_n} = \frac{(0.0095 \cdot 400^2)}{1000000} = 0.0015\Omega$$

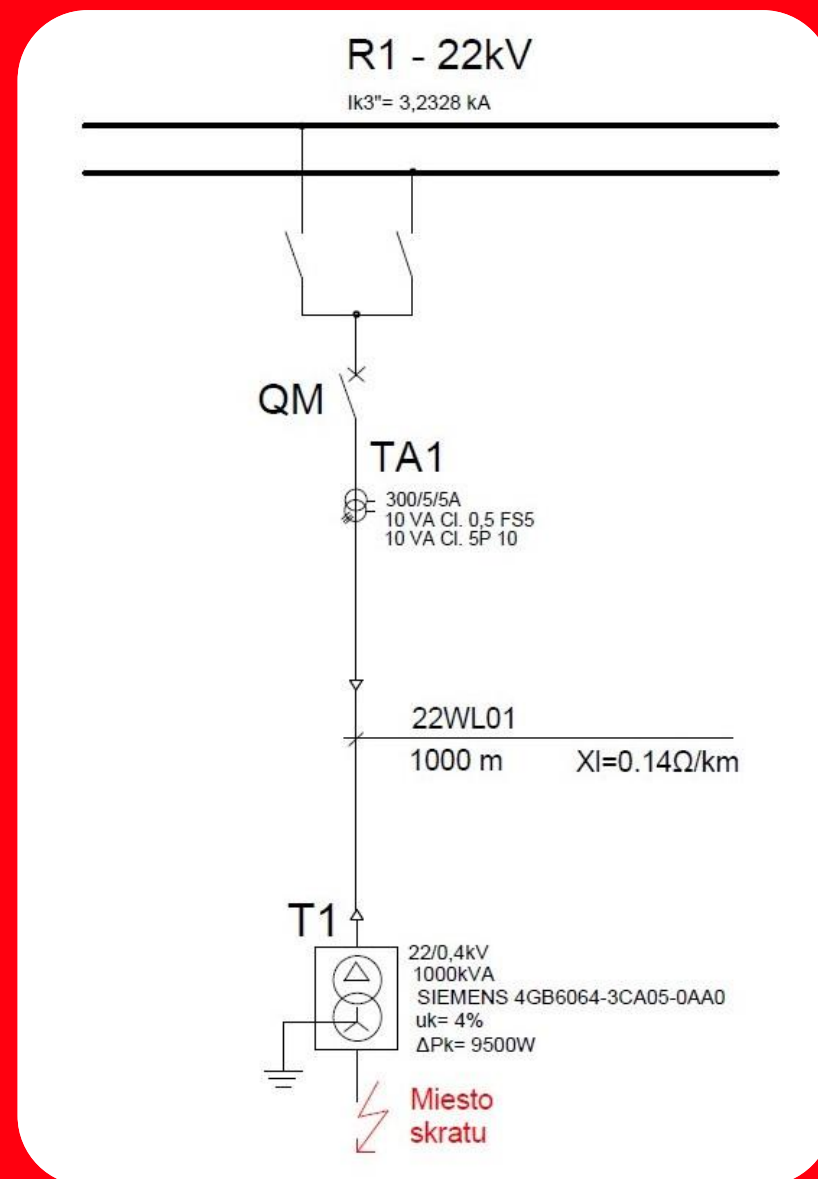
$$u_x = \sqrt{u_k^2 - u_r^2} = \sqrt{0.04^2 - 0.0095^2} = 0.0389$$

$$X_t = \frac{(u_x \cdot U_{n2}^2)}{S_n} = \frac{(0.0389 \cdot 400^2)}{1000000} = 0.0062\Omega$$

$$K_{t2} = \frac{0.95}{(1 + 0.6 \cdot (X_t / (U_{n2}^2 / S_n)))} = \frac{0.95}{(1 + 0.6 \cdot (0.0062 / (400^2 / 1000000)))}$$

$$= 0.9284$$

$$Z_{1T1} = K_{t2} \cdot (R_t + 1j \cdot X_t) = 0.9284 \cdot (0.0015 + 1j \cdot 0.0062) = 0.0014 + j0.0058\Omega$$



Obr. 7 Ukázkové zadanie

# Nadprúdová ochrana

*% Výpočet skratového prúdu*

$$Z_{1skrat} = Z_{1siet} + Z_{1vedenia} + abs(Z_{1T1}) =$$

$$= 3.929 * (0.4/22)^2 + 0.14 * (0.4/22)^2 + 0.006 = 0.0073 \Omega$$

$$I_{k3R1} = U_n / (\sqrt{3} * abs(Z_{k1})) = 400 / (\sqrt{3} * abs(Z_{1skrat})) = 31.694 \text{ kA}$$

$$I_{k2R1} = \sqrt{3} / 2 * I_{k3R1} = \sqrt{3} / 2 * 31.694 = 27.448 \text{ kA}$$

*% Prepočet skratového prúdu na 22kV stranu transformátora*

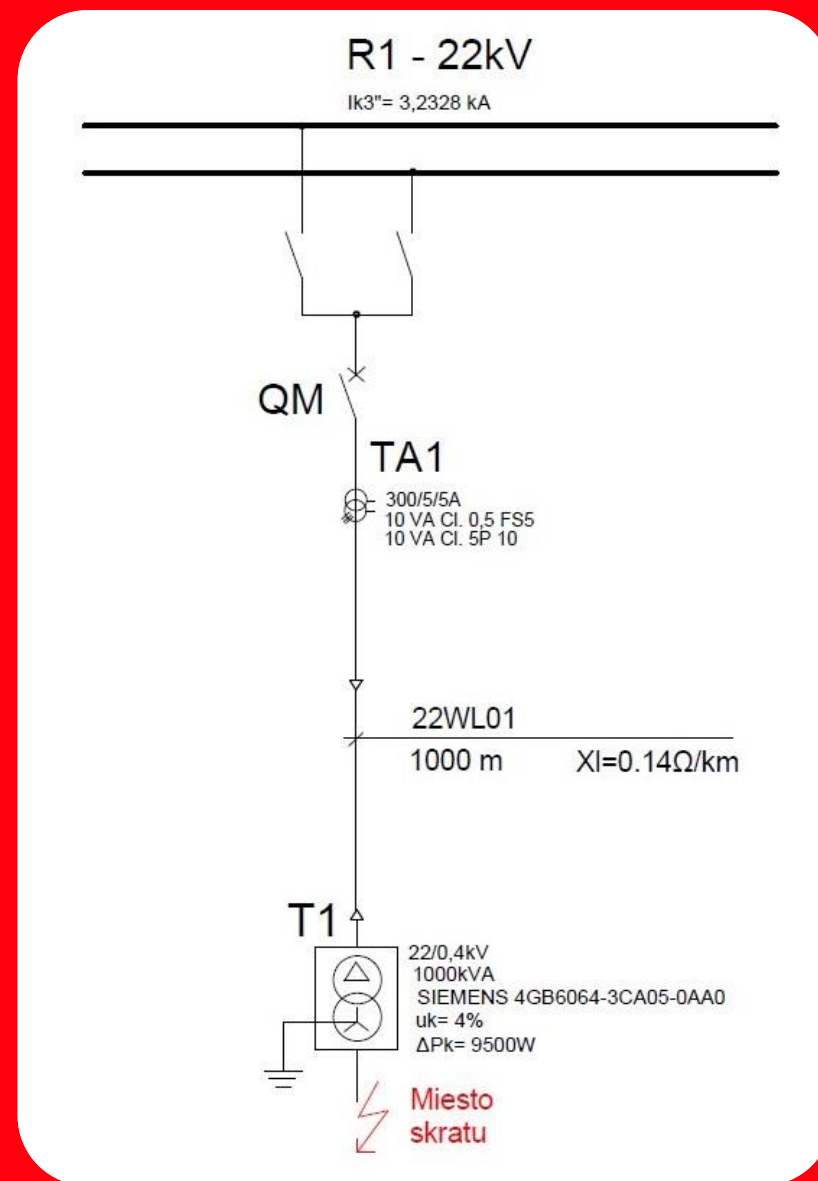
$$I_{k2R122} = I_{k2R1} * (0.4/22) = 499.0473 \text{ A}$$

*% Výpočet rozbehového prúdu ochrany pre pret'aženie*

$$I_{>} = (k_b * I_N) / (k_p * p_p) = (1.1 * 26.2432) / (0.95 * 300/5) = 0.5064 \text{ A}$$

*% Výpočet rozbehového prúdu ochrany pre skraty*

$$I_{>>} = (0.8 * I_{k2R122}) / (k_c * p_p) = (0.8 * 499.0473) / (1.5 * 300/5) = 4.436 \text{ A}$$



Obr. 7 Ukázkové zadanie

# Nadprúdová ochrana

*%Hodnota rozbehového prúdu ochrany pre preťaženie*

$$I_{>} \leq I_{R>}$$

$$0.5064A \leq I_{R>}$$

$$I_{R>} = 1A$$

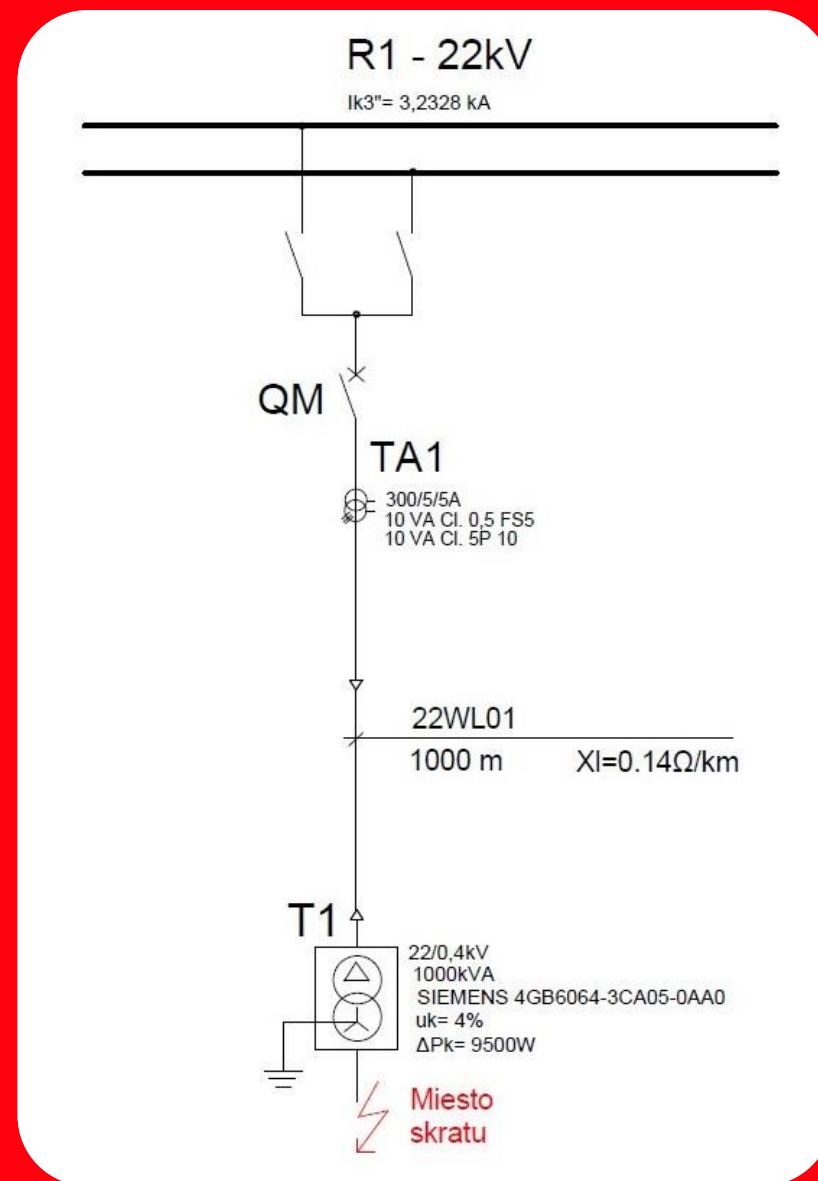
*%Hodnota rozbehového prúdu ochrany pre skraty*

$$I_{\gg} \geq I_{R\gg} > I_{R>}$$

$$4.436A \geq I_{R\gg} > 1A$$

$$I_{R\gg} = 3.5A$$

*Časové oneskorenie si volíme pre preťaženie  $t > 0.25s$  a pre skraty  $t \gg 0s$  s uvažovaním pre chránenie ďalších úsekov už len použitím poistiek a ističov.*



Obr. 7 Ukázkové zadanie

*Vzorové zapojenie  
nastavovaných ochrán  
a testovanie*



# Nadprúdová ochrana SPAJ 140 C

*Inštruktážny video návod k meraniu SPAJ 140 C*



<https://moodle.tuke.sk/moodle/mod/resource/view.php?id=54590>

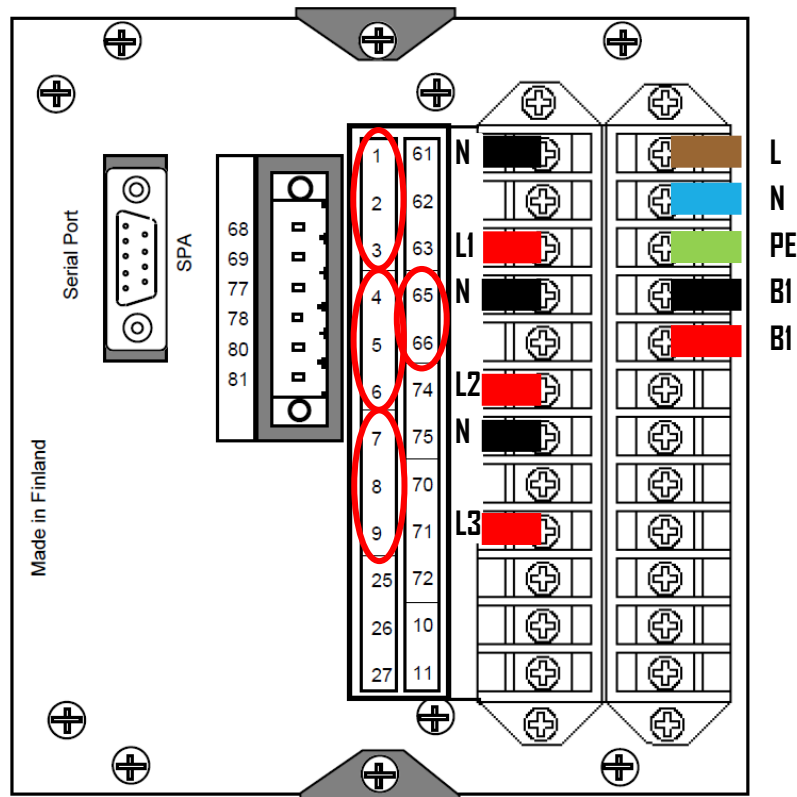
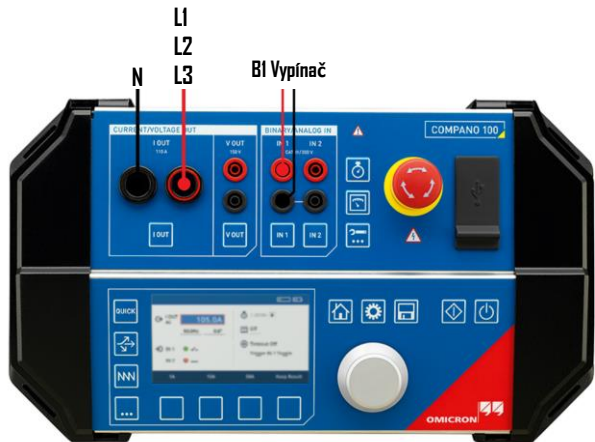
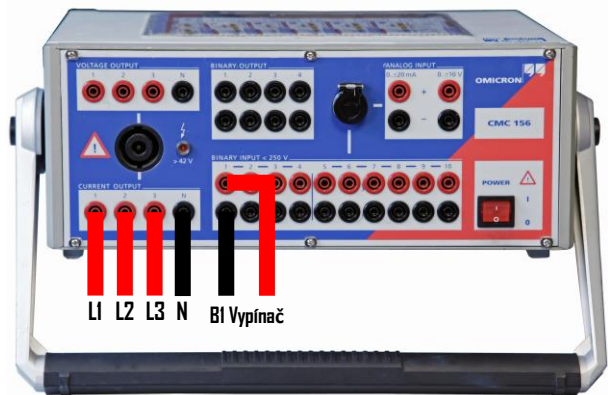


[https://www.youtube.com/watch?v=OVTCl\\_9jMBU&t=1s](https://www.youtube.com/watch?v=OVTCl_9jMBU&t=1s)



# Nadprúdová ochrana SPAJ 140 C

Schéma zapojenia z video návodu k meraniu SPAJ 140C



# Vývodová ochrana REF 543 nadprúdová

*Inštruktážny video návod k meraniu REF 543*

*Nadprúdová ochrana REF 543*



<https://moodle.tuke.sk/moodle/mod/resource/view.php?id=54517>



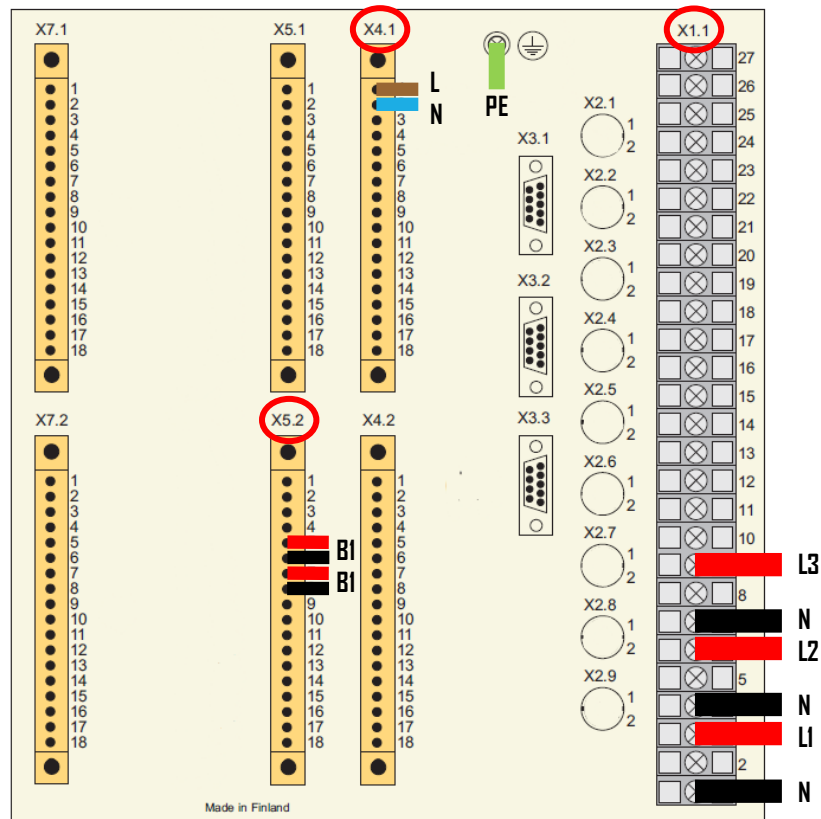
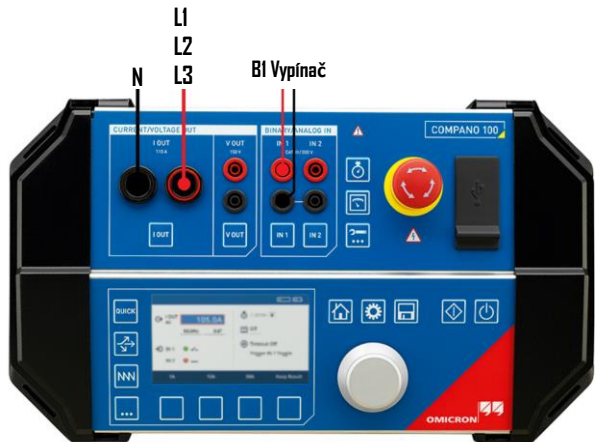
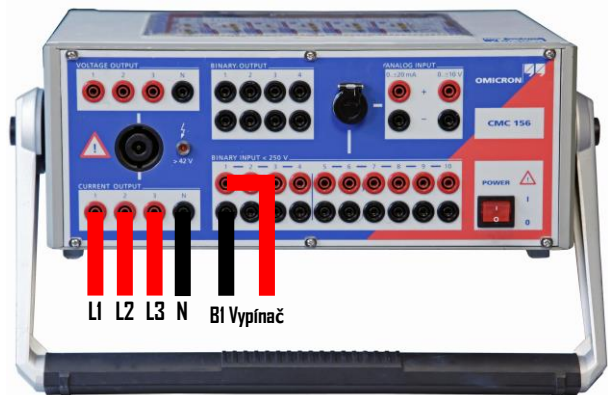
<https://www.youtube.com/watch?v=HUjJ2wjqMAU>





# Vývodová ochrana REF 543 nadprúdová

Schéma zapojenia z video návodu k meraniu REF 543



# Vývodová ochrana REF 543 napät'ová

*Inštruktážny video návod k meraniu REF 543*

*Napät'ová ochrana REF 543*



<https://moodle.tuke.sk/moodle/mod/resource/view.php?id=54520>

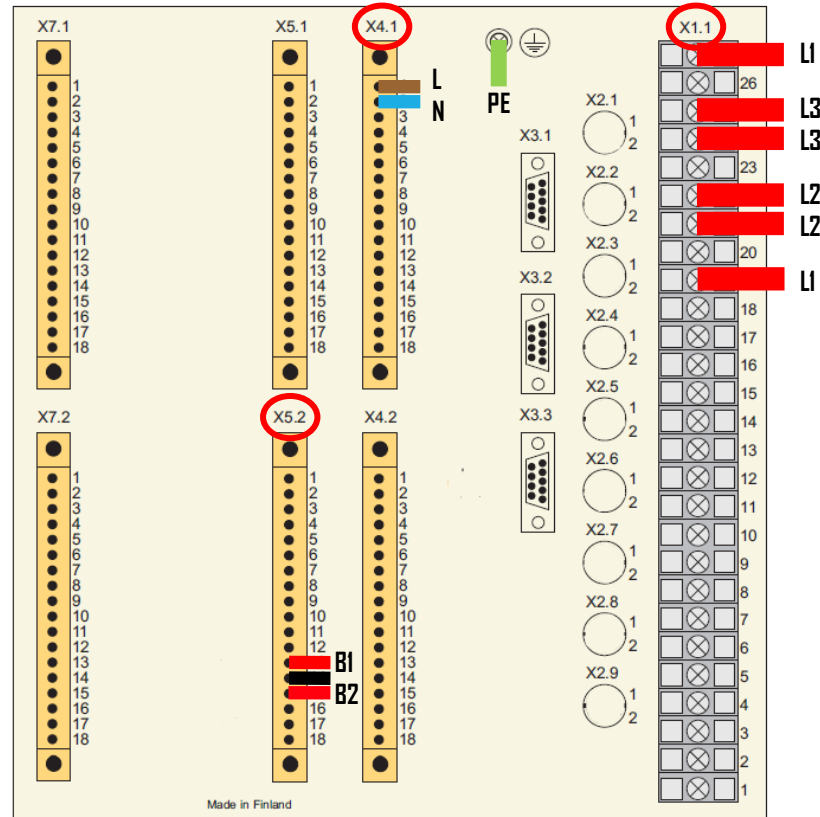
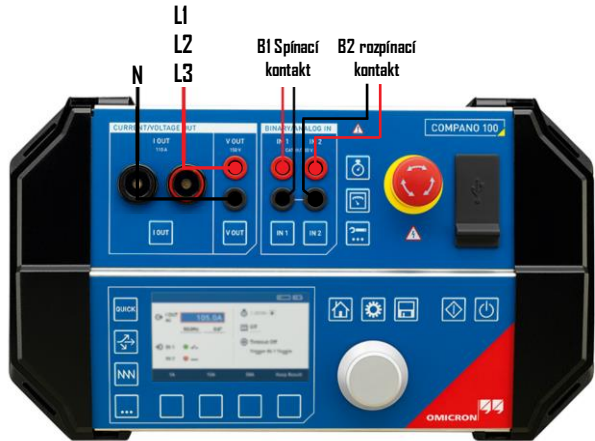
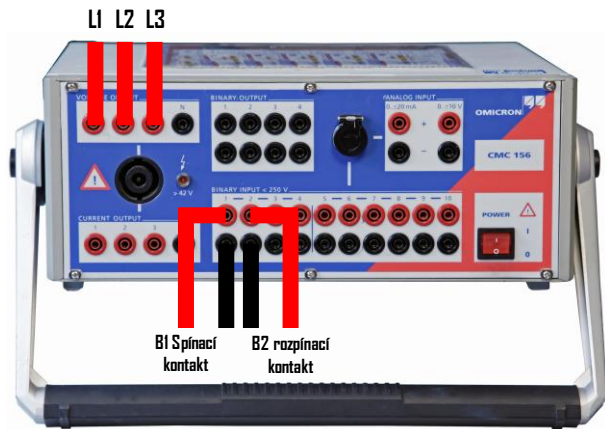


<https://www.youtube.com/watch?v=7SBPyHCWqdQ>



# Vývodová ochrana REF 543 napät'ová

Schéma zapojenia z video návodu k meraniu REF 543



# Zoznam použitej literatúry

- [1] Chladný, Vladimír: Ochrany v elektrizačných sústavách: Návody na cvičenie. Košice: TU v Košiciach, 1983, 167 s, ISBN 80-7099-133-X.
- [2] Mešter, Marian: Výpočet skratových prúdov v trojfázových striedavých sústavách. Banská Bystrica: PRO, 2005, 94 s, ISBN 80-89057-10-1.
- [3] Čonka, Zsolt; Imrich, Vladimír; Frák, Peter: Elektrické ochrany v ES. Košice: TUKE, 2020, 150 s, ISBN 978-80-553-3613-8.
- [4] STN EN 60909-3:2003, Skratové prúdy v trojfázových striedavých sústavách Časť 0: Výpočet skratových prúdov.
- [5] Omicron: Compano 100: Manuál [Online], Rakúsko, Viedeň: OMICRON electronics GmbH, 2022, [cit. 2022-03-04], Dostupné na internete: <<https://www.omicronenergy.com/en/products/compano-100/>>.
- [6] Omicron: CMC 156: Referenčná príručka[Online], Rakúsko, Viedeň : OMICRON, 2000, [cit. 2021-10-10]. Dostupné na internete : <[https://moodle.tuke.sk/moodle/pluginfile.php/121423/mod\\_folder/content/0/CMC156.pdf?forcedownload=1](https://moodle.tuke.sk/moodle/pluginfile.php/121423/mod_folder/content/0/CMC156.pdf?forcedownload=1)>.
- [7] Asea Brown Boveri: SPAJ 140 C: užívateľská príručka [Online], Fínsko: Asea Brown Boveri, 2007, [cit. 2021-09-15], Dostupné na internete: <[https://library.e.abb.com/public/e443faf99f1d91f9c12572a0004710e4/FM\\_SPAJ140C\\_750629\\_ENdad\\_2010.pdf](https://library.e.abb.com/public/e443faf99f1d91f9c12572a0004710e4/FM_SPAJ140C_750629_ENdad_2010.pdf)>.
- [8] Asea Brown Boveri: REF 543: užívateľská príručka [Online], Fínsko: Asea Brown Boveri, 2005, [cit. 2021-09-25], Dostupné na internete: <[https://library.e.abb.com/public/74adfa73b4de8fc5c1257b13005690f2/ref54\\_tob\\_750443ENf.pdf](https://library.e.abb.com/public/74adfa73b4de8fc5c1257b13005690f2/ref54_tob_750443ENf.pdf)>.



Ing. Róbert Štefko  
Úvod do parametrizácie ochranných relé

Vydala Technická univerzita v Košiciach v roku 2022  
Sadzba textu písmom Time New Roman (Microsoft Office)  
Sadzba matematiky písmom Cambria Math (Microsoft Office)  
53 strán, 7 obrázkov, 0 tabuliek  
Vydanie prvé  
ISBN 978-80-553-4066-1

*Učebný text je určený študentom elektrotechnických fakúlt v študijných programoch zameraných na elektroenergetiku, používateľom elektroenergetických zariadení a odbornej verejnosti.*