

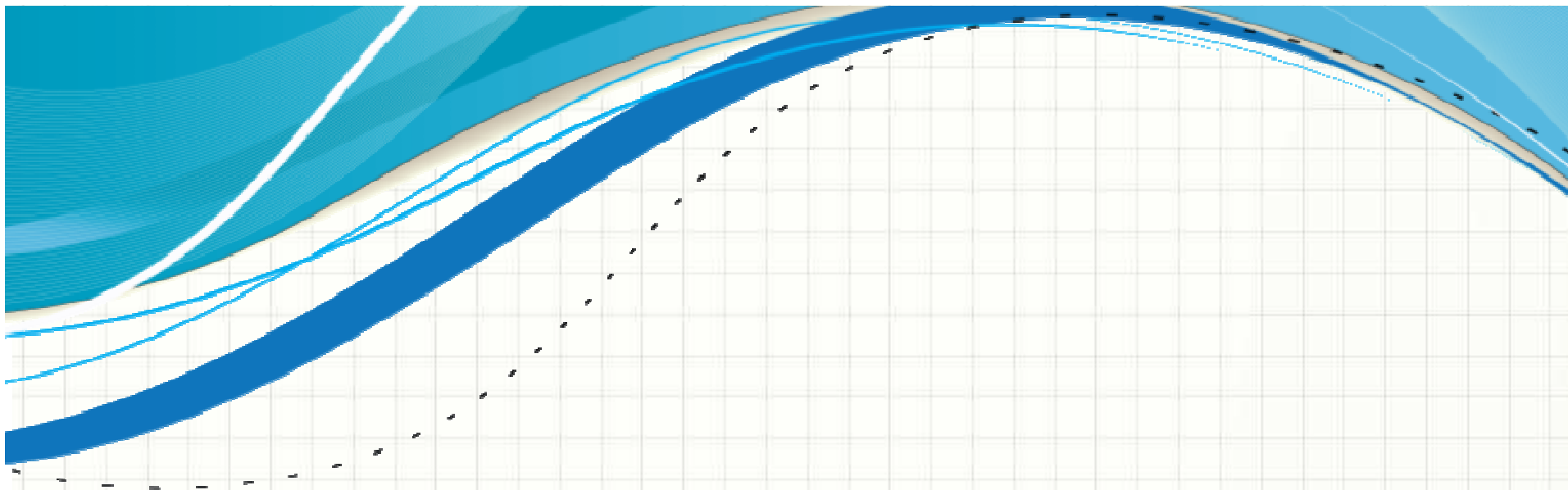


MĚŘENÍ IMPEDANCE PORUCHOVÉ SMYČKY

Ing. Leoš Koupý
2012

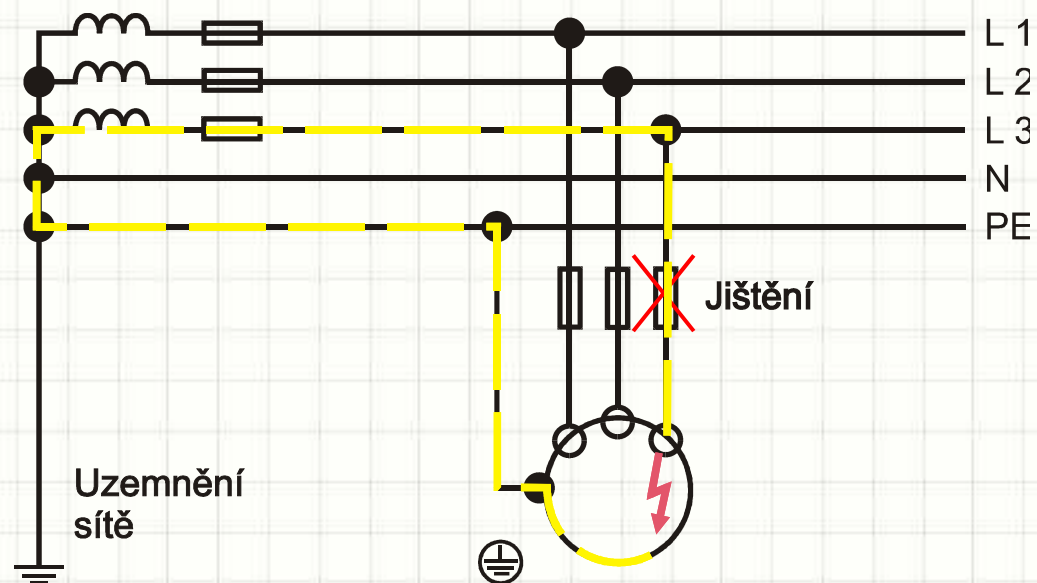
Impedance poruchové smyčky

- Význam impedance poruchové smyčky v systému ochrany samočinným odpojením od zdroje
- Princip měření impedance poruchové smyčky
- Technické parametry měřicího přístroje
- Ověření jištění proti nadproudům výpočtem a měřením, chyba měření
- Měřicí přístroje
- Měření impedance v obvodech s proudovými chrániči



CO JE TO PORUCHOVÁ SMYČKA?

Poruchová smyčka v síti TN



Funkce poruchové smyčky při poruše

1

- Celistvost – nepřerušný obvod.

2

- Dostatečně nízká impedance.

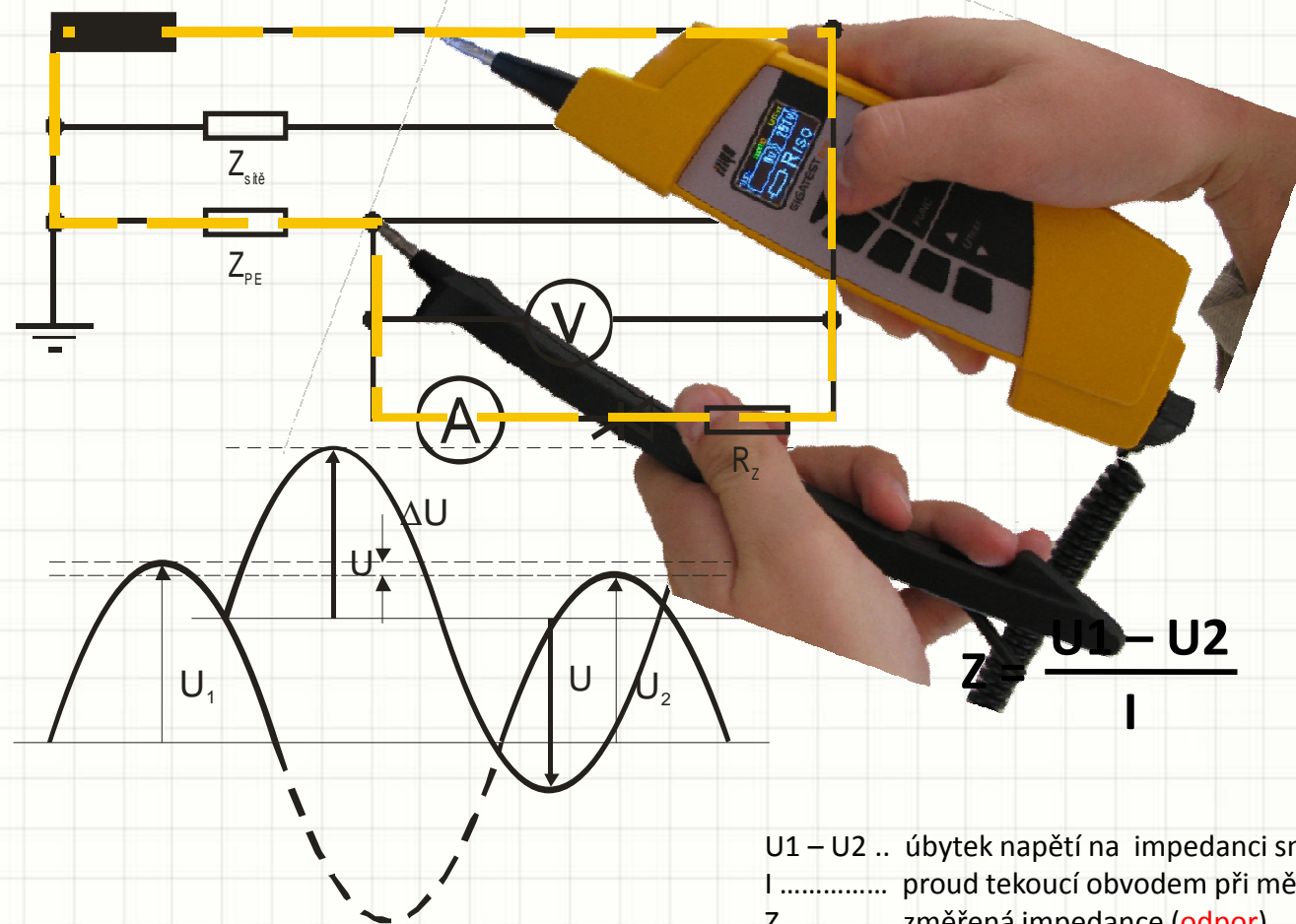
3

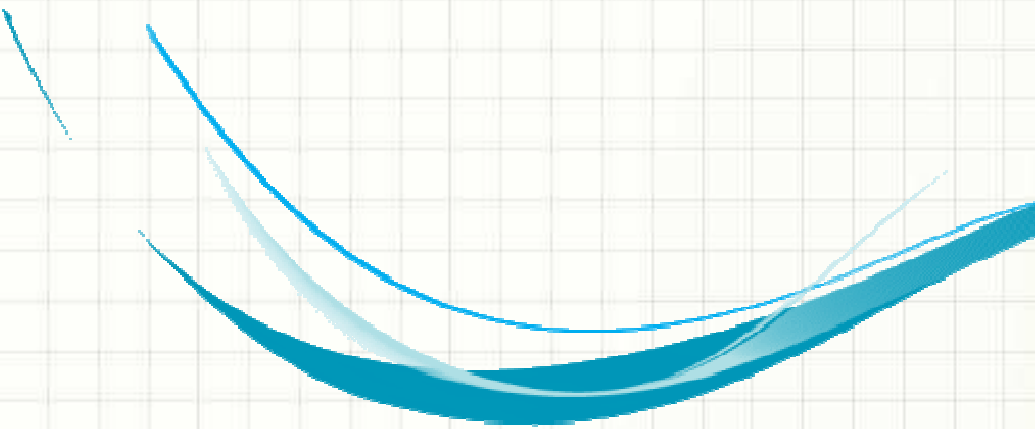
- Dobré uzemnění PE obvodu.



JAK ZMĚŘIT IMPEDANCI PORUCHOVÉ SMYČKY?

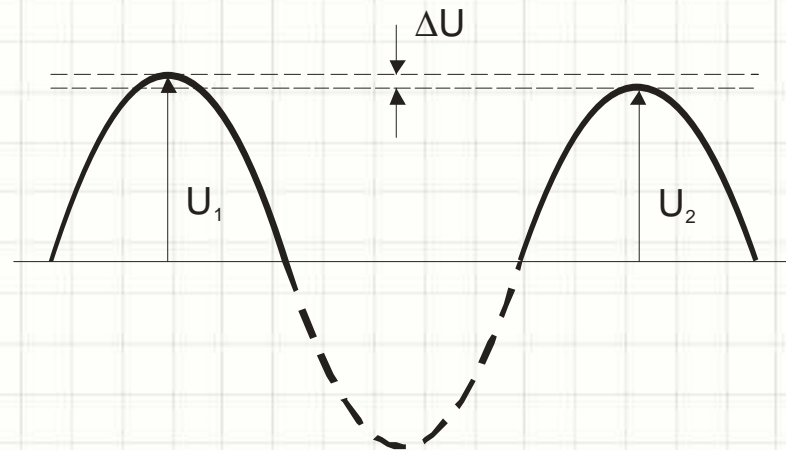
Princip měření impedance





Co je hlavním
problémem při
měření?

Problematika měření impedance



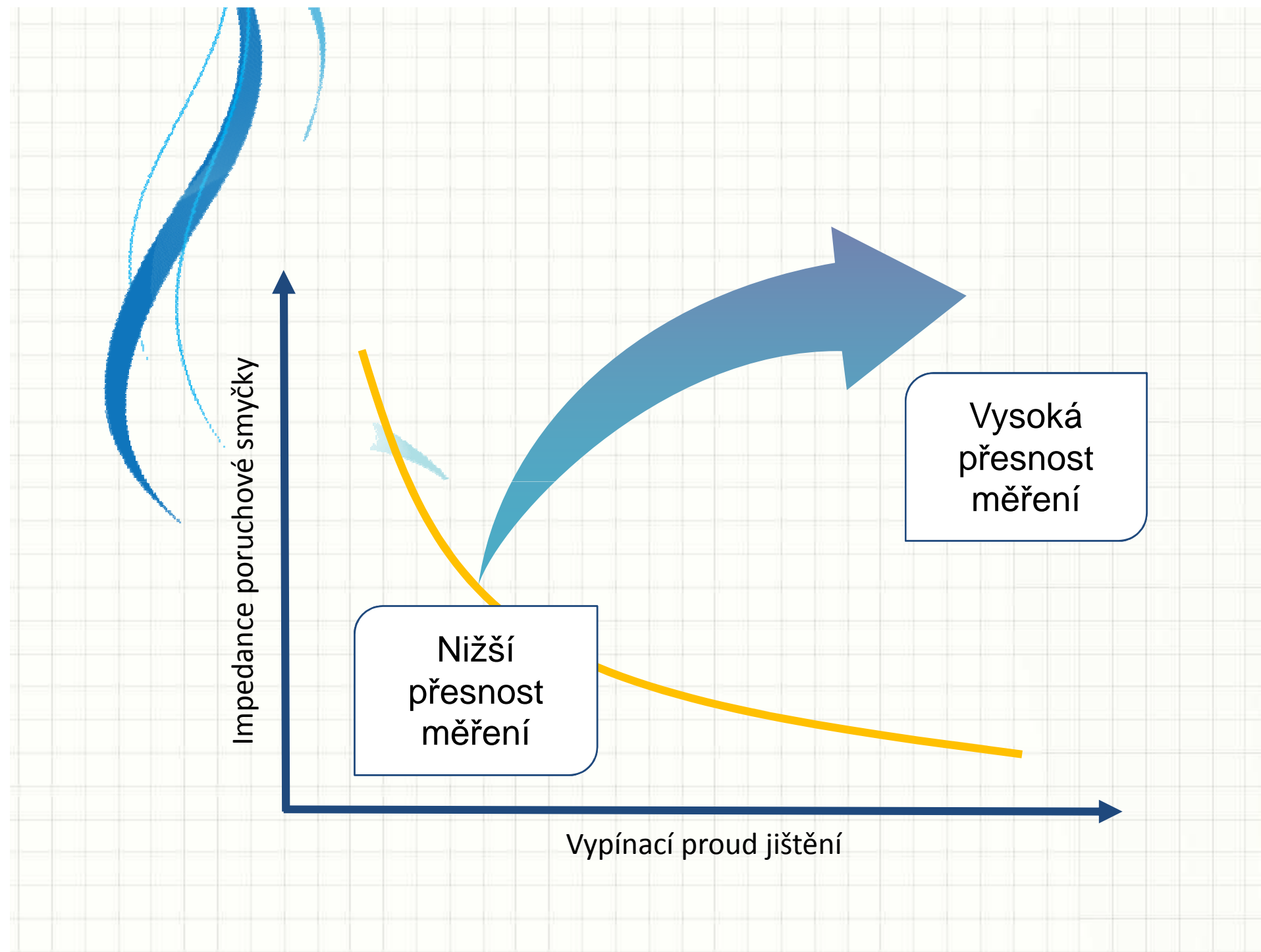
Měří se dvě po sobě následující síťová napětí, mezi kterými je velmi malý rozdíl. Měření je proto ovlivněno několika faktory:

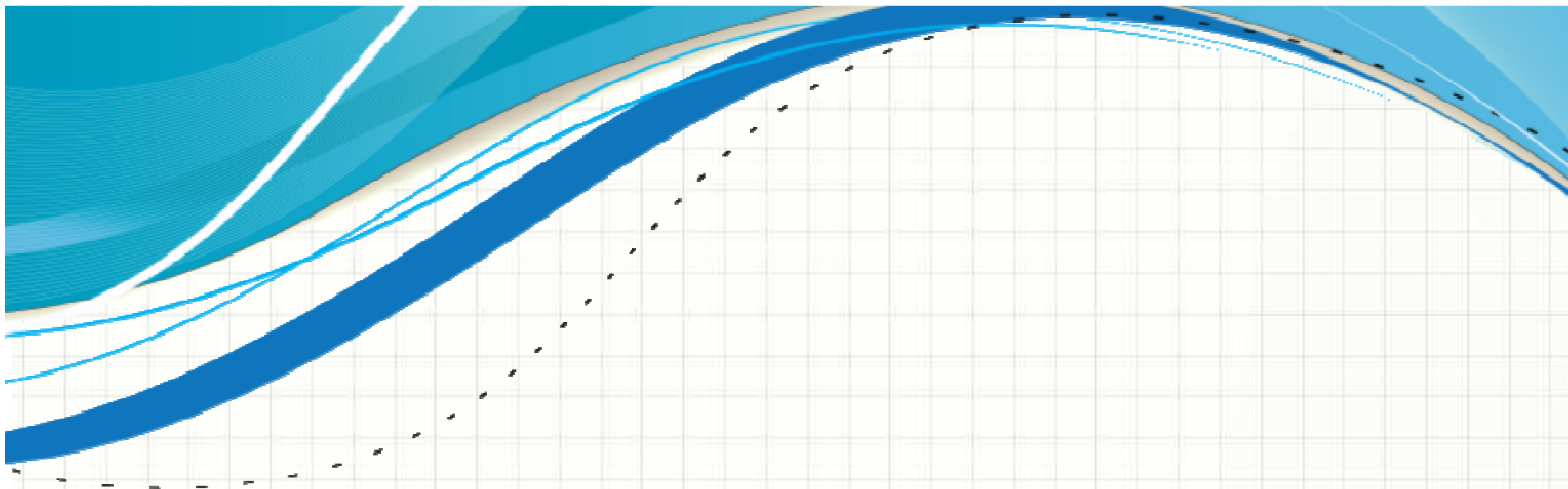
- Přesností měření napětí
- Nestabilitou síťového napětí
- Rušením v síti
- Zkreslením tvaru sinusového průběhu napětí

Jak zaručit správnost měření?

Metody zvýšení přesnosti měření:

- Prodloužení doby měření vede k eliminaci krátkodobé nestability a výkyvů síťového napětí
- ✗ **Nebezpečné dotykové napětí na vodivých částech spojených s PE**
- Měření polovinou periody síťového kmitočtu
- ✗ **Nutnost použít vyšší měřicí proud (vyšší zatížení sítě)**
- Průměrování hodnot několika po sobě jdoucích měření
- ✗ **Delší doba měření**





TECHNICKÉ PARAMETRY PŘÍSTROJE.

Technické parametry přístroje

- přesnost měření

➤ Základní chyba měření

- Chyba měření za referenčních podmínek
- Údaj důležitý pro kalibrační laboratoř

➤ Referenční podmínky

- Podmínky určené pro vzájemné porovnání výsledků měření
- Úzké toleranční pásmo podmínek
- Údaj důležitý pro kalibrační laboratoř

➤ Pracovní chyba měření

- Chyba měření za pracovních podmínek
- Údaj důležitý pro uživatele přístroje

➤ Pracovní podmínky

- Provozní podmínky přístroje
- Mimo provozní podmínky nelze přístroj provozovat
- Údaj důležitý pro uživatele

Technické parametry přístroje

- rozsah měření

Měřicí rozsah:	0,00 až 9,99 Ω
Rozlišovací schopnost:	0,01 Ω
Základní chyba:	$\pm (1\% \text{ z MH} + 3D)$
Jmenovitý rozsah:	0,18 až 9,99 Ω (dle ČSN EN 61557 část 3)
Pracovní chyba:	$\pm (2\% \text{ z MH} + 5 D)$

- Digitální přístroje – jedno číslo na posledním místě zobrazeného údaje - **digit**

➤ Jmenovitý rozsah

- Rozsah, ve kterém relativní pracovní chyba měření odpovídá požadavkům ČSN EN 61557
- Údaj důležitý pro uživatele přístroje

Jmenovitý rozsah:	0,18 až 9,99 Ω (dle
Pracovní chyba:	$\pm (2\% \text{ z MH} + 5 D)$



Technické parametry přístroje

- chyba měření

➤ Absolutní chyba měření

- Vyjadřuje absolutní hodnotu (velikost) chyby měření pro konkrétní naměřenou hodnotu
- Udává se v jednotkách měřené veličiny
- Přičtením a odečtením absolutní chyby od naměřené hodnoty se získá interval, ve kterém se nachází skutečná (pravá) hodnota měřené veličiny

➤ Relativní chyba měření

- Poměr absolutní chyby měření a jmenovité hodnoty veličiny
- Udává se v procentech
- ČSN EN 61557 požaduje, aby se přístroj používal k měření při revizích v takovém rozsahu měření, ve kterém relativní chyba nepřesáhne 30 %
- Tuto podmínku splňuje **jmenovitý rozsah měření**

Vyjádření přesnosti měření

Chyba z naměřené hodnoty

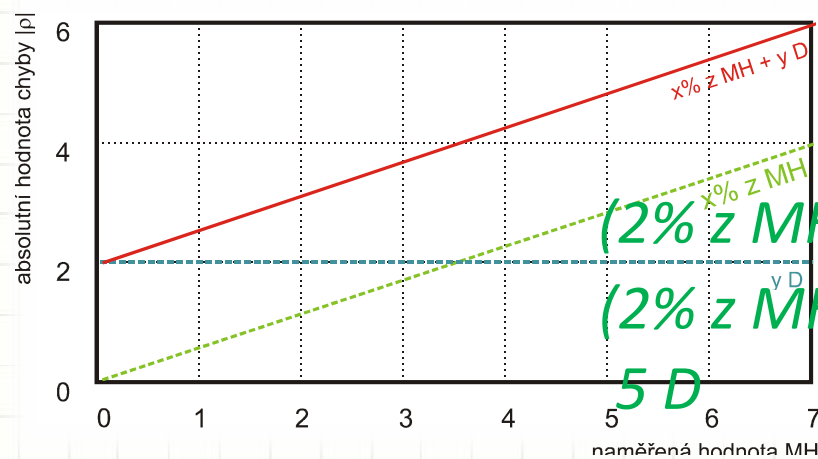
$x \% \text{ z MH}$

Chyba z rozsahu

$y D$

Chyba měření

$X \% \text{ z MH} + y D$



$(2\% \text{ z MH} + 2 D)$

$(2\% \text{ z MH} + 1 \% \text{ z MR})$

$5 D$

Příklad výpočtu chyby měření

Měřicí rozsah:	0,00 až 9,99 Ω
Rozlišovací schopnost:	0,01 Ω
Základní chyba:	$\pm (1\% \text{ z MH} + 3D)$
Jmenovitý rozsah:	0,18 až 9,99 Ω
Pracovní chyba:	$\pm (2\% \text{ z MH} + 5 D)$



Absolutní hodnota pracovní chyby

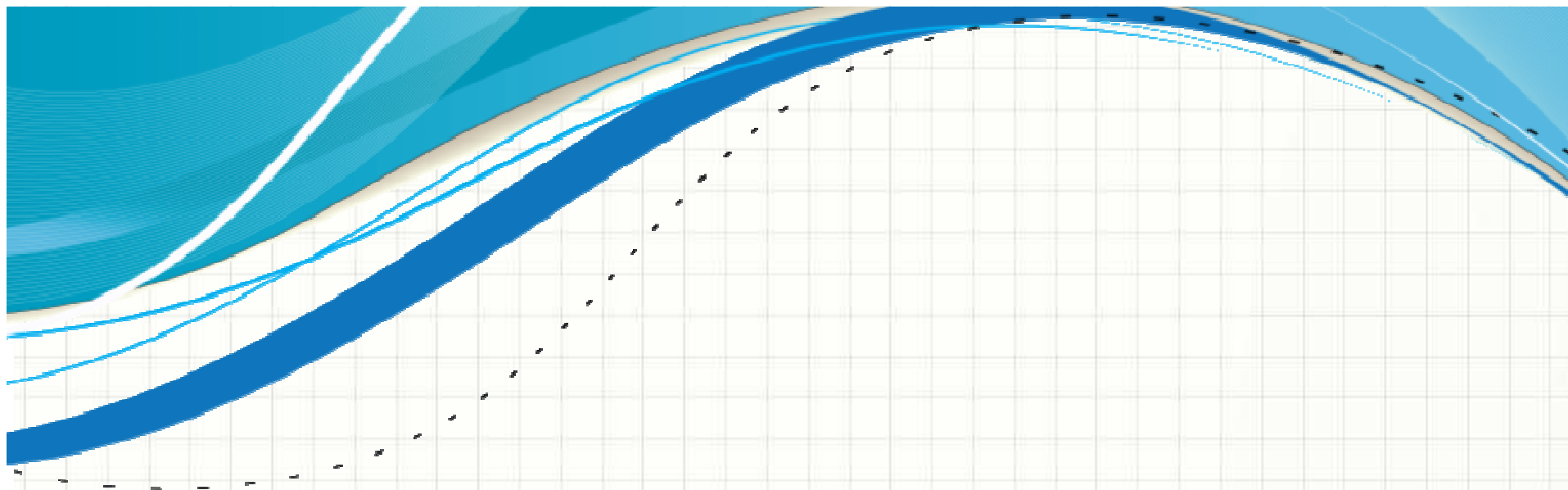
$$(2\% \text{ z MH} + 5 D) \Rightarrow (0,01 \Omega + 0,05 \Omega) = 0,06 \Omega$$

Skutečná (pravá) hodnota odporu PE vodiče

$$0,50 \pm 0,06 \Omega \quad 0,44 \Omega \quad 0,56 \Omega$$

Při ověření funkčnosti jištění je nutno počítat s hodnotou impedance

$$0,56 \Omega$$



**JAKÁ JE SKUTEČNÁ IMPEDANCE
V OKAMŽIKU PRŮTOKU
PORUCHOVÉHO PROUDU?**

Velikost impedance není stálá

- Teplota vodičů
- Zatížení sítě
- Charakter zatížení (L, C)

- Přechodové děje při vzniku poruchového I
- Rušení v síti

Skutečná impedance

- Poruchový proud
 - $10^1 \text{ A} \div 10^3 \text{ A}$
- Okolní teplota
 - $0^\circ\text{C} \div 70^\circ\text{C}$

Naměřená impedance

- Měřicí proud
 - $3 \text{ A} \div 20 \text{ A}$
- Teplota v době měření
 - $15^\circ\text{C} \div 25^\circ\text{C}$

$$Z_s \geq Z_s(m)$$

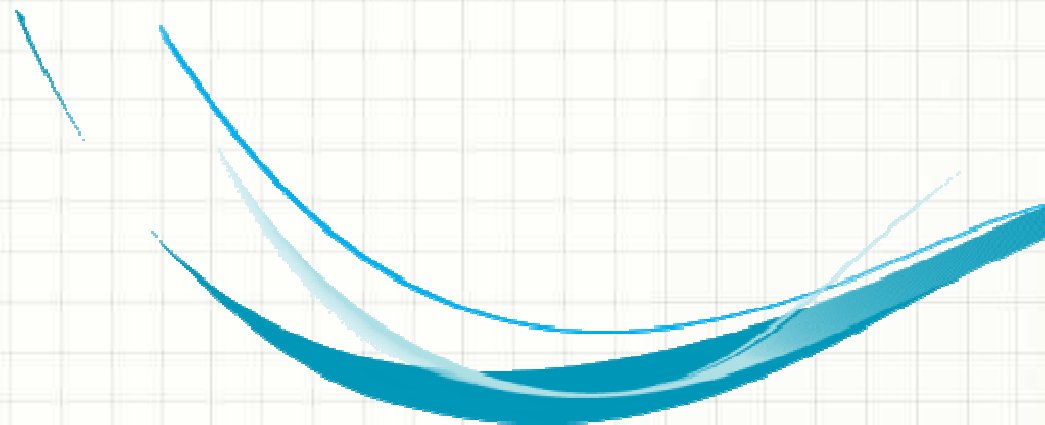
Bezpečnostní koeficient

ČSN 33 2000-6 (kap. C.61.3.6.3)

$$Z_{sm} + \Delta Z_{sm} \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_a}$$
$$\frac{U_0}{I_a} \geq 1,5 \times Z_{sm}$$

-
- U_0 jmenovité napětí sítě (L – N)
 I_a proud zajišťující samočinné působení odpojovacího ochranného prvku v předepsané době
 Z_{sm} naměřená hodnota impedance poruchové smyčky L – PE
 ΔZ_{sm} absolutní chyba měření

Bezpečnostní koeficient nezahrnuje chybu měření přístroje !



Příklad ověření funkčnosti
jištění v praxi.

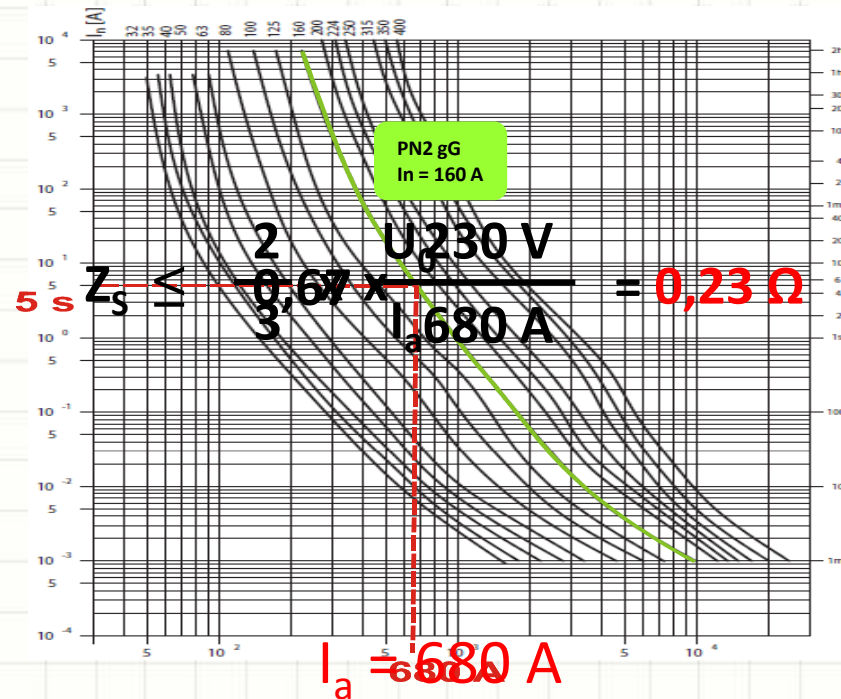
Zadání



Máme ověřit funkčnost jištění strojního zařízení s elektrickými obvody následujících parametrů:

- Napájecí napětí: $U_0 = 400 \text{ V}$ (3 x 230 V)
- Jištění pojistkami s vypínacím proudem: $I_n = 160 \text{ A}$
- Předepsaná doba odpojení pro stroje: $t = 5 \text{ s}$

Výpočet



- Vypínací proud pro t = 5 s:
- Napájecí napětí: U₀ = 230 V
- Jištění pojistkami s vypínacím proudem: I_n = 160 A
- Předepsaná doba odpojení pro stroje: t = 5 s

Úkol



zda
počet

0,2



K dispozici jsou dva měřicí přístroje:

- EUROTEST 61557
- ZEROTEST 46

Výběr přístroje

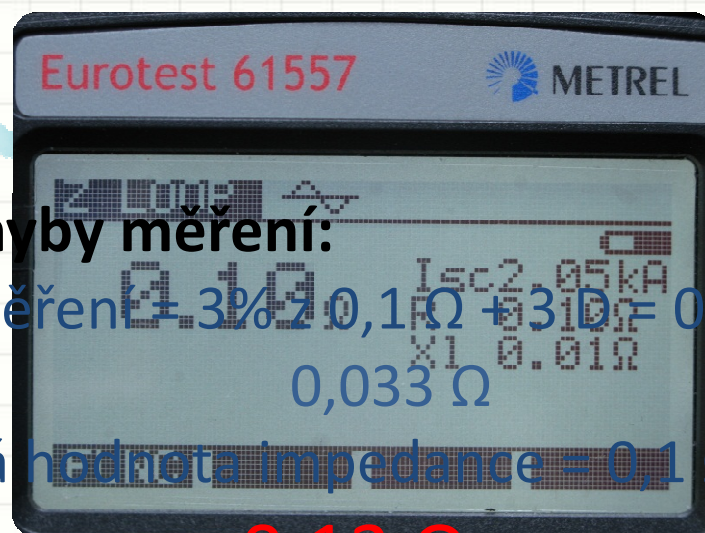
Porovnáním parametrů se zjistí vhodnost přístrojů pro dané měření:

$$Z_s(m) \leq 0,23 \, \Omega$$

Technické parametry	EUROTEST 61557	ZEROTEST 46
Měřicí rozsah	0,00 ÷ 19,99 Ω	0,00 ÷ 1,00 Ω
Rozlišení	0,01 Ω	0,01 Ω
Pracovní chyba měření	$\pm (3\% \text{ z MH} + 3 \text{ D})$	$\pm 9 \text{ D}$
Jmenovitý rozsah	0,11 ÷ 1999 Ω	0,30 ÷ 22,9 Ω

Měření a vyhodnocení

Přístrojem EUROTTEST 61557 byla u stroje naměřena impedance poruchové smyčky **0,10 Ω**.



Výpočet chyby měření:

➤ Chyba měření = $3\% \times 0,1 \Omega + 3\% \times 0,01 \Omega = 0,003 + 0,03 = 0,033 \Omega$

➤ Výsledná hodnota impedance = $0,1 \Omega + 0,033 \Omega = 0,13 \Omega$

$$Z_s(m) + \Delta Z_s(m) = 0,13 \Omega < 0,23 \Omega$$



MĚŘICÍ PŘÍSTROJE.

Univerzální přístroje

EUROTEST 61557

Měřicí metoda

- Skutečná impedance smyčky
- Jedna půlvlna
- Měřicí proud: 24 A

Technické parametry

- Měřicí rozsah: 0,00 – 1999 Ω
- Rozlišovací schopnost: 0,01 Ω
- Jmenovitý rozsah: 0,11 – 1999 Ω

Měření v obvodech s chrániči

- Měření $\frac{1}{2}$ vybavovacího proudu
- Rozlišovací schopnost: 0,01 Ω
- Jmenovitý rozsah: 7,47 – 1999 Ω



Jednoúčelové přístroje

ZEROTESTpro

Měřicí metoda

- Odpor smyčky
- Proměnný počet půlvln
- Měřicí proud: 5 A

Technické parametry

- Měřicí rozsah: 0,00 – 200 Ω
- Rozlišovací schopnost: 0,01 Ω
- Jmenovitý rozsah: 0,27 – 200 Ω

Měření v obvodech s chrániči

- Měření proudovým pulsem
- Rozlišovací schopnost: 0,1 Ω
- Jmenovitý rozsah: 0,8 – 1999 Ω

Další funkce

- $1,5 \times Z_s(m)$
- $Z_s m + \Delta Z_s m$
- I_k
- Automatické vyhodnocení jištění



Speciální přístroje

ZEROLINE 60

Měřicí metoda

- Skutečná impedance smyčky
- Proměnný počet půlvln
- Měřicí proud: 10 A, 20 A, 30 A

Technické parametry

- Měřicí rozsah: 0,000 – 20,00 Ω
- Rozlišovací schopnost: 0,001 Ω
- Jmenovitý rozsah: 0,038 – 1,500 Ω

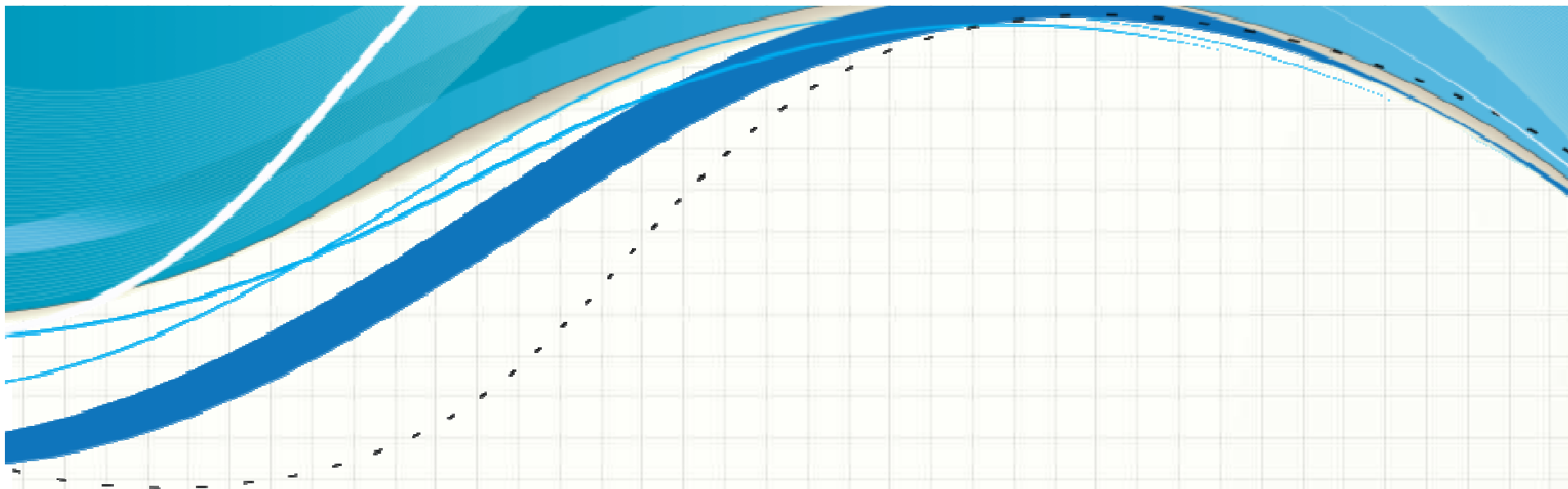
Měření v obvodech s chrániči

- Blokování chráničů DC proudem
- Rozlišovací schopnost: 0,01 Ω
- Jmenovitý rozsah: 0,42 – 20,00 Ω



Další funkce

- $1,5 \times Z_s(m)$
- $Z_s m + \Delta Z_s m$
- I_K



DODATEK

**MĚŘENÍ IMPEDANCE PORUCHOVÉ
SMYČKY V OBVODU S PROUDOVÝMI
CHRÁNIČI.**

Blokování chrániče DC proudem

