



Středoškolská technika 2018

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

HLÍDAČ IMPEDANČNÍ SMYČKY

Miroslav Špinka, Filip Maňhal

SPŠ a VOŠ Kladno
Jana Palacha 1840, Kladno

Anotace:

Projekt řeší problém, kdy při poruše na elektrickém spotřebiči (zkrat na kostru) nevypne příslušný jistič a neodpojí spotřebič od zdroje. Příčinou ve většině případů je velká hodnota odporu impedanční smyčky v obvodu. Může dojít k úrazu elektrickým proudem, případně požáru. V této práci jsme se proto rozhodli navrhnout a zkonstruovat zařízení, které samočinně odpojí spotřebič od zdroje střídavého napětí v případě, kdy velikost odporu impedanční smyčky překročí povolenou mez. Svoje zařízení jsme průběžně konzultovali s firmou ARNET servis a to se Zdeňkem Arnetem – servisním technikem v oboru elektro a MaR. Tak též s Ing. Liborem Strakou odborným pracovníkem na fakultě silnoproudé elektrotechniky ČVUT v Praze.

Klíčová slova: spotřebič, proud, jistič, impedance

Obsah

Obsah.....	2
1. Úvod:	3
2. Pojem impedanční smyčka	3
3. Princip měření impedance smyčky.....	3
4. Profesionální přístroje k měření velikosti impedanční smyčky	4
5. Měřit „Ano či Ne“?	5
6. Hlídač impedanční smyčky	5
6.1 Vymezení požadavků.....	5
6.2 Zvolení principu a popis funkce.....	5
7. Testování	7
7.1 Sestava hlídače impedanční smyčky s připojeným spotřebičem	7
7.2 Sestava simulátoru poklesu napětí a hlídače impedanční smyčky.....	8
8. Celkové provedení.....	9
9. Závěr	9
10. Zdroje.....	9
11. Poděkování:	10
12. Přílohy:.....	11

1. Úvod:

Pro tuto práci jsme se rozhodli proto, že nás velmi zaujal projekt našich předchůdců Davida Herbsta a Jiřího Šůny „Prodlužovací kabel jako tester impedance v NN rozvodech“. Rozhodli jsme se na tento projekt navázat a to sestrojením zařízení, které samočinně odpojí spotřebič od zdroje při překročení velikosti impedance nad povolenou mez. Tím snížit riziko požáru a možnosti úrazu elektrickým proudem.

Úspory energií v bydlení:

- a) Přímý – úbytek napětí na elektrickém vedení daného okruhu (spotřebič, zásuvka, vedení, rozvodné krabice, rozvaděč) způsobí po připojení spotřebiče tepelné ztráty na tomto vedení. Příklad: úbytek napětí na rozvodech ve starých objektech dosahují hodnot 20V i více. Po připojení běžného 1kW spotřebiče (pračka, žehlička, vysavač) vznikne na těchto rozvodech tepelná ztráta přibližně $20V \cdot 5A = 100W$. Při používání 1h denně jsou to 3kW tepelných ztrát za měsíc.
- b) Nepřímý: tepelné ztráty na vedení jsou tak velké, že způsobí požár malého či velkého rozsahu. Příklad: V práci našich předchůdců „Prodlužovací kabel jako tester impedance v NN rozvodech“ je uvedeno, že za posledních 10 let bylo lokalizováno ve středočeském kraji více jak 200 případů požárů způsobených vadnou elektroinstalací vnitřních rozvodů. Vzniklý požár - to je opět ekonomická ztráta.

Přínos naší práce spočívá především:

- 1) Ověření samotného principu snímací části elektronického signalizačního zařízení. Ověření proběhlo na Elektrotechnické fakultě Praha, katedře elektroenergetiky - vyjádření viz příloha.
- 2) Využití tohoto principu k sestrojení našeho snímacího zařízení, které samočinně odpojí spotřebič od zdroje při překročení velikosti odporu impedanční smyčky
- 3) V jednoduchém nastavení rozsahu citlivosti vypnutí spotřebiče od zdroje
- 4) V jeho konstrukčním provedení – vhodné pro částečně prašné a vlhké prostory krytí IP 54

2. Pojem impedanční smyčka

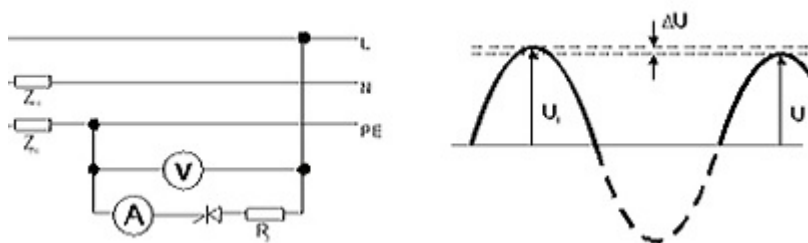
Impedanční smyčkou se rozumí obvod, jehož součástí je vedení ke spotřebiči, spínací, jistící prvky a vinutí transformátoru. Z hlediska elektrotechniky se jedná o komplexní veličinu odporu, která se skládá z činného odporu a reaktance. Má význam při posouzení ochrany samočinným odpojením od zdroje, kdy tato impedance musí podle Ohmova zákona při zkratu vyvolat proud tak velký, aby jistící prvek (pojistka, jistič) vypnul v čase kratším, než nařizuje norma.

3. Princip měření impedance smyčky

Princip měření impedance smyčky je ve všech měřicích přístrojích použit stejný. Měřič impedance je připojen mezi fázový vodič L a vodič PE (případně mezi L a N). Po zahájení měření přístroj změří nejprve napětí zdroje naprázdno U_1 . Potom do obvodu připojí zatěžovací odpor R_Z , kterým proteče měřicí proud I a zároveň změří napětí U_2 v obvodu při zatížení. Rozdíl $U_1 - U_2$ je úbytek napětí na měřené impedanci Z při průtoku proudu I a přístroj vyhodnotí impedanci jako $Z = (U_1 - U_2) / I$.

Je však zřejmé, že na výsledek měření má značný vliv jakákoli nestabilita síťového napětí, zkreslení jeho sinusového průběhu nebo rušení v síti.

Moderní měřicí přístroje pro přesné měření jsou konstruovány tak, aby neustále kontrolovaly během měření dotykové napětí na PE vodiči a automaticky toto měření přerušily, dosáhne-li nebezpečné hodnoty. Nebo měření musí probíhat jen po tak krátkou dobu, že i při výskytu nebezpečného dotykového napětí na PE vodiči nemůže dojít k úrazu elektrickým proudem. Tento druhý způsob je u současných měřicích přístrojů převládající.



Obrázek 1- Princip měření impedanční smyčky

4. Profesionální přístroje k měření velikosti impedanční smyčky

Jako příklad uvádíme dva přístroje, jeden přesný digitální měřič impedance smyčky **IL-ZEROLINE 60** a druhý přenosný **IL 1720pro**



IL 1600 - ZEROLINE 60

Přesný digitální měřič impedance smyčky a sítě.
Výrobce: ILLKO, s.r.o.

Detail produktu	Technické parametry	Rozsah dodávky	Volitelné příslušenství	Ke stažení	E-shop
-----------------	---------------------	----------------	-------------------------	------------	--------

Cena za jednotku s DPH: **22869 Kč**

Obrázek 2 - Měřicí přístroj IL1600-Zeroline60



IL 1720 - ZEROTESTpro

Digitální měřič impedance poruchové smyčky a sítě.
Výrobce: ILLKO, s.r.o.

Detail produktu	Technické parametry	Rozsah dodávky	Volitelné příslušenství	Ke stažení	E-shop
-----------------	---------------------	----------------	-------------------------	------------	--------

Cena za jednotku s DPH: **7502 Kč**

Obrázek 3 - Měřicí přístroj IL1720-Zerotest pro

5. Měřit, „Ano či Ne“?

Jak z předchozí kapitoly vidíme, ani jeden z přístrojů není levný a navíc jsou určeny pro použití osobami s odbornou kvalifikací. Také nepředpokládáme, že si pozveme do domu či bytu drahého revizního technika každý rok ke zkontrolování stavu sítě. Jak ale v případě, kdy například potřebujeme udělat rekonstrukci ve starém a vlhkém objektu, elektroinstalace je zastaralá a nechceme riskovat úraz elektrickým proudem. Nebo když ve starém bytě chceme levně a rychle zkontrolovat stav elektroinstalace z důvodu nebezpečí požáru. Stačilo by levné zařízení, které by sice přesně neměřilo stav impedanční smyčky, ale při její mezní hodnotě by připojený spotřebič odpojilo od sítě. A o tom je náš hlídač impedanční smyčky.

6. Hlídač impedanční smyčky

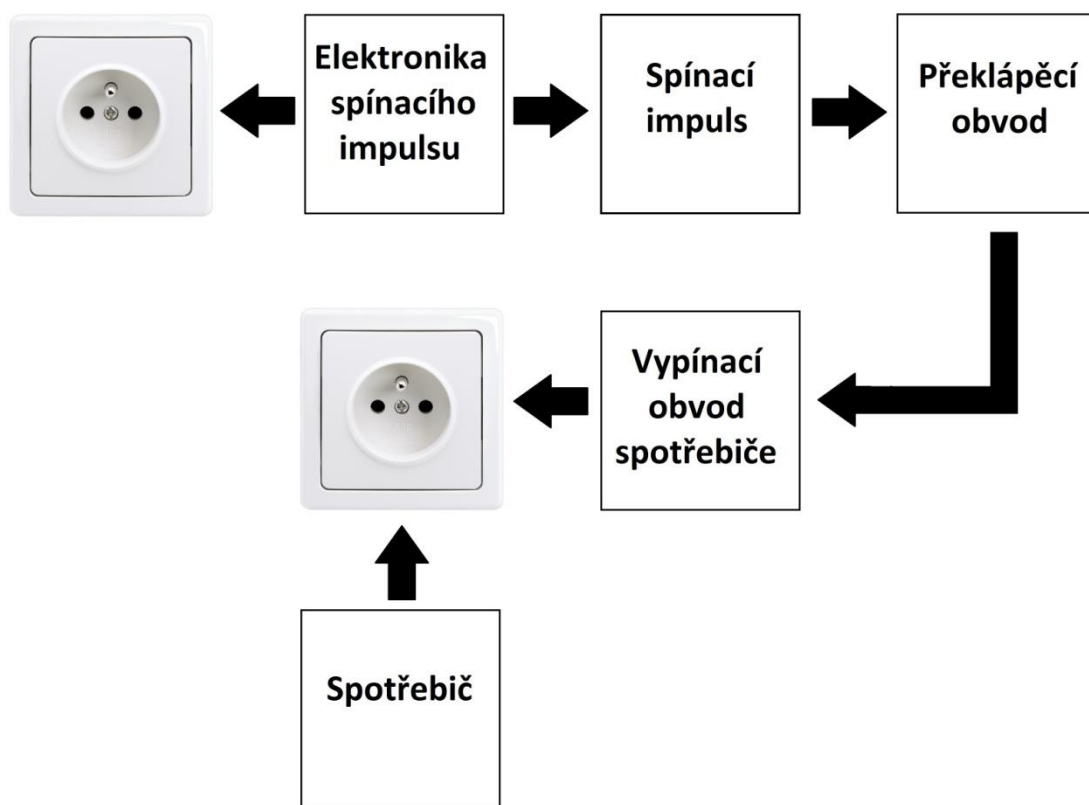
6.1 Vymezení požadavků

Vymezili jsme požadavky, které by měl náš přístroj splňovat:

- a) Musí být bezpečný z hlediska obsluhy tak, aby ho mohla obsluhovat i osoba bez odborné kvalifikace
- b) Musí být použitelný v částečně prašných a vlhkých prostorech
- c) Musí se aktivovat teprve po zapnutí spotřebiče do sledované zásuvky
- d) Po aktivaci buď nechá spotřebič zapnutý, nebo ho okamžitě vypne podle stavu impedanční smyčky
- e) Musí mít nastavitelnou citlivost pro připojení spotřebičů s různým příkonem
- f) Musí být použitelný i v sítích se zapojeným proudovým chráničem
- g) Musí být mobilní

6.2 Zvolení principu a popis funkce

Zařízení bude reagovat na pokles napětí v dané zásuvce po připojení spotřebiče. Pokles je přímo úměrný velikosti odporu impedanční smyčky a příkonu připojeného spotřebiče. Přístroj popíšeme v několika blocích



Obrázek 4 - Blokové schéma přístroje

Elektronika spínacího impulsu:

Vytváří kladný impuls, jehož velikost je přímo úměrná poklesu napětí v síti v okamžiku připojení zátěže.

Spínací impuls:

Je to vstupní impuls pro překlápěcí obvod. Klidová hodnota nastavena na 2,5V, maximální omezena na +- 20V.

Překlápěcí obvod:

Jeho hlavní částí je IO v zapojení klopného obvodu s nastavitelnou citlivostí.

Vypínací obvod zátěže:

Tvoří relé s prepínacími kontakty na 16A.

Spotřebič:

Je připojen přes hlídač impedanční smyčky do sítě. Citlivost zařízení je nastavena na zátěž cca 2kW. (testováno rychlovarnou konvicí)

7. Testování

7.1 Sestava hlídače impedanční smyčky s připojeným spotřebičem



Obrázek 5 - Sestava hlídače impedanční smyčky s připojeným spotřebičem

Popis:

Sestava zapojení: testovaná zásuvka - hlídač impedanční smyčky - varná konvice

Před zapnutím varné konvice kontrolka musí svítit zeleně. Aktivace se provede červeným tlačítkem

Přepínač citlivosti v poloze 1 – malá citlivost

Hlídač impedanční smyčky neodpojí konvici od sítě, pokud je odpor impedanční smyčky malý (malý pokles napětí v síti) a odpojí, pokud je odpor příliš velký (velký pokles napětí v síti).

Přepínač citlivosti v poloze 0 – velká citlivost

Hlídač impedanční smyčky konvici vždy odpojí bez ohledu na stav impedanční smyčky. Toto nastavení slouží pouze k prezentaci vysoké citlivosti hlídače

7.2 Sestava simulátoru poklesu napětí a hlídače impedanční smyčky



Obrázek 6 - Sestava simulátoru poklesu napětí a hlídače impedanční smyčky

Simulátor poklesu napětí slouží pouze pro demonstraci velkého poklesu napětí v síti. **Do simulátoru zapojovat pouze hlídač bez připojené zátěže.** Testujeme totiž citlivost samotného hlídače na velikost poklesu napětí v síti.

Levé tlačítko simulátoru – malý pokles napětí, řádově několik voltů (situace v běžné síti po připojení spotřebiče)

Pravé tlačítko simulátoru – velký pokles napětí, řádově desítky voltů (situace ve špatné síti nebo při připojení přes dlouhou prodlužovací šňůru).

Činnost:

Přepínač poloha 0 (velká citlivost hlídače) – při aktivaci levého i pravého tlačítka hlídač zareaguje (nízký pokles)

Přepínač poloha 1 – při aktivaci levého tlačítka hlídač nezareaguje, při aktivaci pravého tlačítka hlídač zareaguje (vysoký pokles)

Funkce kontrolky:

Kontrolka svítí zeleně - zásuvka hlídače není odpojena

Kontrolka svítí červeně -zásuvka hlídače je odpojena

8. Celkové provedení

Hlídač umístěn v krabici se zásuvkou s krytím IP54 (použití v částečně prašném a vlhkém prostředí)

V praktickém použití bude citlivost snímače nastavena na nejvyšší příkon připojeného spotřebiče, tudíž odpadá přepínací tlačítko citlivosti 0-1. Resetovací tlačítko a indikační dioda budou nahrazeny typy s příslušným krytím IP.

9. Závěr

Při práci na tomto projektu jsme získali několik cenných zkušeností. A to:

- zkušenost s návrhem, konstrukcí, sestavením a oživením daného zařízení
- získáním cenných zkušeností od Zdeňka Armeta pro tuto naši konstrukci, ale i praktických rad do našeho života
- byli jsme seznámeni s prací servisního technika MaR, dále s lokalizací a opravou častých závad na výměňkových stanicích
- velmi cenná byla i spolupráce s Ing. Liborem Strakou na fakultě silnoproudé elektrotechniky, kde naše zařízení bylo přeměřeno a vyzkoušeno na různou citlivost. Byla nám též umožněna prohlídka v prostorách katedry.

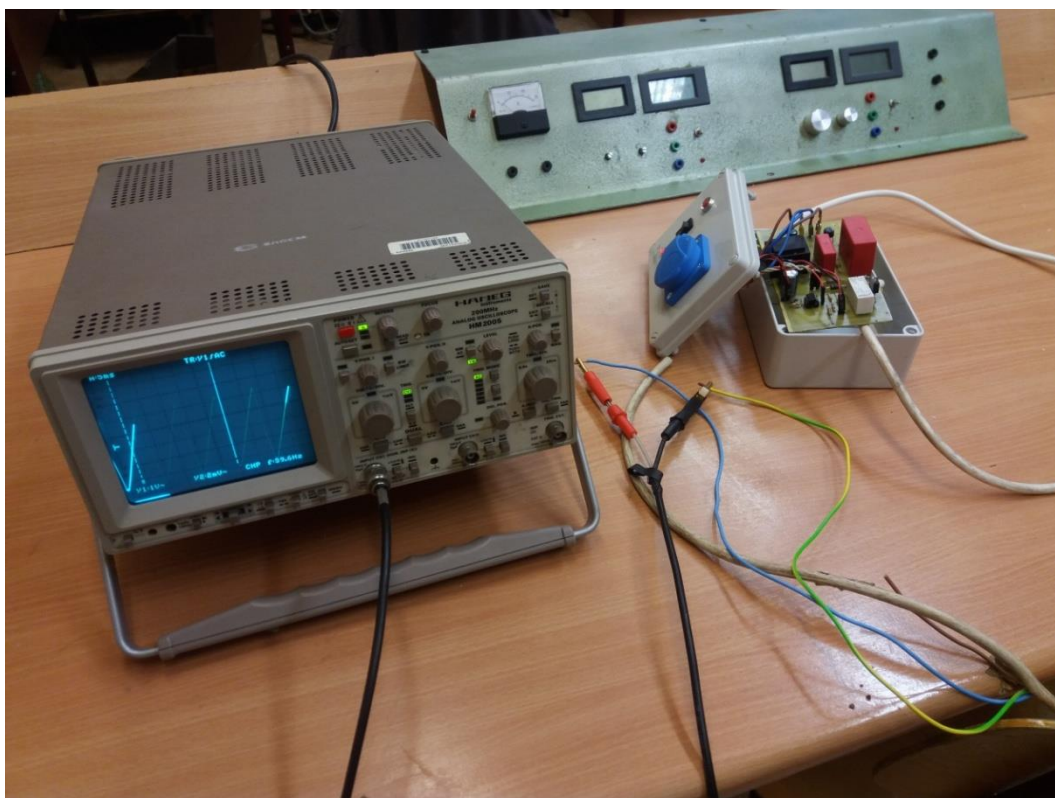
10.Zdroje

- MIKOTA, Bohumil *Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím odpojením od zdroje: (jistíci přístroje OEZ Letohrad s.r.o. ve vztahu k ČSN 33 2000-4-41 nahrazující ČSN 34 1010)*. Brno: Elektromanagement, 1996, 32 s. Elektrotechnické příručky.
- ČSN 33 2000-4-41 Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- ČSN 33 1500 Revize elektrických zařízení
- Amarokcz. Luboš Stříteský, [cit. 2016-01-2].
- FROHN, Manfred. *Elektronika: polovodičové součástky a základní zapojení*. 1. české vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2006, 479 s. ISBN 80-7300-123-3.

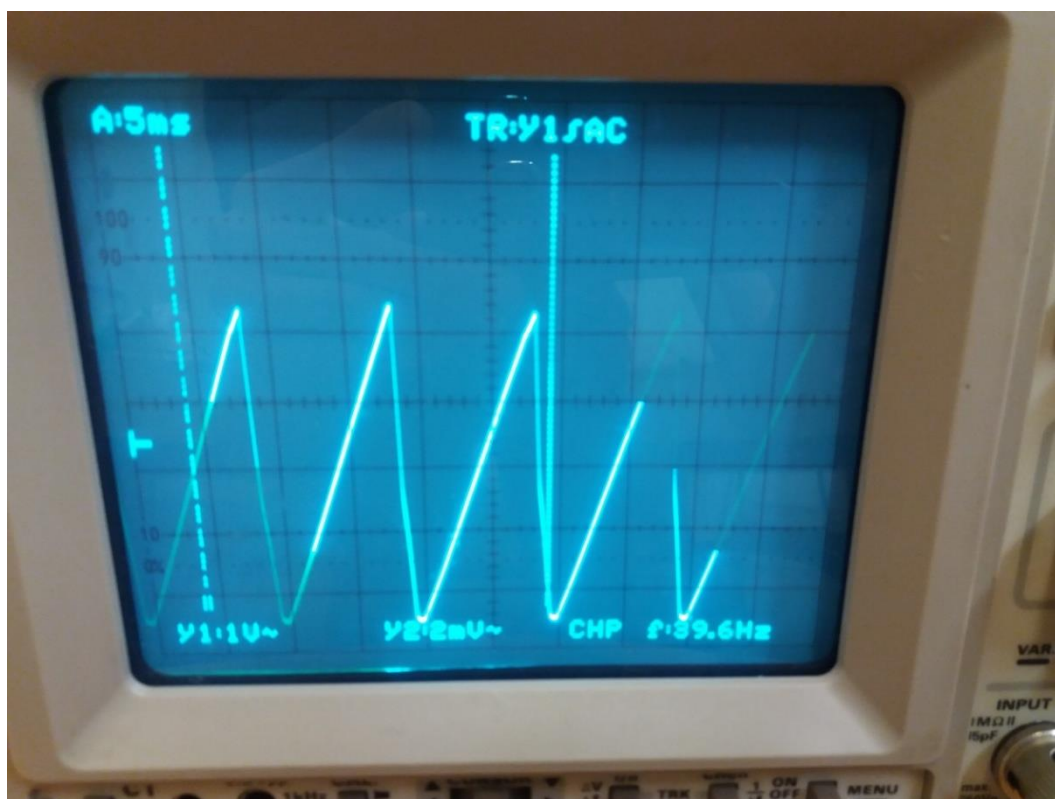
11. Poděkování:

Děkujeme Zdeňku Arnetovi za praktické připomínky a rady k projektu, Ing. Liboru Strakovi za spolupráci při přeměrování vlastností přístroje, Bc. Jánů Hýblovi za celkovou organizaci a Ing. Jaroslavu Mlejnkovi za odborné vedení.

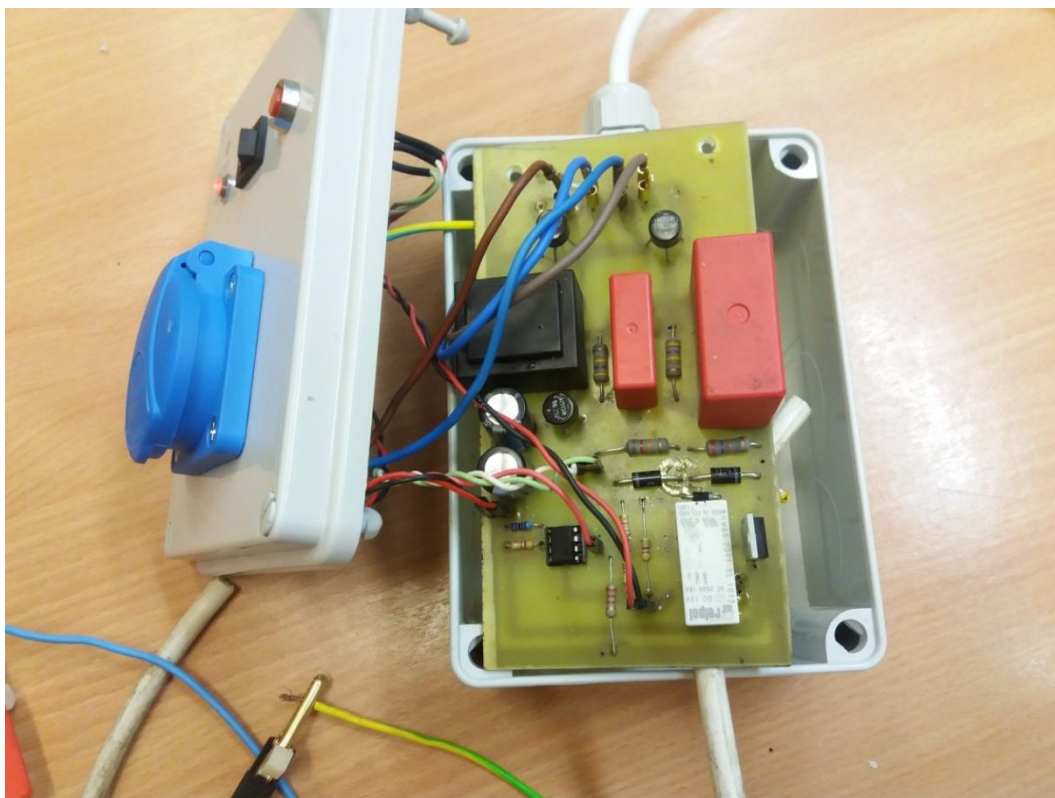
12. Přílohy:



Obrázek 7 - Nastavování a měření hlídače impedanční smyčky



Obrázek 8 - Snímání impulsu



Obrázek 9 - Osazená DPS hlídače impedanční smyčky



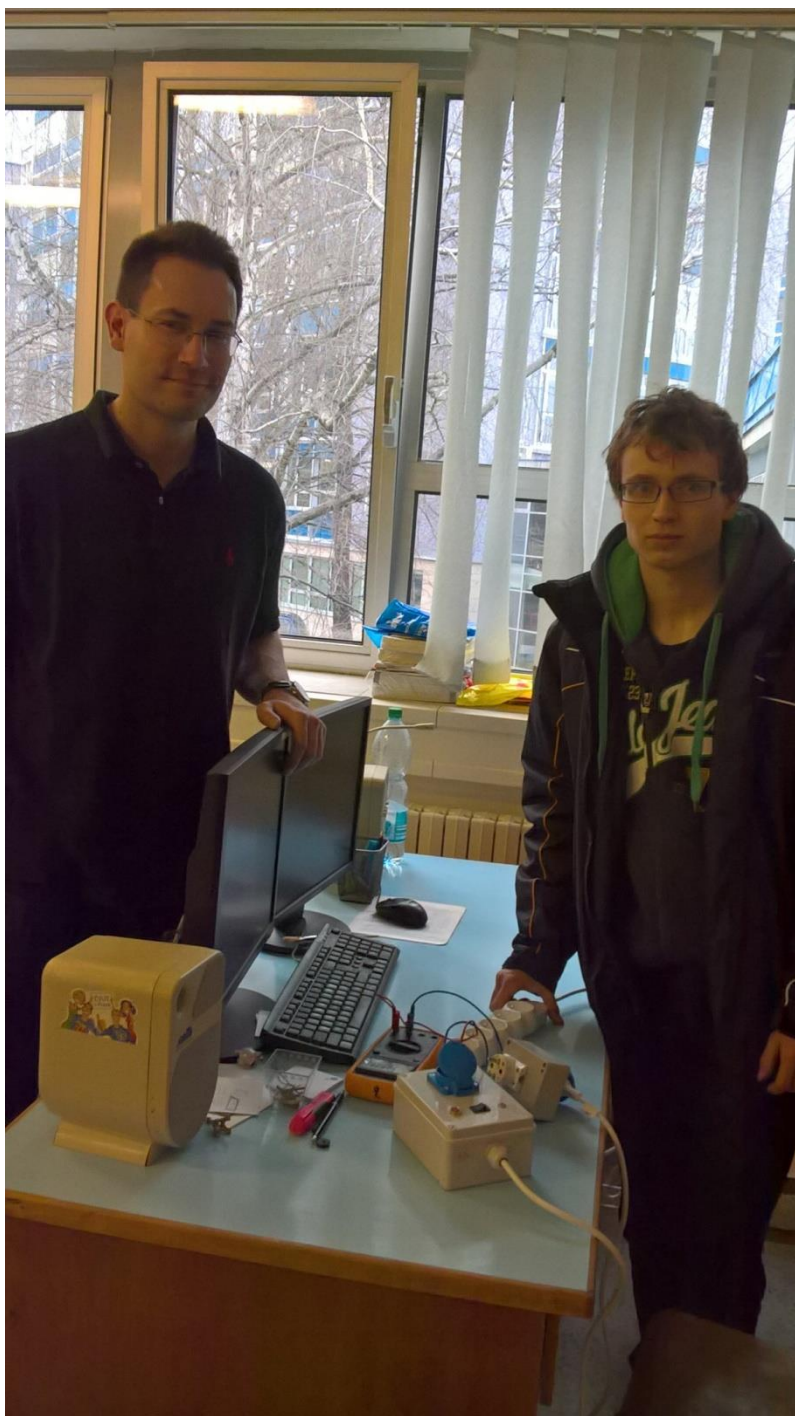
Obrázek 10 - Hlídač impedanční smyčky



Obrázek 11 - Simulátor poklesu napětí v síti



Obrázek 12 - Zkušebna ČVUT – FEL, katedra elektroenergetiky



Obrázek 13 - Kabinet ČVUT, katedra elektroenergetiky - Ing. Libor Straka



Odborné posouzení projektu

Posouzení se týká ověření, zdali zařízení pro detekci a měření impedanční smyčky funguje správně pro různé případy zapojení elektrické zátěže v síti nízkého napětí.

Byl vytvořen počítačový matematický model, který dle zadaných vstupních hodnot vypočítává a simuluje reálný přechodný děj, který po připojení skutečné elektrické zátěže nastane. V dalším kroku bylo zařízení v laboratoři Katedry elektroenergetiky sestaveno a byla provedena měření a ověřování parametrů pro různé stavy zapojení. Pro všechny stavy zapojení měřené zařízení fungovalo spolehlivě, reagovalo a detekovalo případné poruchy a nestandardní stavy v elektroenergetické síti, jako pokles napětí apod.

Z hlediska odborného posouzení a pečlivého proměření přípravku k měření a detekci impedanční smyčky lze tvrdit, že funguje dle předpokladů.

V Praze 8.12.17

Ing. Libor Straka
Katedra elektroenergetiky
Fel – ČVUT v Praze