



# VÝZKUMNÝ MODEL ČÁSTI DISTRIBUČNÍ SÍTĚ VYSOKÉHO NAPĚTÍ

**Příručka s popisem**

BRNO 2011

# OBSAH

1 Vlastnosti modelu VN Sítě .....	3
1.1 Vlastnosti jednotlivých úseků sítě .....	3
1.2 Vlastnosti regulovatelného 3 fázové odběru .....	5
1.3 Vlastnosti převodníku I/U využívající proudové snímače .....	6
1.4 Vlastnosti – napájecí a měřící část modelu .....	7
1.5 Vlastnosti - konstrukční řešení .....	8
2 Schémata .....	11
2.1 Schéma – kabelové vedení .....	11
2.2 Schéma – regulovatelná zátěž 2 a 4 MW .....	11
2.3 Schéma – Proudový snímač .....	11
2.4 Schéma – Venkovní vedení V1, V2 a V3 .....	13
3 Fotodokumentace .....	14
3.1 Přední panel – Venkovní vedení V1 a V3 .....	14
3.2 Přední panel – Venkovní vedení V2 .....	14
3.3 Přední panel – Kabelové vedení .....	15
3.4 Přední panel – Snímač proudu 2 A .....	15
3.5 Přední panel – Snímač proudu 25 A .....	16
3.6 Přední panel – Regulovatelná zátěž 2 MW .....	16
3.7 Přední panel – Regulovatelná zátěž 4 MW .....	17

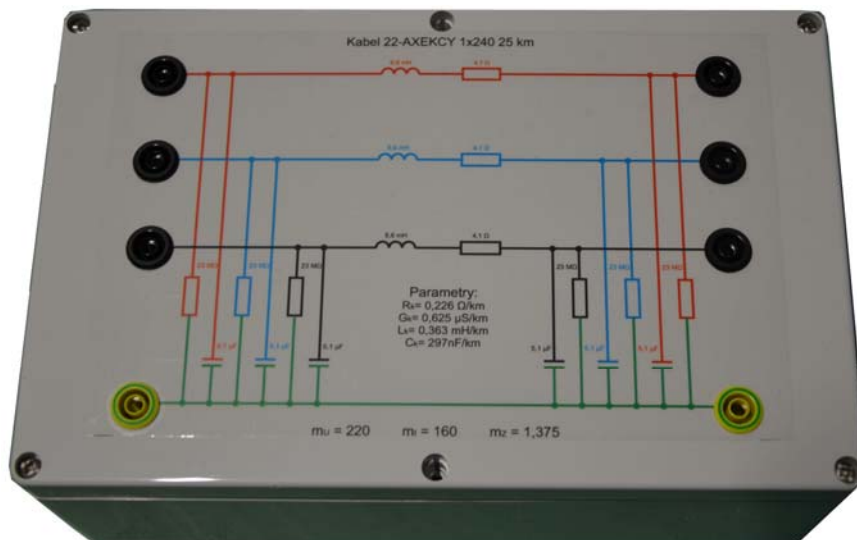
# 1 VLASTNOSTI MODELU VN SÍTĚ

Model sítě byl navržen a zrealizován s co největší možnou variabilitou a zároveň jednoduchostí. Z hlediska dynamiky vyhovuje ustáleným stavům i pomaluběžným stavům přechodovým.

## 1.1 Vlastnosti jednotlivých úseků sítě

Celkem bylo zrealizováno 15 jednotlivých třífázových modelů sítě, 5 regulovatelných třífázových modelů zátěže a 4 snímače proudu. Jednotlivé prvky (úseky sítě, zátěže i snímač) jsou uloženy v univerzálních polykarbonátových krabičkách ZP 15/ ZPS 15 od firmy Abtech. Tyto krabičky odpovídají všem požadavkům, včetně rázuvzdornosti, nehořlavosti a krytí IP 66.

- Kabelová vedení :
- jako 3 fázový kabel symetrický 22-AXEKCY 1x240 s navzájem izolovanými žilami, uloženými v těsném trojúhelníku
  - nahrazeno symetrickým  $\Pi$  článkem
  - jmenovité sdružené napětí modelu: 3x100 V
  - maximální jmenovitý proud modelu: 700 mA
  - krátkodobý zkratový proud (po dobu max. 2s): 15 A
  - délka vedení: 75 km (3 úseky po 25 km)
  - v příčné větvi kapacity proti zemi a odporový svod
  - v podélné větvi pouze cívky s vlastní indukčností a rezistory
  - tolerance prvků : kapacity: 5%
  - rezistory a indukčnosti: 10%



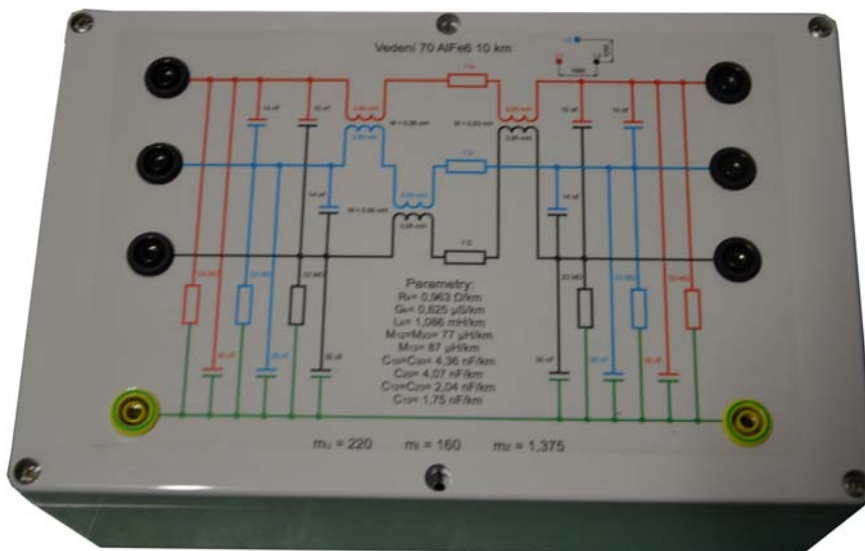
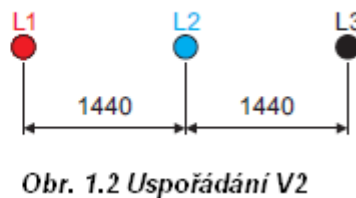
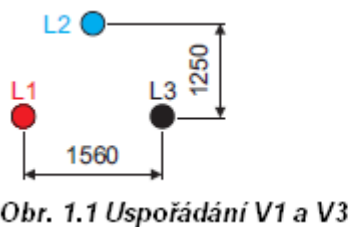
**Obr. 1.1 Model úseku kabelu**

Venkovní vedení : - jako 3 fázové venkovní vedení dvojího typu:

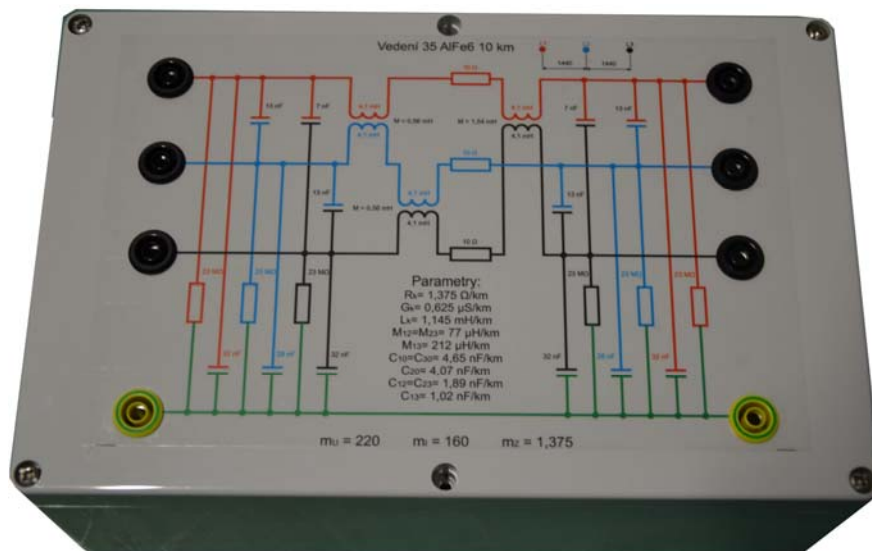
V1 a V3 - 70 AIFe6 uspořádané do rovnostranného trojúhelníka (viz. Obr. 1.1)

V2 - 35 AIFe6 uspořádané do roviny (viz. Obr. 1.2)

- nahrazeno symetrickým  $\Pi$  článkem
- jmenovité sdružené napětí modelu: 3x100 V
- maximální jmenovitý proud modelu: 700 mA
- krátkodobý zkratový proud (po dobu max. 2s): 15 A
- délka vedení V1: 50 km (5 úseků po 10 km)
- délka vedení V2: 30 km (3 úseky po 10 km)
- délka vedení V3: 40 km (4 úseky po 10 km)
- v příčné větvi kapacity proti zemi a odporový svod
- realizovány mezifázové kapacity
- v podélné větvi cívky s vlastní indukčností a rezistory
- zakomponování příslušných mezifázových vzájemných indukčností
- tolerance prvků : kapacity: 5%
- rezistory a indukčnosti: 10%



Obr. 1.3 Model úseku vedení V1 a V3



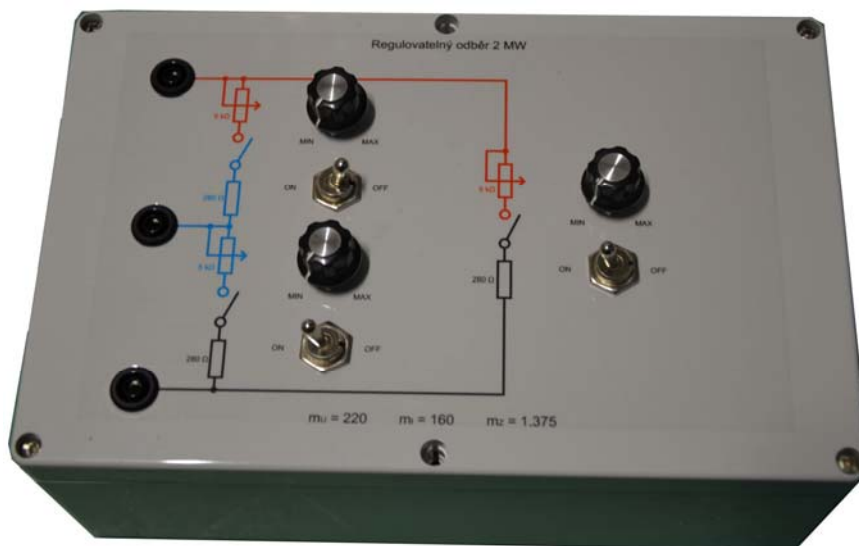
**Obr. 1.4 Model úseku vedení V2**

## 1.2 Vlastnosti regulovatelného 3 fázové odběru

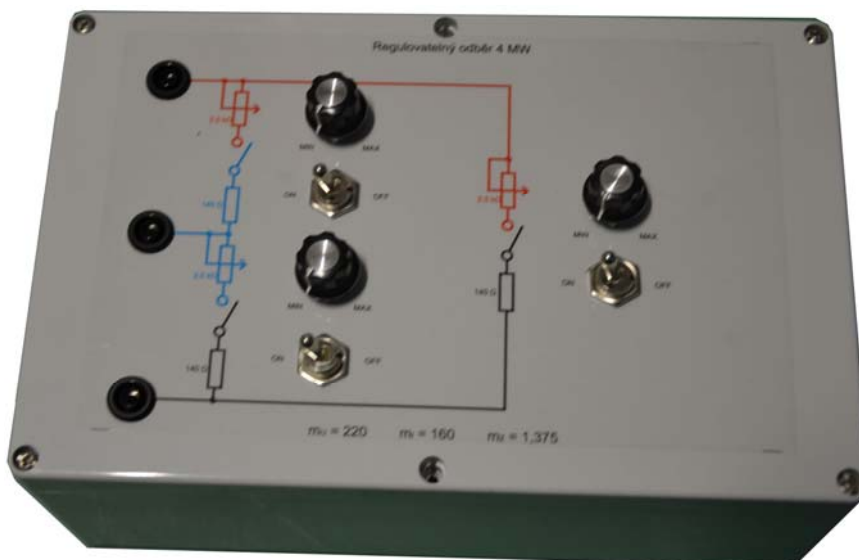
Kabelové vedení: - bez uvažované zátěže (slouží pouze jako kapacita v síti pro vytvoření potřebného kapacitního proudu)

Venkovní vedení: - zátěž řešena jako 3 fázová zapojená do trojúhelníka

- je tvořena čistě odporově, takže představuje pouze činnou zátěž
- umožňuje regulaci odběru od cca. 10% do 130% jmenovité hodnoty proudu
- pomocí vypínače umožňuje úplné odpojení zátěže
- integrovaný rezistor určuje maximální nastavitelnou hodnotu proudu procházejícího zátěží
- pro vedení V1: 2x zátěž 2 MW (jm. fázový proud 52,5 A)
- pro vedení V2: 1x zátěž 4 MW (jm. fázový proud 105 A)
- pro vedení V3: 2x zátěž 2 MW (jm. fázový proud 52,5 A)
- maximální doba chodu nesmí překročit čas 30 minut, jinak bude hrozit přehřátí jednotlivých komponentů
- tolerance a teplotní stabilita prvků: 10%



**Obr. 1.5 Model regulovatelné zátěže 2 MW**



**Obr. 1.6 Model regulovatelné zátěže 4 MW**

### 1.3 Vlastnosti převodníku I/U využívající proudové snímače

Funkce převodníku pro celý rozsah ustálených i poruchových proudů. Co největší možná linearita, nízké zkreslení a zakomponování bezpečnostním prvků.

K tomuto účely jsou zde využívány proudové senzory typ LA 25-NP. Tyto senzory mají potřebnou linearitu v celém proudovém rozsahu, jsou galvanicky oddělené (měřený / měřicí okruh) až 2,5 kV. Mají nízký teplotní drift a malý teplotní šum.

K účelu měření ustálených proudů jsou pro nás vhodné senzory LA 25-NP/SP8 s jmenovitým proudem 2 A a maximálním měřicím proudem 3 A. Podle nastaveného snímacího rezistoru je možné tyto senzory použít pro převod 4 V / 2 A.

K měření přechodových jevů a simulaci poruch využijeme nastavitelné senzory LA 25-NP s jmenovitým proudem 25 A a maximálním měřicím proudem 36 A. Podle nastaveného snímacího rezistoru je možné tyto senzory použít pro převod 5 V / 25 A.

Senzory pro svoji činnost potřebují galvanicky oddělené napájení +/- 15 VDC. K touto účely musejí být vytvořeny napájecí obvody +/- 15 VDC a potřebném proudu 50 mA, napájené ze sítě 230 VAC.



**Obr. 1.7 Model snímače proudu 2 A**



**Obr. 1.8 Model snímače proudu 25 A**

## 1.4 Vlastnosti – napájecí a měřicí část modelu

Tato část modelu je oddělenou částí sestavy, připevněná na vlastním samonosném rámu. Zahrnuje:

- Napájecí trojvinuťový transformátor: 3x400/3x100 V
- Kompenzační regulovatelná tlumivka zapojená v uzlu sekundárního vinutí transformátoru
- Časové obvody
- Přepínatelné odporníky
- Měření poruchového proudu a netočivé složky napětí
- Výstupní svorky určené k napájení jednotlivých modelů vedení a kabelů



**Obr. 1.9 Napájecí transformátor**



**Obr. 1.10 Konstrukční řešení měřící a napájecí části modelu**

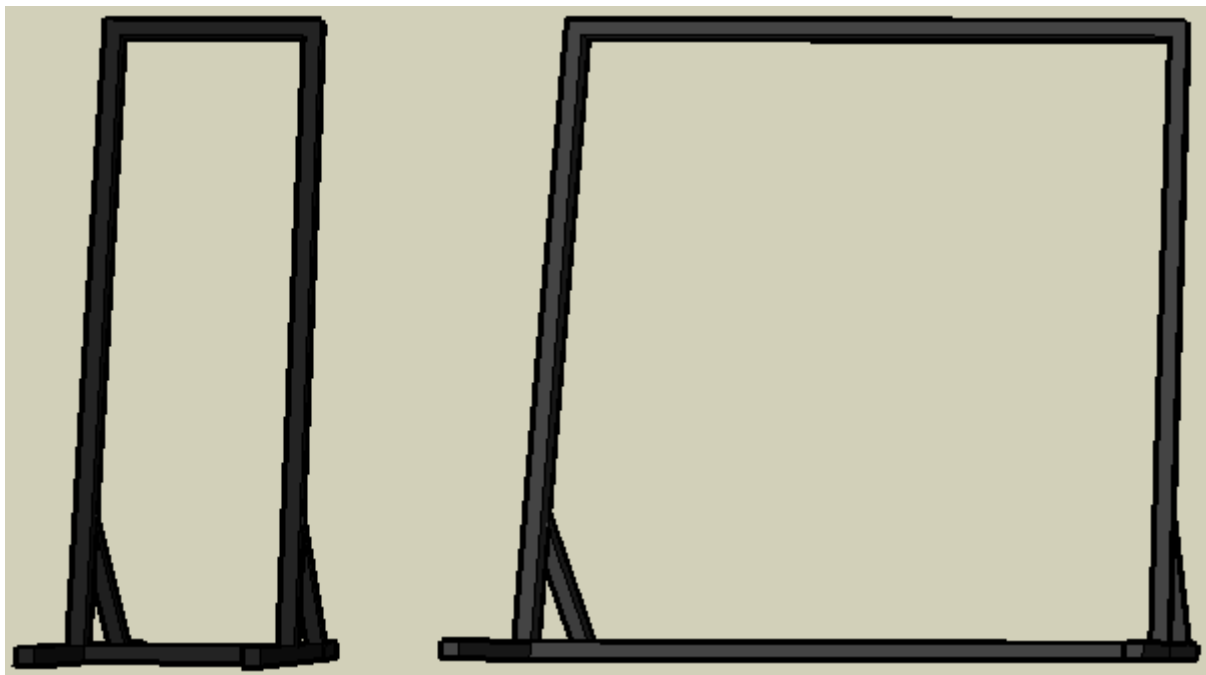
## 1.5 Vlastnosti - konstrukční řešení

Jednotlivé prvky (úseky sítě, zátěže i snímače proudu) jsou uloženy v univerzálních polykarbonátových krabičkách ZP 15/ ZPS 15 od firmy Abtech. Tyto krabičky odpovídají všem požadavkům, včetně rázuvzdornosti, nehořlavosti a krytí IP 66.

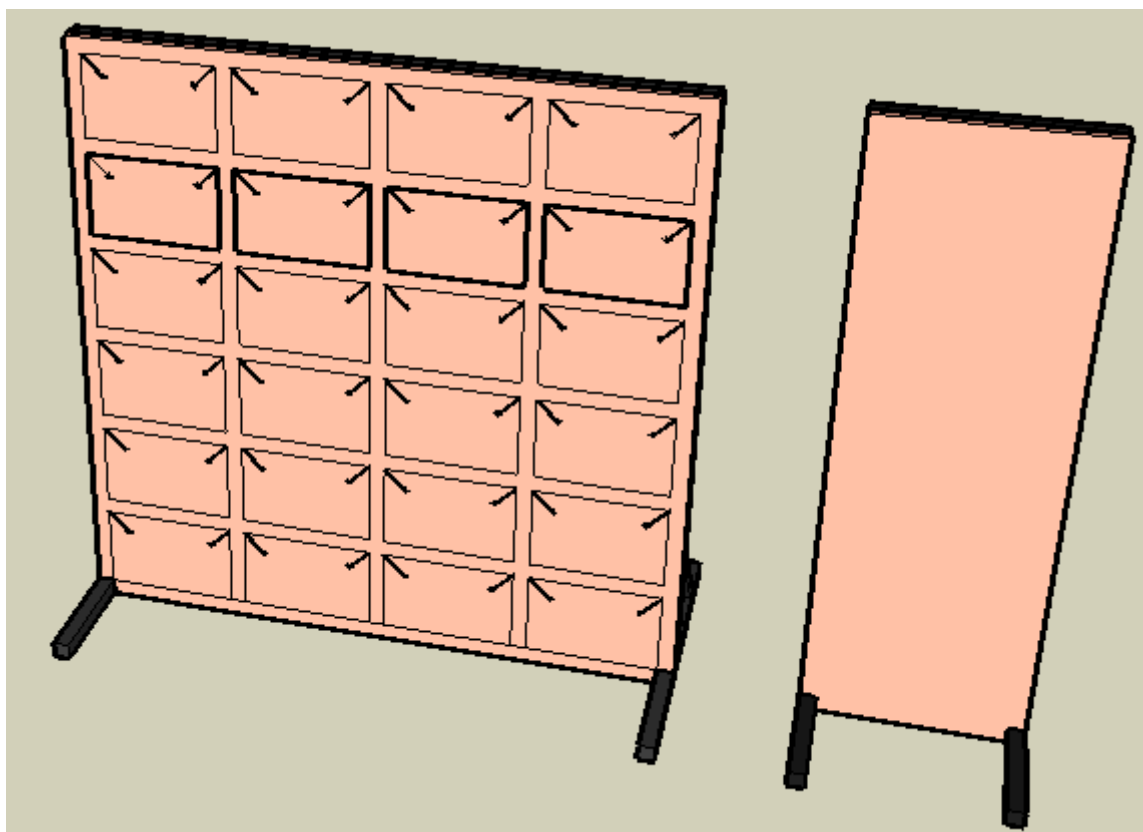
Konstrukční rámy byly zrealizovány jako samonosné, vzniklé svařením čtverhranných profilových tyčí o hraně 3 cm. Rám byl zabroušen a opatřen černým nátěrem. Rozměry rámu pro jednotlivé modely sítě jsou 1170 x 1150 mm. Rámy slouží jako pevný stojan pro desky z dřevotřísky opatřené povrchovou úpravou.



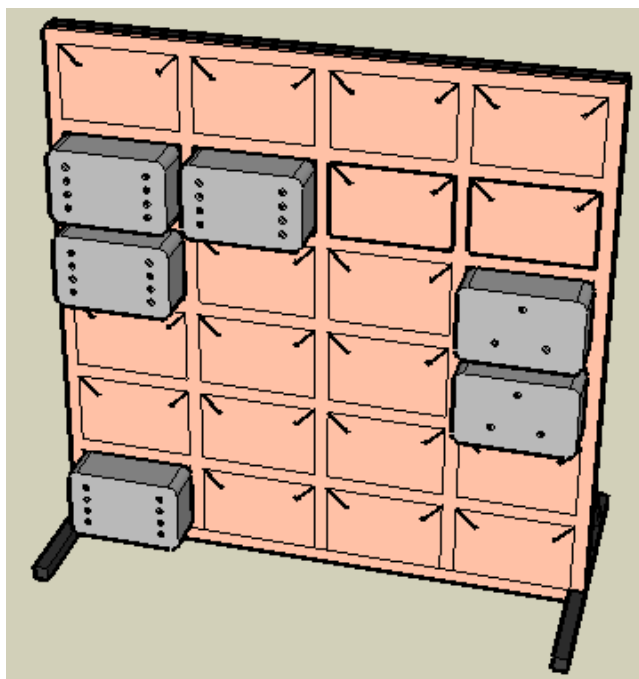
Zadní částí je tyto krabičky možné zavěsit na panel pomocí dvou nastavitelných šroubů. Přední panel je vybaven fóliovým potiskem a vstup/výstupními zdíčkami od firmy MC.



**Obr. 1.11 Konstrukční rámy- návrh**



**Obr. 1.12. Konstrukční rámy s deskou - návrh**



**Obr. 1.13. Konstrukční rám vybaven modely sítě - návrh**



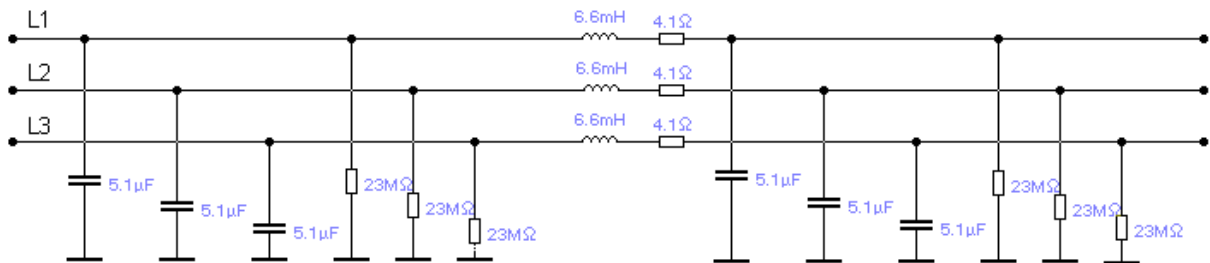
**Obr. 1.14 Konstrukční řešení panel pro modely vedení a zátěže (prázdný)**



**Obr. 1.15 Konstrukční řešení panel pro modely vedení a zátěže (plně obsazený)**

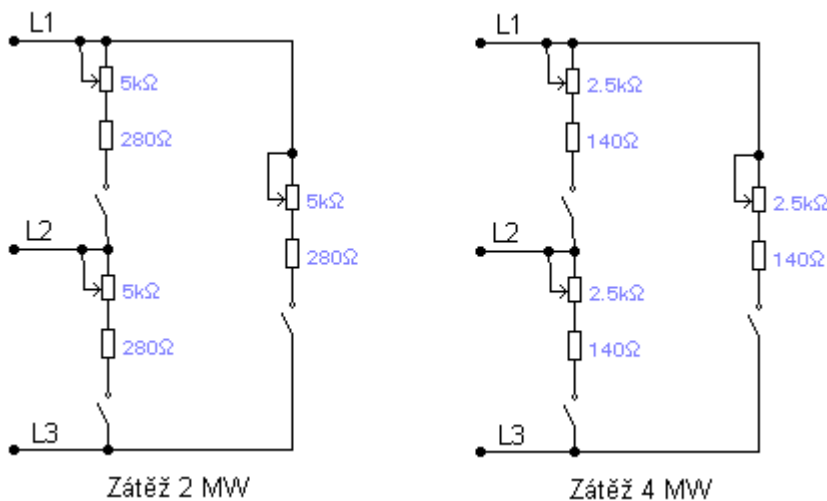
## 2 SCHÉMATA

### 2.1 Schéma – kabelové vedení



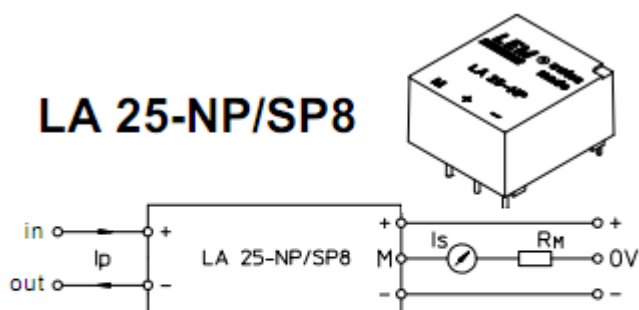
Obr. 2.1 Schéma – kabelové vedení

### 2.2 Schéma – regulovatelná zátěž 2 a 4 MW



Obr. 2.2 Schéma – regulovatelná zátěž 2 a 4 MW

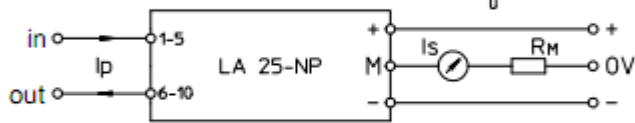
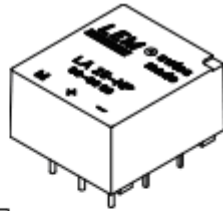
### 2.3 Schéma – Proudový snímač



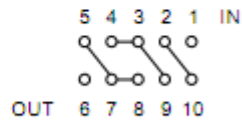
$I_{in} = 2 \text{ A}$   
 $I_{out} = 24 \text{ mA}$   
 $R = (4 \text{ V} / 24 \text{ mA}) = 167 \text{ } \Omega \quad 2 \text{ A} = 4 \text{ V}$

Obr. 2.3 Schéma – Proudový snímač LA 25-NP/SP8

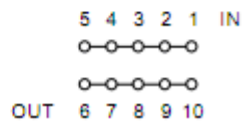
## LA 25-NP



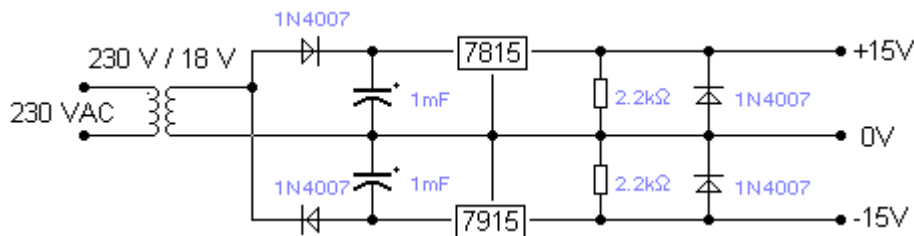
$I_{in} = 6 \text{ A (9 A max.)}$   
 $I_{out} = 24 \text{ mA}$   
 $R = (6 \text{ V} / 24 \text{ mA}) = 250 \ \Omega$



$I_{in} = 25 \text{ A (36 A max.)}$   
 $I_{out} = 25 \text{ mA}$   
 $R = (5 \text{ V} / 25 \text{ mA}) = 200 \ \Omega$

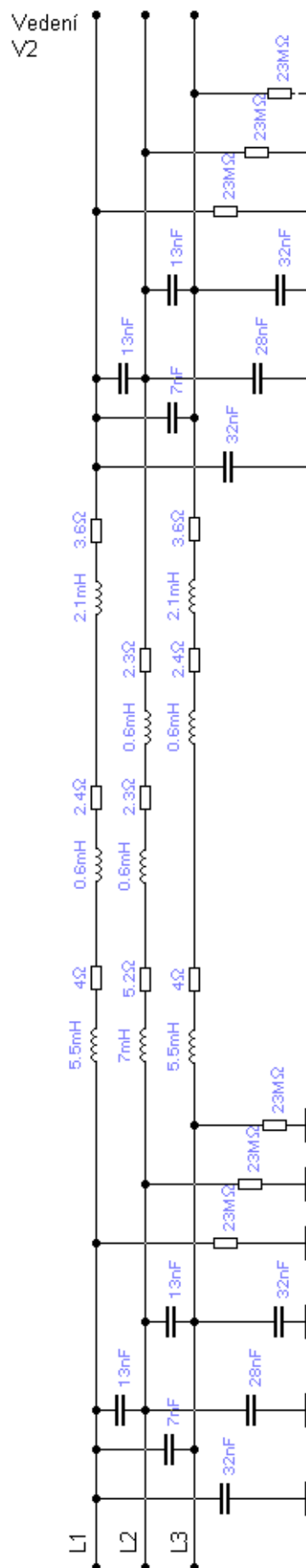
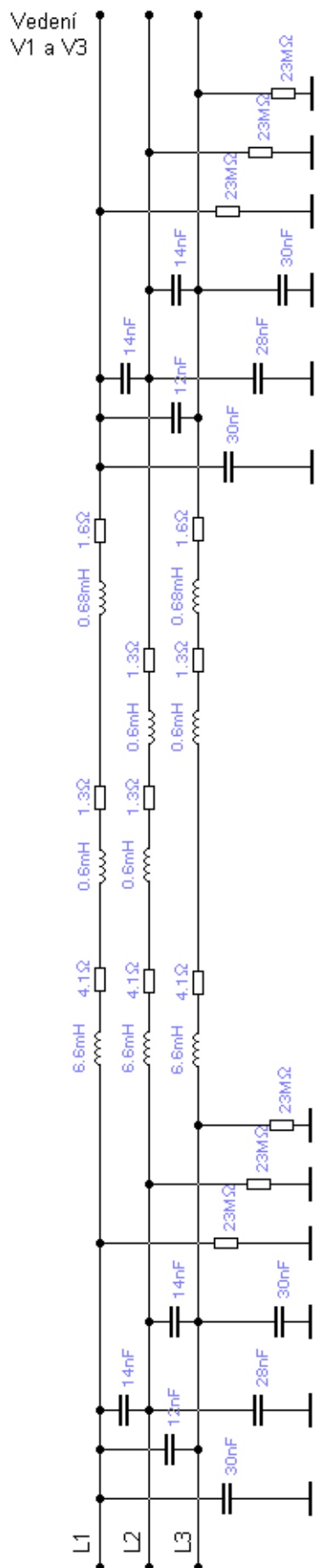


**Obr. 2.4 Schéma – Proudový snímač LA 25-NP**



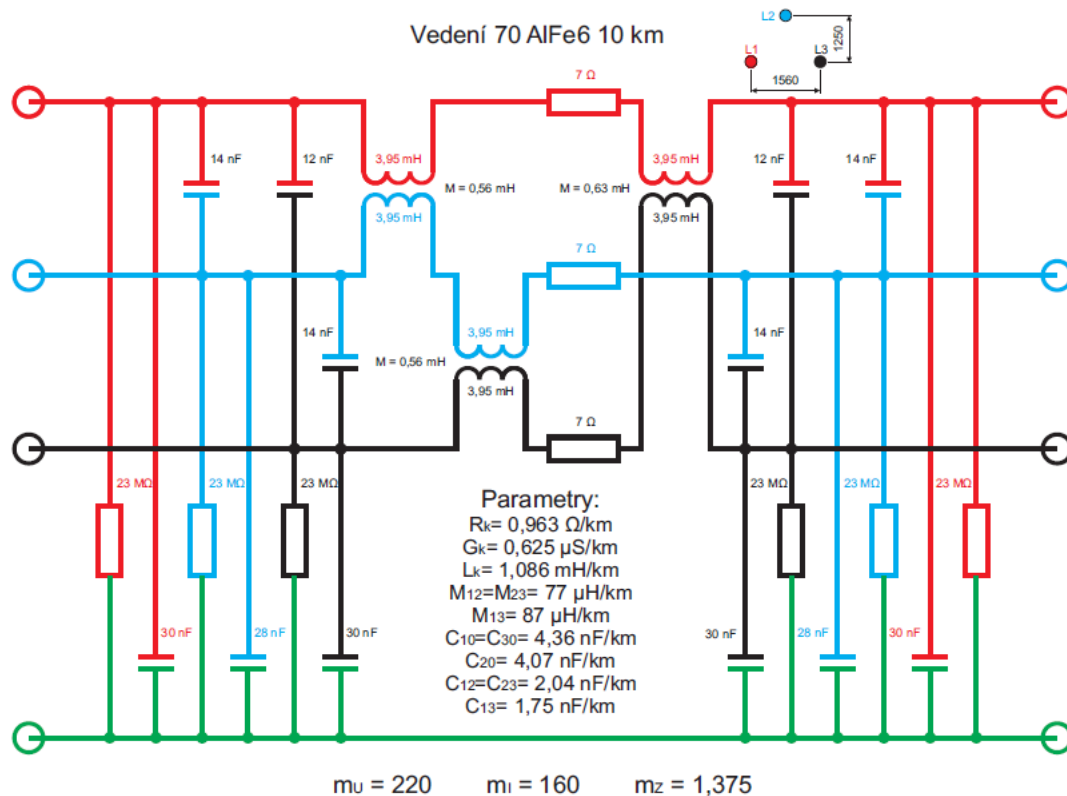
**Obr. 2.5 Schéma – Proudový snímač (napájecí zdroj)**

## 2.4 Schéma – Venkovní vedení V1, V2 a V3

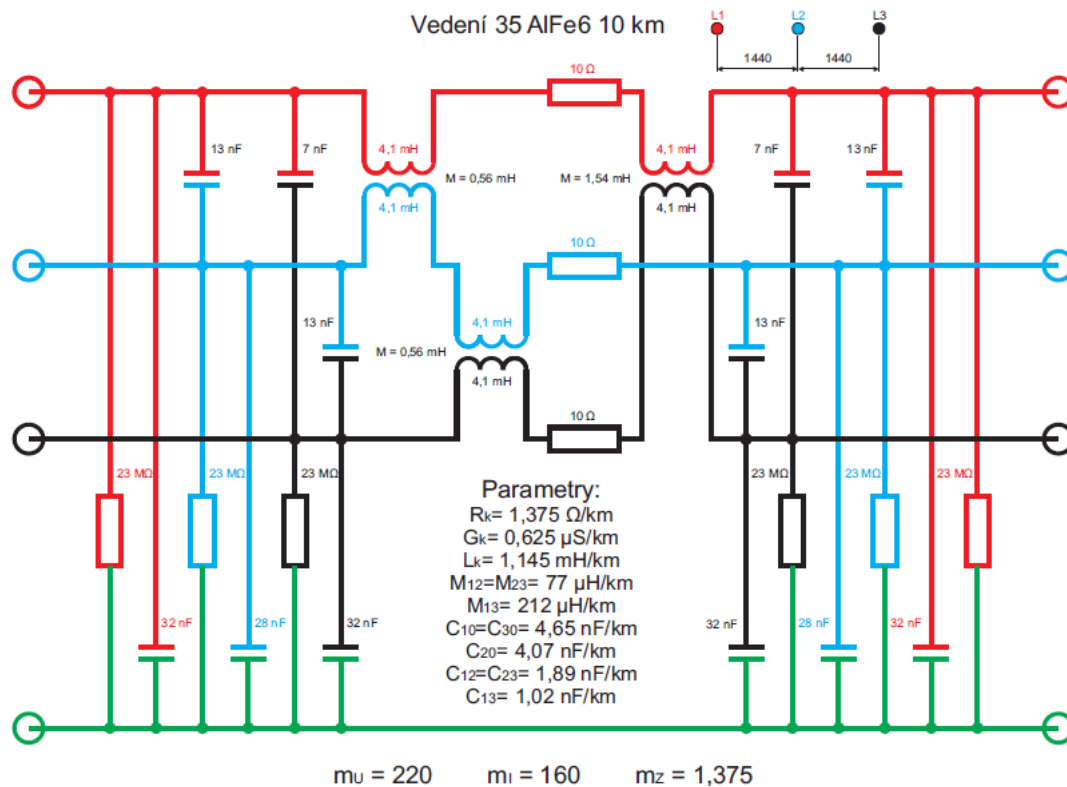


### 3 FOTODOKUMENTACE

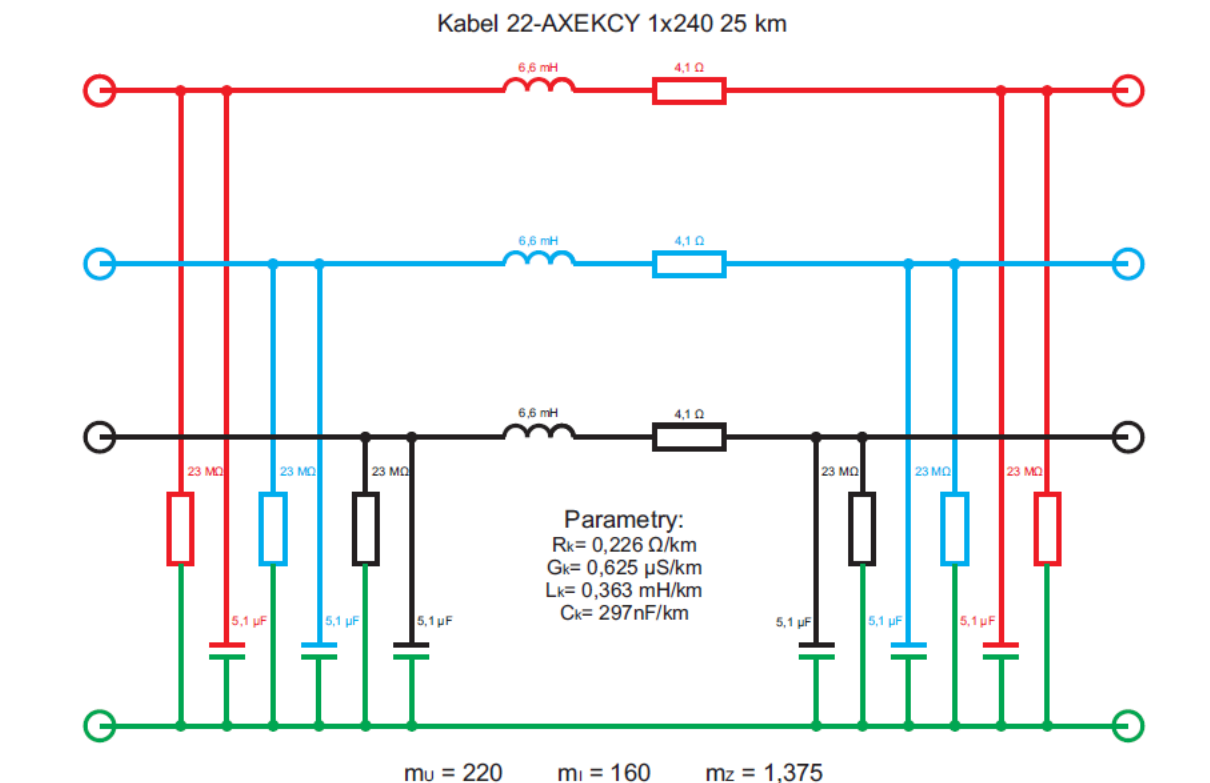
#### 3.1 Přední panel – Venkovní vedení V1 a V3



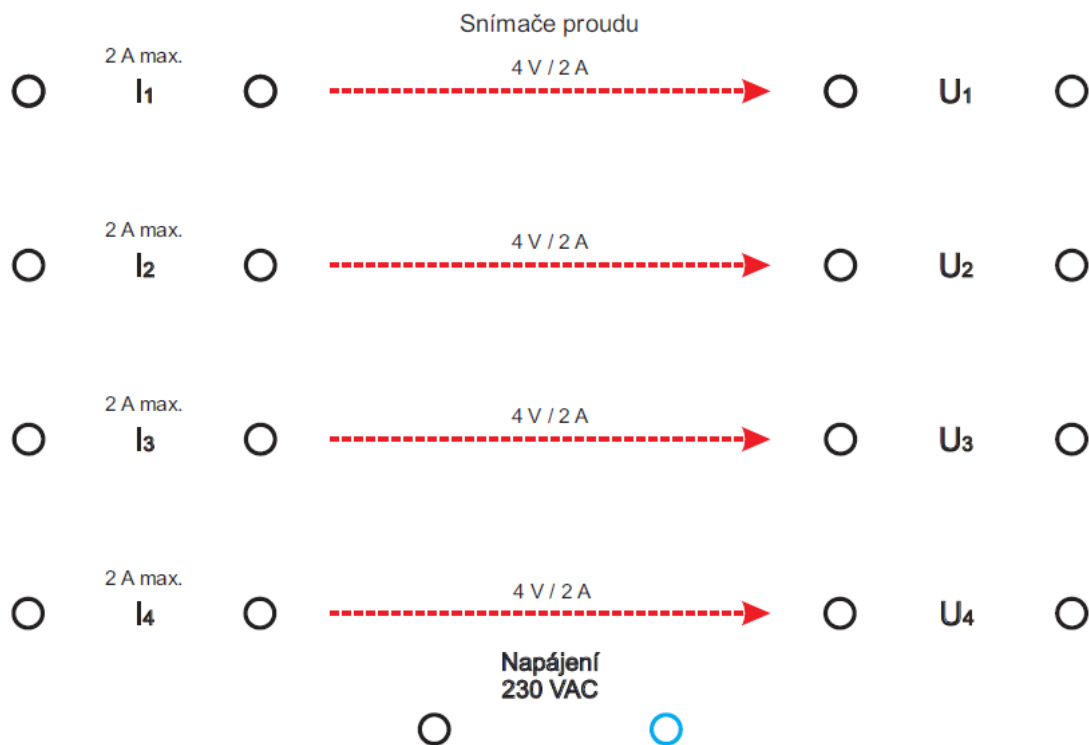
#### 3.2 Přední panel – Venkovní vedení V2



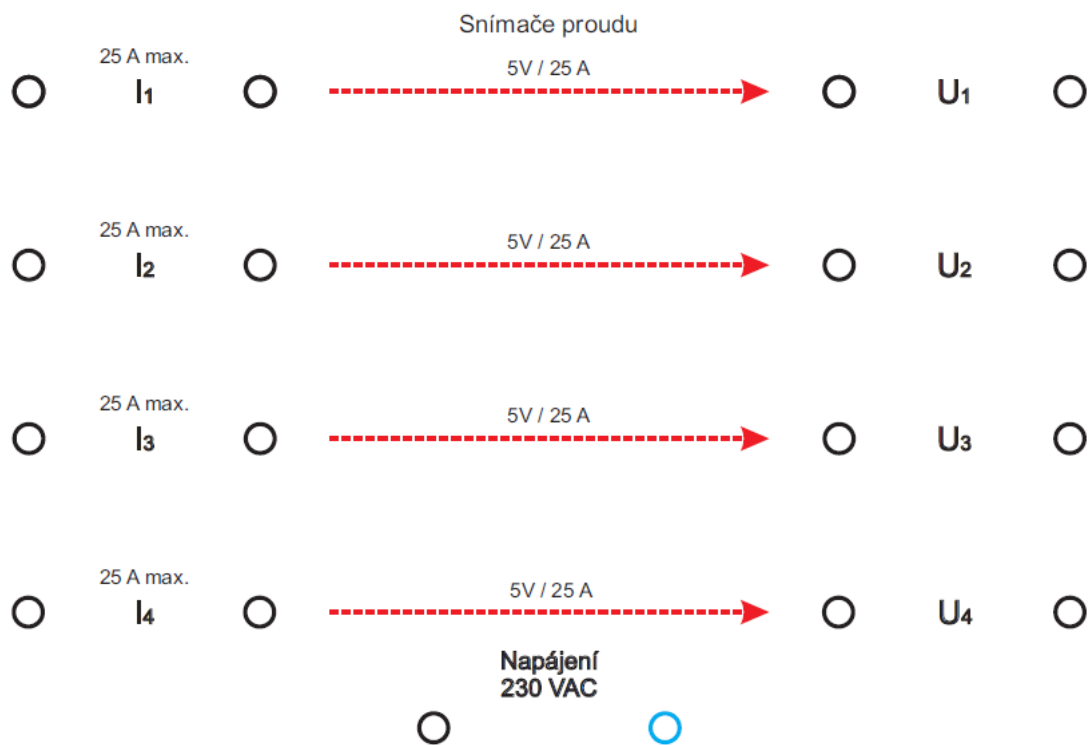
### 3.3 Přední panel – Kabelové vedení



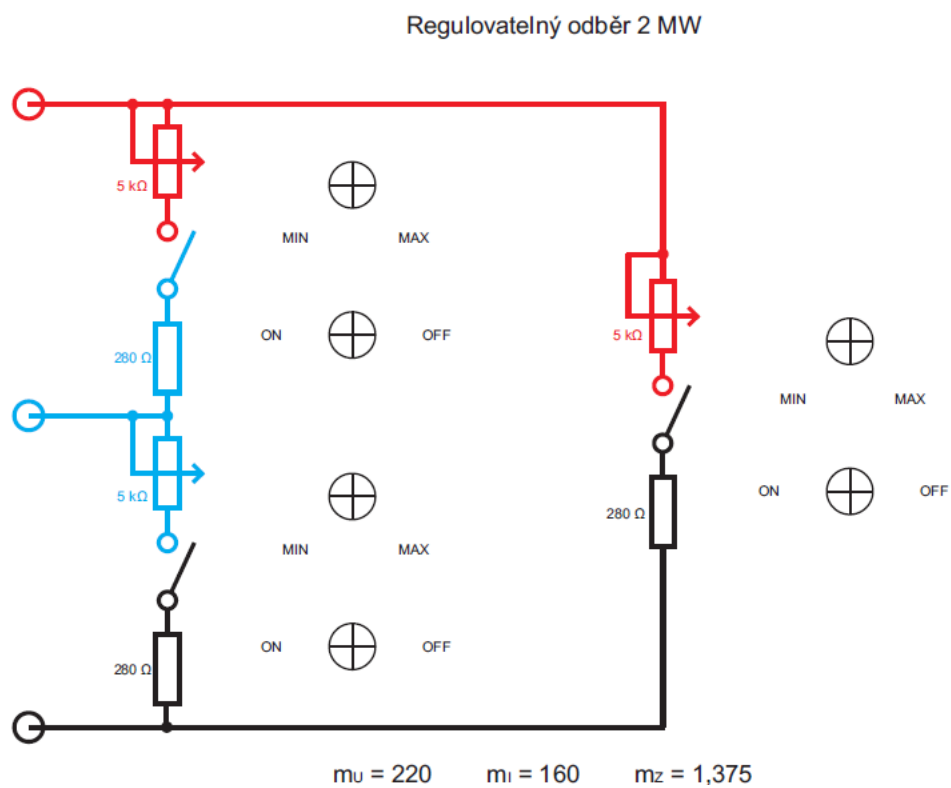
### 3.4 Přední panel – Snímač proudu 2 A



### 3.5 Přední panel – Snímač proudu 25 A



### 3.6 Přední panel – Regulovatelná zátěž 2 MW





### 3.7 Přední panel – Regulovatelná zátěž 4 MW

Regulovatelný odběr 4 MW

