

# Selectivity of Switchgears

Tomáš Ondruš  
Master Degree Programme (1), FEEC BUT  
e-mail: xondru10@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Valenta  
e-mail: valentaj@feec.vutbr.cz

## Abstract

This work is focused on the matter of proper selectivity of switchgears. It is an emerging area dealing with the matter of appropriateness of sequence in switching-in of protection devices of given electric current values in order to achieve the state, when, in the case of particular circuit section breakdown, only the protective device placed fast by the section broken in the direction from the electrical source is to be switched off.

## 1. Úvod

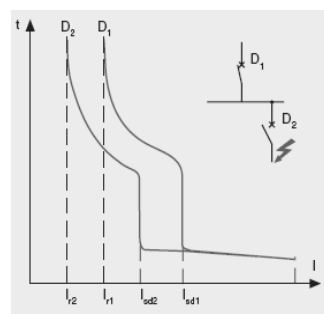
Selektivita - schopnost, citlivost výběru, ladění.

- výběrovost, schopnost a dovednost vybrat si (detekovat) ze shluků jevů nebo aktivit jev nebo činnost, mající v dané situaci prioritní význam.

V elektrických rozvodech dávají uživatelé nejvyšší prioritu požadavkům na bezpečnost osob a zařízení a požadavkům na spolehlivost elektrického napájení (plynulou dodávku elektřiny). První požadavek je zajištěn použitím různých elektrických ochranných prostředků. Druhý požadavek je splněn vzájemnou koordinací systému jistění. Rozvody elektrické energie jsou téměř vždy tvořeny rozvětvenou paprskovou sítí s mnoha jisticími a ochrannými přístroji řazenými za sebou. Základním prvkem selektivity v elektrickém rozvodu je vhodné odstupňování jisticích a ochranných přístrojů.

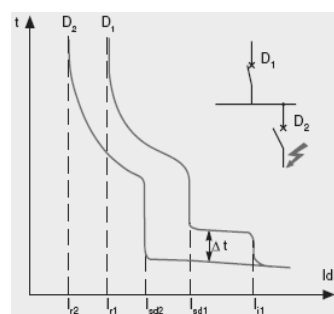
## 2. Způsoby zajištění selektivity:

2.1. proudová selektivita (obr. 2.1.) - tento druh selektivity se dosahuje stupňováním vypínacích charakteristik na přetížení dvou za sebou zapojených jisticích prvků. Používá se nejčastěji v obvodech s odbočkami, při osazení jističe bez spouští s časovým zpožděním.



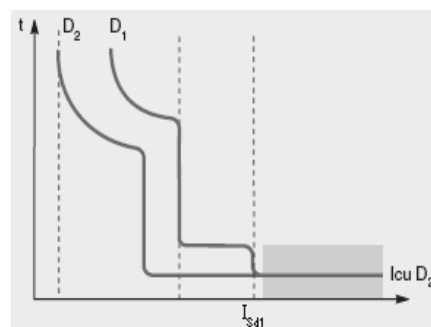
obrázek 2.1.

2.2. časová selektivita (obr. 2.2.) - dosahuje se časovým zpožděním  $\Delta t$  selektivní zkratové spouště jističe D<sub>1</sub> (obr.2). Vychází z pravidla, kdy se nesmí křížit, popř. překrývat charakteristiky jisticů pro jakoukoliv hodnotu předpokládaného zkratového proudu. V oblasti vyšších hodnot zkratových proudů je zaručena úplná selektivita, když vodorovné části charakteristik – vpravo od bodu I<sub>sd1</sub> (obr.2) jsou různých úrovní. Předřazený selektivní jistič (blíže napájecímu zdroji) je obvykle s vyšším časovým zpožděním než přiřazený.



obrázek 2.2.

2.3. energetická selektivita (obr. 2.3.) - je zlepšenou verzí časové selektivity. Tento typ selektivního působení je založen na přesném zvládnutí energie prošlé jisticím prvkem během vypínání. Citlivost spouští na hodnotu prošlé energie je významným příspěvkem k zabezpečení plynulosti dodávek energie. Selektivita je úplná, jestliže pro všechny hodnoty poruchového proudu je energie, která je propuštěná jisticím prvkem blíže ke zdroji menší, než energie nutná k vypnutí jističe blíže místu zkratu (dále od zdroje).



obrázek 2.3.

2.4. kombinovaná selektivita - jednotlivé metody řešení selektivity jsou obvykle kombinovány pro zajištění co největší spolehlivosti napájení. Při návrhu řešení selektivity se nejčastěji využívají tabulky výrobců jisticích prvků, kde jsou také uvedeny meze selektivity pro přiřazení jističů a různé typy spouští. Při návrhu jsou rovněž uvažovány náklady na volbu přístrojů a případného neselektivního působení.

### 3. Jisticí prvky používané pro zajištění selektivity:

3.1. elektrický jistič - je elektrický přístroj reagující na nadproudy (přetížení nebo zkrat).

3.2. tavná pojistka - je elektrický přístroj, který chrání zařízení před poškozením nadměrným proudem. Nevýhodou je, že po zareagování (přetavení) se musí vyměnit.

3.3. proudový chránič - je elektrický přístroj, který odpojí chráněný obvod, pokud část přitékajícího proudu odtéká mimo obvod.

3.4. přepěťová ochrana - chrání elektrická zařízení před poškozením izolace vyšším přepětím, než které je schopná izolace vydržet.

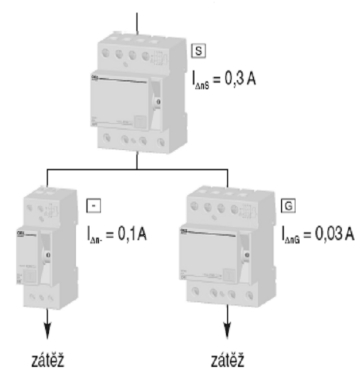
### 4. Vzájemná selektivita dvou prvků:

4.1. selektivita proudových chráničů (obr. 4.1.) - aby byla zajištěna selektivita mezi dvěma za sebou řazenými proudovými chrániči, musí být splněny dvě podmínky:

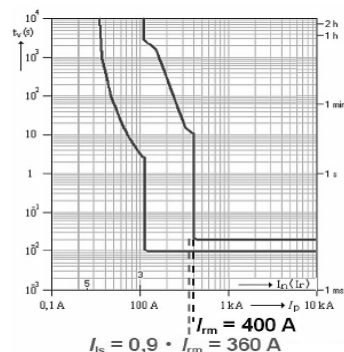
1) doba nepůsobení proudového chrániče blíže ke zdroji musí být delší než celkový vypínací čas proudového chrániče dále od zdroje, a to pro všechny hodnoty vypínacího reziduálního proudu.

2) jmenovitý reziduální proud proudového chrániče blíže ke zdroji musí mít minimálně 3x větší než je jmenovitý reziduální proud proudového chrániče vzdálenějšího od zdroje. Vychází to z normy ČSN EN 61008 podle níž může proudový chránič vypínat při dosažení 50 % svého jmenovitého reziduálního proudu.

4.2 selektivita jistič – jistič (obr. 4.2.) - selektivitu kombinace jistič-jistič je možné jednoznačně posoudit z vypínacích charakteristik jen do velikosti proudu, který je o 10% menší než nastavení okamžité spouště  $I_{rm}$  jističe blíže ke zdroji. Snížení o 10% je z důvodů, že okamžité spouště jističů pro všeobecné použití dle normy ČSN EN 60947-2 musí vypínat



Obrázek 4.1



maximálně v rozmezí  $\pm 10\% I_{rm}$ .

4.3. pojistka – pojistka - k vypínání pojistky dochází na základě přetavení jejího tavného vodiče. Energie potřebná k přetavení vodiče pojistky dále od zdroje musí být menší než energie potřebná na přetavení vodiče pojistky blíže zdroji. Tato energie je charakterizována tzv. Jouleovým (předobloukovým) integrálem, který se označuje  $(I^2t)$ . Jouleův tavný integrál  $(I^2t)_{tav}$  pojistky blíže zdroji musí být větší než celkový tavný integrál  $(I^2t)_{celk}$  pojistky dále od zdroje.

4.4. jistič – pojistka (obr. 4.3.) – tuto selektivitu lze obecně stanovit z proudových charakteristik jen do velikosti proudu odpovídající  $0,9 I_n$  vypínání okamžité spouště jističe blíže ke zdroji. Pro větší proudy je nutné selektivitu ověřit zkouškami.

4.5 pojistka – jistič (obr. 4.4.) - selektivita platí pokud Jouleův tavný integrál pojistky blíže zdroji je větší než Jouleův celkový integrál jističe dále od zdroje. Selektivitu lze posoudit z vypínacích charakteristik a stanovit meze selektivity do bodu který odpovídá 100% rozdílu vypínacích dob před bodem křížení charakteristik.

## 5. Závěr

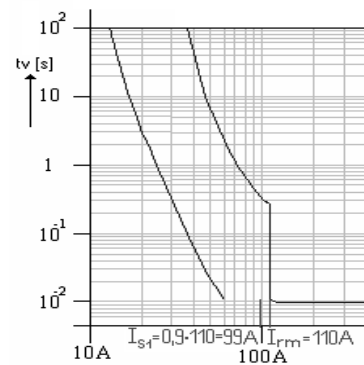
Jednotlivé části zahrnuté v práci nastiňují princip fungování jednotlivých přístrojů, jejich vlastnosti v oblasti přetížení a v oblasti velkých nadproudů (zkratů). Také vysvětluje principy a způsoby zajištění různých druhů selektivity. Nejčastěji se využívá selektivity mezi jističi a pojistkami a mezi různými kombinacemi těchto dvou přístrojů. Nově se začíná také využívat selektivity mezi proudovými chrániči. Tyto kombinace je potřeba odzkoušet a to hlavně pro oblast energetické selektivity, neboť při velkých zkratových proudech se pohybujeme za garantovanou mezí selektivity (na grafech v pravé části), kde není správné působení jisticích prvků zaručeno a jejich funkce nemusí být správná. Nesprávným působením může dojít k vypínání i nenarušených částí obvodu a tím pádem i k nevyžádaným škodám.

### Literatura:

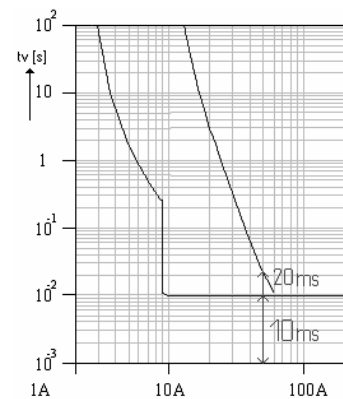
- [1] FALTUS, Ivo. Proudový chránič v bytových rozvodech [online]. 2008, č. 6. Dostupné z [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=37263](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=37263)
- [2] FALTUS, Ivo. Selektivní působení jisticích přístrojů [online]. 2002, č. 7. Dostupné z [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=25093](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=25093)
- [3] FALTUS, Ivo. Principy volby jisticích přístrojů [online]. 2004, č. 10. Dostupné z [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=26006](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=26006)

Obrázek 4.2

$$(I^2t)_{tavny\ P1} > (I^2t)_{celkovy\ P2}$$



Obrázek 4.3



Obrázek 4.4.