

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta

Elektrické ochranné prvky
bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. René Neděla

Autor práce: Miloš Hajsl

PRAHA 2011

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma: Elektrické ochranné prvky vypracoval samostatně pod vedením Ing. René Neděly a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Abstrakt: Hlavní náplní této bakalářské práce je seznámit s problematikou elektrických ochranných prvků. První část se věnuje důležitosti a rozdělení ochranných prvků v elektrotechnice. Dále má za úkol informovat o možných druzích poruchových stavů, které mohou při běžném využívání ochrany nastat. V další části je uveden podrobný výpis elektrických ochranných prvků používaných při elektroinstalaci a jejich vlastností, kde jsou také uvedeny konstrukční řešení a principy funkce jednotlivých prvků. V kapitole „Návrh instalace ochranných prvků ve stavbě“ je uveden postup a návrh elektroinstalace vhodných a v dnešní době používaných ochranných prvků ve stavbě. Při tomto návrhu byla respektována norma ČSN určená pro domovní elektroinstalace.

Klíčová slova: Napětí, proud, elektroinstalace, porucha

Electrical protective elements

Summary: The objective of this thesis is to examine the issue of protection of electrical components. The first chapter deals with the importance and distribution of electrical protective components in the electrical trade. Furthermore, the task is to inform about the possible types of faults which may occur in normal use of protective components. The next section provides a detailed list of electrical components used in wiring systems, as well as their properties. It also focuses on the structural design and operating principles of individual components. The chapter "Proposals for installation of protective components in the construction" describes the proposal and procedure of installation of appropriate modern protective components in the construction.

Key words: Voltage, current, electrical installation, disorder

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce a metodika.....	2
3. Seznamte se s problematikou ochranných prvků.....	3
3.1 Funkce ochranných prvků	3
3.2 Poruchové stavy v elektrizační soustavě.....	3
3.3 Požadavky kladené na ochrany	4
3.3.1 Selektivita ochrany.....	4
3.3.2 Rychlost	4
3.3.3 Citlivost a přesnost ochrany.....	5
3.3.4 Spolehlivost ochrany.....	5
3.3.5 Oblast chránění ochrany	5
3.3.6 Správné nastavení ochran	6
3.4 Dělení ochran	6
3.4.1 Podle druhu vzniklé poruchy dělíme ochrany:	6
3.4.2 Podle konstrukce:.....	6
3.4.3 Podle typu chráněného prostoru:	7
3.4.4 Podle funkčního principu:.....	7
3.4.5 Podle doby působení:	7
3.5 Druhy ochran podle funkčního principu	8
3.5.1 Proudová ochrana.....	8
3.5.2 Napěťová ochrana.....	10
3.5.3 Srovnávací ochrany.....	11
3.5.4 Distanční ochrany	13
4. Konstrukční řešení a funkce ochranných prvků používaných při elektroinstalaci staveb	15
4.1 Proudový chránič.....	15
4.2 Pojistky.....	20
4.2.1 Závitová pojistka.....	21
4.2.2 Zásuvná pojistka	23
4.3 Jistič.....	24

4.4	Přepět'ová ochrana.....	27
5.	Návrh instalace ochranných prvků ve stavbě.....	30
5.1	Návrh elektroinstalace ve stavbě.....	30
5.2	Značení elektroinstalačních prvků	30
5.3	Popis chráněného objektu	31
5.1.1	Obývací pokoj + kuchyně na obrázku 33:	31
5.1.2	Koupelna + TM + chodba + pokoj +předsíň na obrázku 34:.....	32
5.2	Schéma zapojení.....	34
6.	Závěr	35
7.	Seznam literatury	36
8.	Seznam rovnic a seznam obrázků	38
8.1	Seznam rovnic	38
8.2	Seznam obrázků	38
9.	Přílohy	40

1. Úvod

Elektrické ochranné prvky jsou velice důležitými komponenty v každém elektrickém obvodu. Všem uživatelům elektrické energie každodenně chrání majetek i zdraví. Jejich návrh a správný výběr nelze podceňovat a proto se chci ve své práci zaměřit na jejich problematiku. Podstatou práce bude také informovat o poruchových stavech, které mohou nastat při používání běžných elektrických spotřebičů. Dále bude informovat o požadavcích, které by měly elektrické ochranné prvky splňovat, aby co nejefektivněji plnili svoji funkci. Předmětem této práce budou elektrické ochranné prvky, jejichž instalace je podle nejnovější normy ČSN povinná a které se v nynější době nejčastěji používají v domovních elektroinstalacích. Důležitou znalostí při návrhu je pochopení principu a jejich funkce, a proto se jimi chci ve své práci zabírat. Tyto principy také vyhodnocuji na jaké parametry při výběru ochrany klást důraz. V konečné fázi práce bude mým úkolem navrhnout a předložit kompletní schéma zapojení elektrických ochranných prvků a spotřebičů, které chrání před poruchovým stavem. Tento návrh a zpracování proběhne pod dohledem projektanta. Zároveň se bude dbát při zpracování této práce na dodržování podmínek normy ČSN určenou pro domovní elektroinstalace.

2. Cíl práce a metodika

Hlavním cílem této bakalářské práce je seznámit s problematikou elektrických ochranných prvků a ověřit důležitost jejich správného výběru. Seznámit s rozdělením ochranných prvků v elektrotechnice. Dále je uveden podrobný výpis elektrických ochranných prvků používaných při elektroinstalaci a jejich vlastností, kde jsou také uvedeny konstrukční řešení a principy funkce jednotlivých prvků. Znalost těchto vlastností a principů funkce jednotlivých prvků je velice důležitá pro jejich výběr. V kapitole „Návrh instalace ochranných prvků ve stavbě“ je názorně uveden postup a návrh elektroinstalace vhodných a v dnešní době používaných ochranných prvků ve stavbě.

První část této práce zdůrazňuje funkci a důležitost elektrických ochranných prvků. Dále jsou zde podrobně rozděleny ochranné prvky, které se dělí hned podle několika kritérií a hledisek a to podle druhu vzniklé poruchy, konstrukce, typu chráněného prostoru, principu funkce a době jejich působení. Protože cílem této práce je pochopit problematiku a důležitost elektrických ochranných prvků je v práci dále podrobněji rozpracováno rozdělení ochran dle funkčního principu. Podle funkčního principu se ochrany dělí na proudové, napěťové, srovnávací a distanční. V této kapitole je popsán princip na kterém pracují ochrany a jejich další rozdělení. V další části práce jsou uvedeny nejpoužívanější zástupci ochran používané v domovní elektroinstalaci. Mezi tyto ochrany patří proudové chrániče využívající srovnávací metodu k vyhodnocení poruchy, přepěťové ochrany, jističe a dnes již velice málo používané pojistky. Jsou zde i názorné obrázky popisující konstrukci těchto ochran. Dále tato část obsahuje normované značení jednotlivých ochran a důležité popisující hodnoty, podle kterých se řídíme při výběru vhodného prvku. V poslední kapitole se práce zaměřuje na návrh a vhodný výběr elektrických ochranných prvků do bytové jednotky. Jsou zde uvedeny půdorysy jednotlivých místností s vyznačenými drahami kabelů a elektrických komponentů, mezi které patří zásuvky, osvětlení a různé druhy vypínačů. Posledním úkolem bakalářské práce bylo vytvořit kompletní schéma zapojení elektrických prvků použitých k ochraně uživatelů elektrické energie prostřednictvím spotřebičů.

3. Seznamte se s problematikou ochranných prvků

(Tato kapitola byla čerpána ze zdrojů (1,2,5,6,7))

3.1 Funkce ochranných prvků

Elektrické ochranné prvky mají za úkol omezit následky vzniklých poruch, kterými jsou například poškození zařízení, úraz vzniklý elektrickým proudem, či jakékoliv ohrožení na životě. V nejlepším případě pokud je to možné takovým poruchám předejít. Jsou tedy důležitými prvky pro spolehlivý a bezporuchový chod každé elektrizační soustavy. Na jejich vhodný výběr a správné zapojení je proto kladen velký důraz a nelze jej podceňovat.

3.2 Poruchové stavy v elektrizační soustavě

o Zkrat

Vzniká při vzájemném spojení dvou nebo více fází, tím se hodnota napětí v místě zkratu snížší na nepatrnou hodnotu (při dokonalém zkratu teoreticky až na nulu). To znamená, že celé vnitřní napětí zdroje se spotřebuje na úbytky napětí v transformátorech, kabelových vedení nebo ostatních prvcích sítě. Jedná se tedy o nežádoucí jev, z jehož působení vzniká tepelné namáhání elektrického vedení, tedy poškození vodičů a mechanické poškození zařízení vlivem působení dynamických sil. Míra poškození je tedy závislá na velikosti proudu a době jeho působení.

o Přepětí

Přepětí vzniká poruchou regulace napětí, překompenzováním nebo kapacitní zátěží. Tento nežádoucí jev tedy nastává v důsledku zvýšené hodnoty elektrického napětí nad hodnotu jmenovitého napětí v obvodu. Jeho působením dochází k poškození a stárnutí izolace, dále se zvyšuje riziko následného zkratu.

o Podpětí

Podpětí vzniká nedostatečnou kompenzací, přetížením nebo poruchou regulace napětí. Jedná se tedy o situaci, kdy je hodnota elektrického napětí nižší než jmenovitého napětí.

- Snížení kmitočtu

Ke snižování kmitočtu dochází při přetížení zdrojů energie v síti. Mezi důsledky snížení kmitočtu patří zvětšování magnetizačních proudů, tím zvětšování ztrát a oteplením.

- Zvýšení kmitočtu

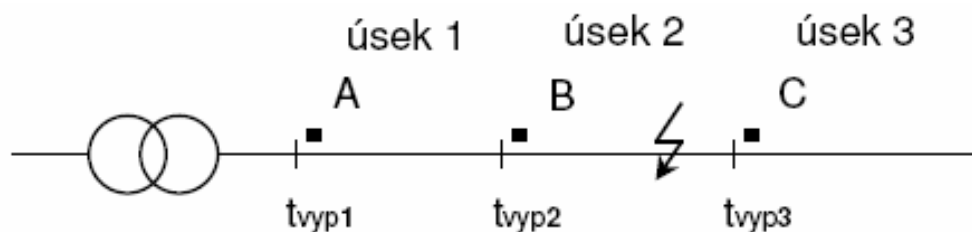
Ke zvyšování kmitočtu dochází například při poruše regulace výkonu. Hlavními důsledky tohoto nežádoucího jevu jsou mechanické, vibrační či tepelné působení na chráněné zařízení a přenášením těchto působení i na připojené stroje.

3.3 Požadavky kladené na ochrany

Na chráněné objekty klade provoz energetické soustavy tyto požadavky:

3.3.1 Selektivita ochrany

Každá ochrana musí vypnout pouze tu část chráněné soustavy, kde vznikne porucha a přitom nesmí vyloučit či omezit chod záložních ochran. Tato vlastnost je znázorněna na obrázku 1.



Obrázek 1: Selektivita ochrany[5]

Z uvedeného obrázku je vidět v jakém úseku dojde například ke zkratu. Lze také tuto situaci popsat rovnicí: $t_{vyp1} < t_{vyp2} < t_{vyp3}$. Při zkratu musí vypnout pouze ochrana B, zatímco úsek 1 musí být stále aktivní.

3.3.2 Rychlost

Dalším velice důležitým požadavkem hlavně při zkratech je rychlost jeho vypnutí. Jeho rychlé vypnutí totiž znamená omezení tepelných účinků zkratových proudů vodičů, izolací, apod.

3.3.3 Citlivost a přesnost ochrany

Použité ochrany musí okamžitě a přesně reagovat na vzniklou poruchu v chráněném objektu. Citlivostí ochrany myslíme míru její schopnosti rozlišit stav, při kterém má být uveden v činnost, od stavu, při kterém naopak působit nemá. Citlivost ochrany lze také vyjádřit jako velikost měřené veličiny, na kterou je ochrana nastavena. Když překročí tato měřená veličina nastavenou hodnotu, ochrana se sepne a začne působit.

Pod pojmem přesnost ochrany si lze představit poměrnou odchylku citlivosti ochrany, kterou lze vypočítat dle níže uvedeného vzorce (1). Jednotky se liší dle hlídané veličiny, zde je uvedena jako hlídaná veličina Volt.

$$p = \frac{c - c_x}{c_r} \quad (1)$$

Kde:

p.....přesnost ochrany [-]

c.....nastavená hodnota citlivosti ochrany [V]

c_x.....skutečná hodnota citlivosti ochrany [V]

c_r.....rozsah nastavitelnosti citlivosti [V]

3.3.4 Spolehlivost ochrany

Jedná se o plnění požadované funkce ochrany po předem nastavenou dobu při zachování provozních parametrů ochrany. Jednodušeji řečeno spolehlivost funkce ochrany znamená, že nesmí při poruše selhat a naopak, neobjeví-li se porucha, nesmí samovolně přejít v činnost. Spolehlivost ochrany se dá ovlivnit její jednoduchostí, kvalitou či odbornou montáží a její pravidelnou kontrolou.

3.3.5 Oblast chránění ochrany

Při navrhování rozsahu chráněné oblasti musíme dbát na to, aby nevznikl nechráněný úsek a aby se sousední chráněné úseky překrývaly.

3.3.6 Správné nastavení ochran

Pro správné nastavení ochran musíme stanovit pomocí výpočtu nebo měření hodnoty poruchových veličin a respektovat je při všech možných provozních stavech a zapojeních sítě.

3.4 Dělení ochran

Ochrany můžeme rozdělit dle několika hledisek

3.4.1 Podle druhu vzniklé poruchy dělíme ochrany:

- Zkratové
- Podpět'ové
- Přepět'ové
- Podkmitočtové
- Nadkmitočtové
- Při přetížení
- Při zemním spojení
- Při zpětném toku výkonu
- Při nesouměrnosti
- Při ztrátě buzení

3.4.2 Podle konstrukce:

- Elektromagnetické: Tyto ochrany jsou sestaveny z klasických relé. Jsou navrženy tak, že každý přístroj reprezentuje pouze jedinou funkci.
- Tranzistorové (analogové): Jejichž stavebními jednotkami jsou polovodičové součástky. Vnitřní obvody se skládají z diod, tranzistorů a integrovaných obvodů. Tento typ ochrany obsahuje minimum pohyblivých prvků, jako je například relé. Často se proto tyto ochrany nazývají jako analogové statické.
- Číslicové (digitální): Základními stavebními prvky této skupiny ochran jsou číslicové obvody. Většina veličin uvnitř číslicových ochran jsou zobrazovány a zpracovány číselně pomocí nespojitých neboli diskretních hodnot.

3.4.3 Podle typu chráněného prostoru:

- Generátoru
- Motoru
- Transformátoru
- Vedení
- Přípojnic

3.4.4 Podle funkčního principu:

- napěťové
- proudové
- srovnávací
- wattové
- kmitočtové
- jalové
- při nesouměrnosti

3.4.5 Podle doby působení:

- Mžikové: které se uvedou v činnost ihned při vzniku poruchy, jejíž rychlost je zpomalena o dobu zpracování informace uvnitř ochrany.
- Časově nezávislé: doba působení u těchto ochran je stále stejná a předem nastavená.
- Časově závislé: doba působení u těchto ochran je závislá na velikosti měřené veličiny.

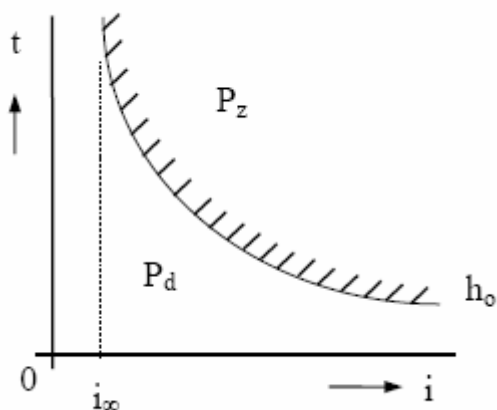
3.5 Druhy ochran podle funkčního principu

3.5.1 Proudová ochrana

Nadproudová ochrana kontroluje elektrizační soustavu měřením proudu, který se při zkratu nebo přetížení zvětší a tehdy začne nadproudová ochrana působit. Tento druh ochrany se používá zejména pro svou jednoduchost a efektivnost. Používají se jako zkratové ochrany, nebo ochrany zabraňující přetížení.

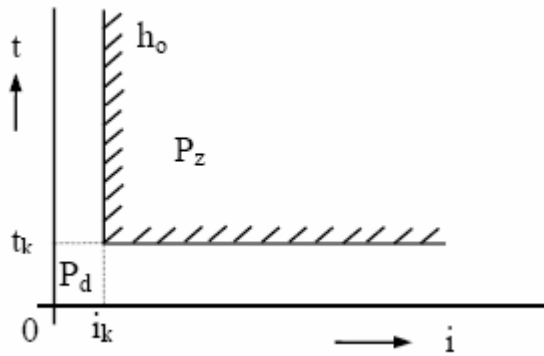
Nadproudové ochrany z hlediska času dělíme:

- Časově závislé: Jak již bylo uvedeno doba působení u těchto ochran je závislá na velikosti měřené veličiny, její průběh je znázorněn na obrázku 2. Tento obrázek znázorňuje průběh působení časově závislých ochran pomocí křivky h_0 , kde P_Z je pásmo, které znázorňuje zakázané pásmo, P_D dovolené pásmo. Hodnota proudu i_∞ [A] je závislá na hodnotě času t [s], proto má křivka průběhu funkce tvar klesající exponenciály:



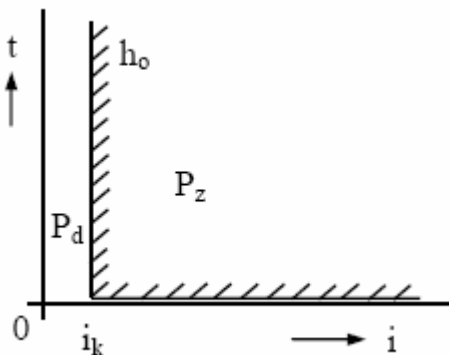
Obrázek 2: Charakteristika časově závislé nadproud.ochrany[6]

- Časově nezávislé ochrany u kterých je doba působení stále stejná a předem nastavená. Obrázek 3 nám opět znázorňuje průběh působení časově závislých ochran pomocí křivky h_0 , kde P_Z je pásmo znázorňující zakázané pásmo, P_D dovolené pásmo. Hodnota proudu i_k [A] je nezávislá na hodnotě času t [s].



Obrázek 3: Charakteristika časově nezávislé nadproud.ochrany[6]

- Mžikové ochrany, které se uvedou v činnost ihned při vzniku poruchy, jejíž rychlost je zpomalená o dobu zpracování informace t [s] uvnitř ochrany. Obrázek 4 názorně zobrazuje průběh působení mžikových ochran pomocí křivky h_0 , kde P_Z je pásmo znázorňující zakázané pásmo, P_D dovolené pásmo. Hodnota proudu i_k [A] vyvolá poruchu ihned při překročení nastavené hranice.



Obrázek 4: Charakteristika mžikové nadproudové ochrany [6]

3.5.2 Napěťová ochrana

Napěťové ochrany pracují na stejném principu jako proudové ochrany a to při vzrůstu nebo poklesu napětí. Běžné napěťové ochrany mají i velmi podobnou konstrukci jako ochrany proudové, liší se jen impedancí neboli vstupním odporem měřicího článku.

Rovnice vyjadřující závislost působení t na napětí u :

$$F(u, t) = 0 \quad (2)$$

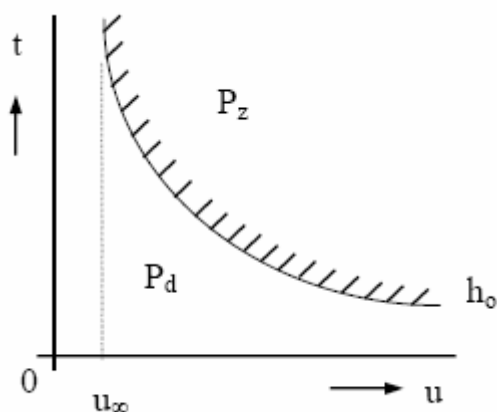
Kde:

uhodnota napětí [V]

tdoba působení [s]

Charakteristika napěťové ochrany:

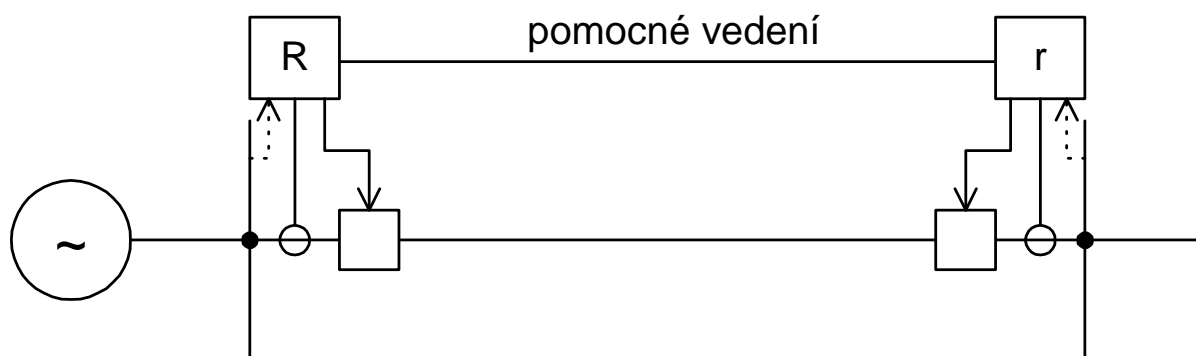
Průběh činnosti napěťové ochrany znázorněn na obrázku 5. Funkce působení tohoto typu ochrany je téměř totožný s časově závislými proudovými ochranami. Obrázek nám tedy znázorňuje průběh působení napěťových ochran pomocí křivky h_0 , kde P_Z je pásmo znázorňující zakázané pásmo a P_D dovolené pásmo. Hodnota vypínacího napětí u_∞ [V] je závislá na hodnotě času t [s], proto má křivka průběhu funkce tvar klesající exponenciály:



Obrázek 5: Charakteristika napěťové ochrany[6]

3.5.3 Srovnávací ochrany

Zjednodušené blokové schéma srovnávací ochrany na obrázku 6:



Obrázek 6: Zjednodušené blokové schéma srovnávací ochrany[7]

Tento typ ochrany pracuje na principu porovnání veličin na vstupu a výstupu chráněného objektu. Ze zjednodušeného schématu zapojení lze poznat obě části rozdílové ochrany R a r, kde R je na vstupu a r na výstupu chráněné soustavy.

Srovnávací ochrany lze z hlediska způsobu srovnání dělit na:

a) Ochrany s nepřímým srovnáním

Tyto ochrany srovnávají jen údaje o poloze kontaktů měřících relé na vstupu a výstupu chráněného objektu. Tyto údaje jsou přenášeny vedením mezi vstupem a výstupem chráněného objektu ve formě logických signálů, jejichž hodnotou je buď logická 1. nebo 0. Pro jejich spojení lze tedy použít například sdělovací kabel, vysokofrekvenční vedení či optický kabel. Tento typ ochrany se používá tehdy, je-li technicky a ekonomicky nevhodná jeho přímá varianta.

b) Ochrany s přímým srovnáním

Spojovací vedení u ochran s přímým porovnáním přenáší skutečné měřené veličiny na vstupu a výstupu chráněného objektu.

- Rozdílové (diferenciální) ochrany

Tento druh ochrany vyhodnocuje poruchu podle rozdílu fázorů proudu na vstupech a výstupech chráněného objektu. Tímto chráněným objektem může být např. vedení, transformátor, generátor.

Pro ideální, tedy bezporuchový stav platí vzorec (2):

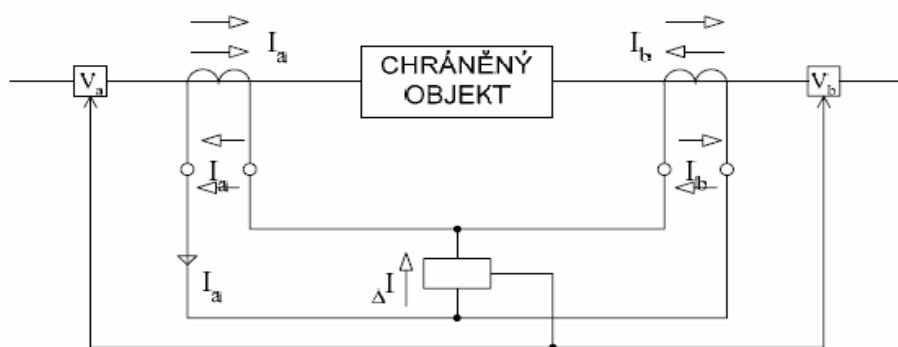
$$I_{\Delta} = \left| \sum_{j=1}^k I_j \right| = 0 \quad (3)$$

I_{Δ} [A] je jmenovitý rozdílový vybavovací proud, který získáme součtem všech porovnávaných proudů ze vstupů a výstupů chráněného objektu. Z toho vyplývá, že pokud je hodnota $I_{\Delta} > 0$ ochrana vyhodnotí vnitřní poruchu a dává signál k vypnutí.

Rozdílové (diferenciální) ochrany lze dále rozdělit na dvě podskupiny podle typu hlídané veličiny na vstupu a výstupu chráněného objektu.

- Ochrany s proudovým porovnáním na obrázku 7:

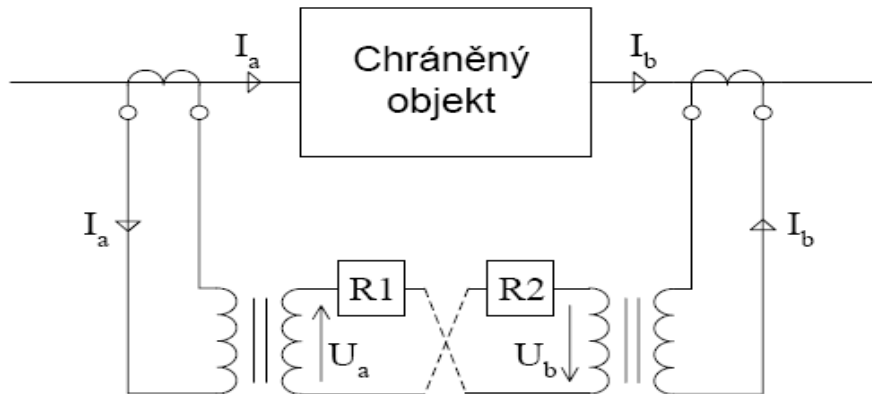
Obrázek 7 znázorňuje blokové schéma rozdílové ochrany s proudovým porovnáním. Vyhodnocuje se zde proudový rozdíl I_{Δ} [A] mezi vstupní hodnotou proudu I_a [A] a výstupní hodnotou I_b [A].



Obrázek 7: Blokové schéma rozdílové ochrany s proudovým porovnáním[7]

- Ochrany s napětovým porovnáním

Obrázek 8 znázorňuje blokové schéma rozdílové ochrany s napětovým porovnáváním. Vyhodnocuje se zde napětový rozdíl mezi vstupní hodnotou napětí U_a [V] a výstupní hodnotou U_b [V].



Obrázek 8: Blokové schéma rozdílové ochrany s napětovým porovnáním[7]

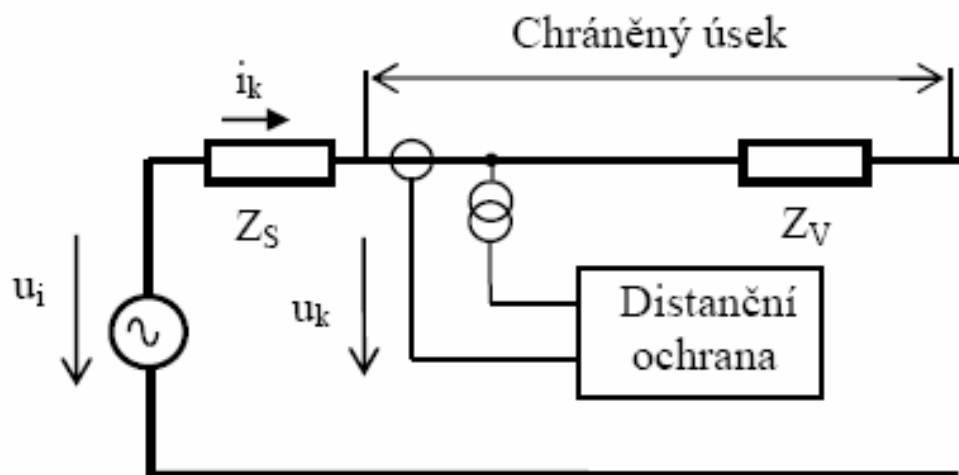
3.5.4 Distanční ochrany

Distanční ochrana je velice používaný typ ochrany, jejíž vlastnosti se využívají zejména v přenosových a distribučních sítích. Pracuje na principu zjišťování impedanční vzdálenosti zkratu, měří tedy směr polohy zkratu. V současnosti její význam v podružných distribučních sítích stále stoupá a to ze dvou důvodů:

- Distanční ochrany nejsou závislé na komunikaci s druhým koncem chráněného vedení, protože využívá proudy a napětí, které jsou měřené v místě ochrany.
- V síti distanční ochrany tvoří relativně selektivní ochranný systém tzn., že nechrání přesně vymezený objekt a proto jsou schopny plnit funkci jako vzdálené záložní ochrany dalších objektů v síti.

Schéma připojení distanční ochrany na obrázku 9:

Jak již bylo uvedeno distanční ochrany nejsou závislé na komunikaci s druhým koncem chráněného vedení, protože využívají proudy a napětí, které jsou měřené v místě ochrany. Z uvedeného schématu připojení na obrázku 9 je názorně uvedeno připojení takovéto ochrany. U_i [V] zde znázorňuje napětí v obvodu. Hodnoty i_k [A] a u_k [V] jsou hlídané hodnoty při kterém ochrana přeruší přívod energie do chráněného úseku.



Obrázek 9: Schéma připojení distanční ochrany[6]

4. Konstrukční řešení a funkce ochranných prvků používaných při elektroinstalaci staveb

(Tato kapitola byla čerpána ze zdrojů (3,8,9,10,11,12,13,15))

„V současné době končí éra ochranných prvků založených na tepelných a elektromagnetických účincích elektrického proudu. Na trh nastupují nové moderní elektronické ochranné prvky vyznačující se velkou rychlostí, přesností, vlastní diagnostikou a archivací dat, nastavitelností pomocí přenosných počítačů, možností komunikace s rozsáhlými energetickými systémy a rozsáhlou možností nastavení selektivity“(Hudeczek, 2004, zdroj [1], tr.65,).

Jejich cena je ale vyšší, proto se stále nabízejí starší ochranné prvky. Cílem projektanta je tedy sledovat jejich vývoj a zvolit ten, který vyhovuje všem hlediskům.

Jedním z hlavních zástupců ochranných prvků měřící a hlídající hodnoty elektrického proudu a od roku 2009 dokonce povinně instalovaný pro všechny zásuvkové obvody v nových nebo rekonstruovaných domovních instalacích je:

4.1 Proudový chránič

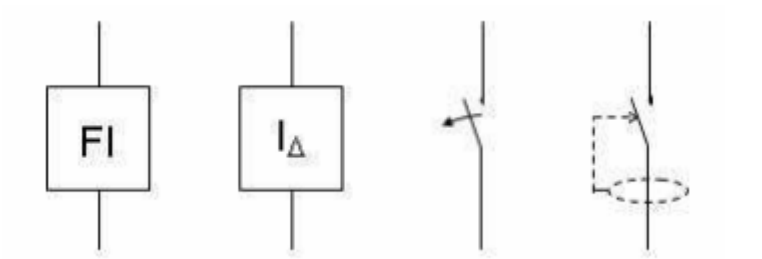
a) Definice

Proudový chránič je elektrický přístroj, který chrání člověka před nebezpečným dotykovým napětím na neživé, případně na živé části. Proudový chránič neslouží primárně k ochraně zařízení, nechrání ani před zkratem (Kostka, 2011).

Tento elektrický ochranný prvek pracuje na principu porovnání hodnoty proudu na vstupu a výstupu chráněného objektu. Je tedy zařazen do skupiny srovnávacích ochran s přímým srovnáním.

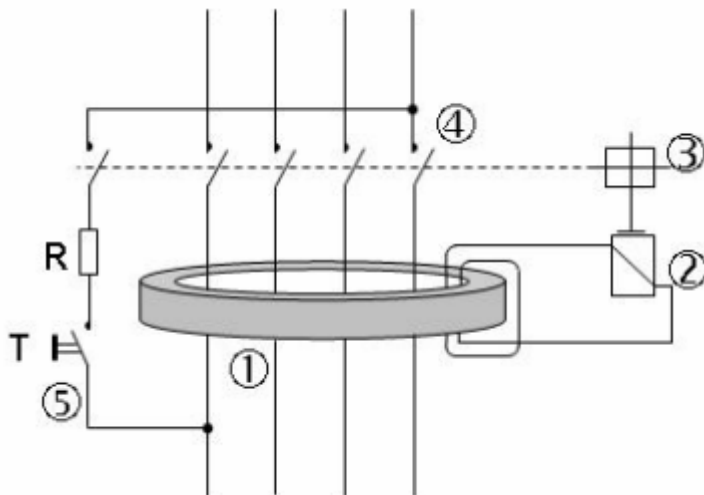
Ochrana proudovým chráničem vychází ze zkušenosti, že střídavý proud o frekvenci 50 Hz, který je maximálně 30 mA a neprochází tělem déle než 0,8 sekundy působí křeč a bolest, ale nevede k smrtelnému úrazu. Celosvětové statistiky potvrzují, že se zavedením proudových chráničů výrazně klesly počty smrtelných úrazů elektrickým proudem.

b) Značky proudového chrániče uvedené na obrázku 10:



Obrázek 10: Schematické značky proudového chrániče[8]

c) Konstrukce zobrazena na obrázku 11:



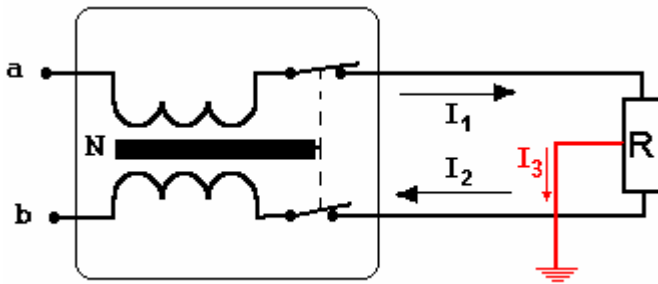
Obrázek 11: Schéma připojení proudového chrániče[8]

Uvedené blokové schéma proudového chrániče tvoří primární vinutí součtového transformátoru L1, L2, L3 a N. Sekundární vinutí je připojeno na elektromagnetické vybavovací zařízení (2).

Základními stavebními prvky proudového chrániče jsou:

- (1) Součtový transformátor proudu
- (2) Vybavovací zařízení
- (3) Volnoběžka
- (4) Silové spínací kontakty
- (5) Testovací obvod

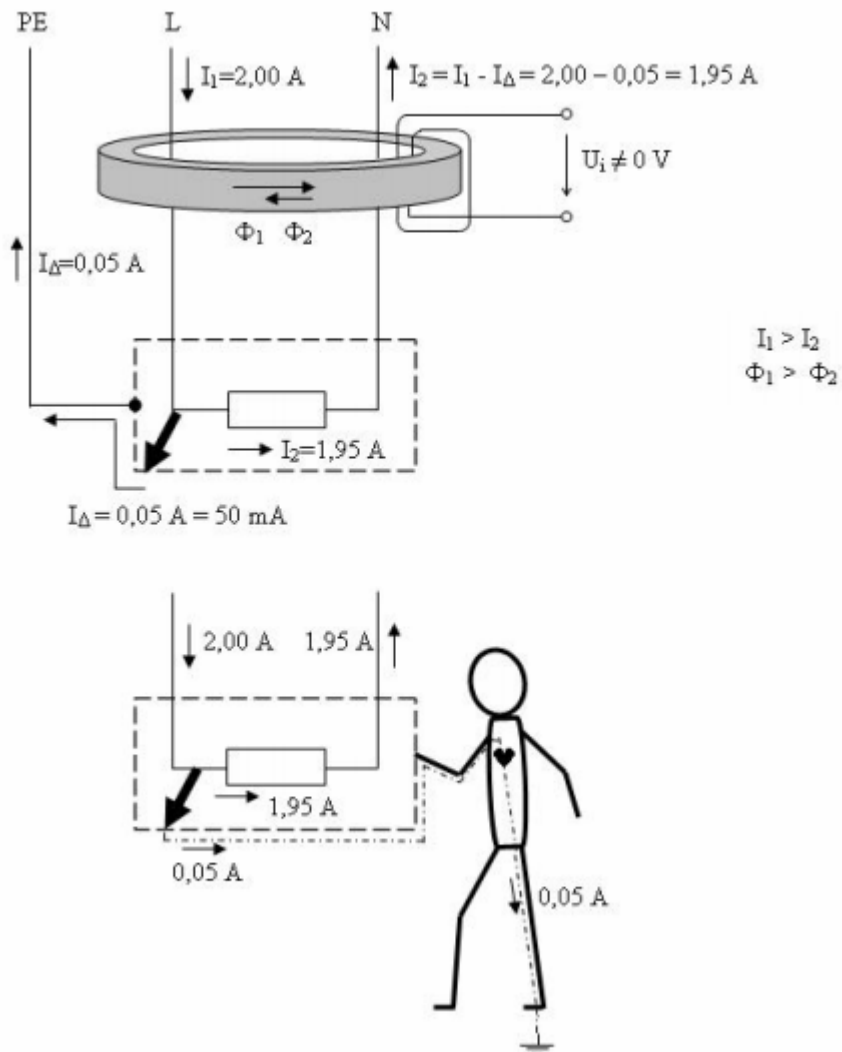
d) Princip vysvětlen podle obrázku 12:



Obrázek 12: Zjednodušené schéma zapojení distanční ochrany[9]

V bezchybně pracujícím elektrickém zařízení, kde magnetické účinky proudů I_1 a I_2 ve vodičích procházejících součtovým měřícím transformátorem proudu se podle Kirchhoffova zákona ruší. Zákon totiž tvrdí, že vektorový součet všech proudů v uzlu je roven nule. Na sekundárním vinutí součtového transformátoru tedy nezbývá žádné zbytkové magnetické pole, které by mohlo indukovat napětí. Naopak v případě poruchy zapříčiněné vadnou izolací, kdy obvodem protéká poruchový proud I_{Δ} se rovnováha proudů I_1 a I_2 naruší. Rozdíl v proudech vyvolá v magnetickém obvodu magnetický tok $\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$. Tento jev zároveň vybudí v sekundárním vinutí napětí, které přes vybavovací relé uvede v činnost volnoběžka a silové spínací kontakty rozepnou proudový obvod s porušenou izolací. Pokud však dojde ke vzniku nadproudu pouze v pracovních vodičích, proudový chránič nevyhodnotí tento poruchový stav jako chybu, nedokáže tedy vyhodnotit mezifázový zkrat jako poruchu. Proudový chránič proto nejistí před nadproudy, musí se tedy zajistit předřazením jističem či pojistkou.

Princip proudového chrániče a ukázkové hodnoty v případě porušení izolace fázového vodiče a úniku proudu na neživou část jsou také popsány v příloženém obrázku 13:



Obrázek 13: Schéma připojení distanční ochrany s hodnotami [8]

Kde:

I_1 Hodnota proudu na vstupu [A]

I_2 Hodnota proudu na výstupu [A]

I_{Δ} Jmenovitý rozdílový vybavovací proud [A]

U_i Vybavovací napětí [V]

$\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$... Magnetický tok vytvořený proudem v pracovních vodičích [Wb]

e) Hlavní parametry proudových chráničů

- Jmenovitý proud I_N (6, 10, 13, 16, 25, 40, 63, 80, 100 A)
- jmenovitý rozdílový vybavovací proud I_{Δ} (10, 30, 50, 100, 300, 500 mA)
- Tvar poruchového proudu (Nejčastěji sinusový)
- Jmenovité napětí (240/415 V)
- Kmitočet (Nejčastěji 50 Hz)
- Vypínací doba (0,04-0,03 s)

f) Podmínky ochrany proudovými chrániči

Při instalaci proudových chráničů musí být splněny tyto podmínky:

- Chráněné části proudovým chráničem musí být uzemněny na zemniči s odporem uzemnění nepřevyšující hodnotu R_a podle vzorce (4).

$$R_a = \frac{U_{dl}}{I_{\Delta n}} \quad (4)$$

Kde:

U_{dl}trvalé dotykové napětí [V]

$I_{\Delta n}$jmenovitý rozdílový vybavovací proud [A]

R_aodpor uzemnění [Ω]

- Použité ochranné vodiče musí být dimenzované podle normy.
- Chránič musí být zapojen správně a musí ním procházet všechny potřebné pracovní vodiče.
- Chránič musí vždy vypnout všechny pracovní vodiče v chráněném obvodu.
- V proudovém chrániči nesmí být zapojen ochranný vodič (PE, PEN)
- Před zapojením a uvedením do provozu musí být chránič vyzkoušen, proměřen a v předepsaných intervalech kontrolován.

g) Typy proudových chráničů

Proudové chrániče lze rozdělit z několika hledisek:

- Způsobu montáže (pro klasickou montáž do panelů v rozvaděči nebo zásuvkové adaptéry)
- Podle počtu pólů (2-pólové určeny pro jednofázové spotřebiče nebo 4-pólové pro třífázové spotřebiče)
- Podle funkční závislosti na napájecím napětí (FI- funkčně nezávislé, DI- funkčně závislé)
- Podle doby zpoždění vypínání (bez zpoždění, se zpožděním, selektivní)

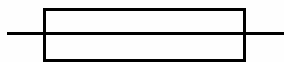
4.2 Pojistky

a) Definice

Pojistka je přístroj, který jistí elektrický obvod tím, že tepelným účinkem nadproudu nebo zkratového proudu přetaví tavný drátek ve vložce, a tak přeruší elektrický obvod. Pojistky jistí elektrický obvod především proti zkratovým proudům, proti přetížení nadproudy chrání nedokonale([6],2011).

Jedná se tedy o ochranný prvek, který pracuje na základě tepelných účinků.

b) Značka na obrázku 14:



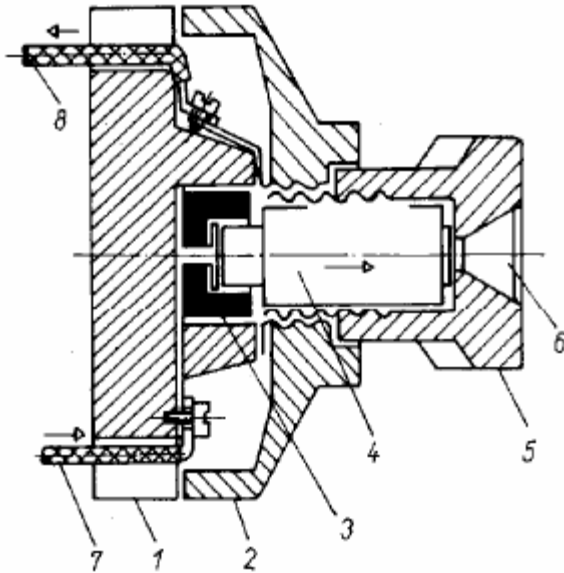
Obrázek 14: Schematické značení pojistky[10]

c) Rozdělení pojistek dle konstrukce

- Závitové pojistky
- Zásuvné pojistky

4.2.1 Závítová pojistka

a) Konstrukce popsána pomocí obrázku 15:



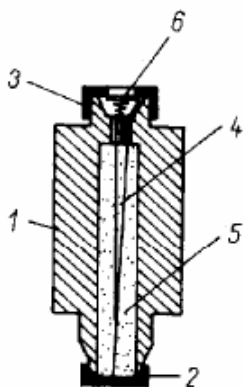
Obrázek 15: Řez závitovou pojistkou[12]

- (1) Vnitřní kryt
- (2) Vnější kryt
- (3) Vymezovací kroužek
- (4) Vyměnitelný vložka pro větší proudy
- (5) Hlavice
- (6) Slídové okénko
- (7) Připojovací vodič
- (8) Výstupní vodič

b) Princip závitové pojistky

Proud prochází do pojistky pomocí připojovacího vodiče na vymezovací kroužek, dále tavným drátkem ve vložce na závit hlavice, do závitu na spodku a k vodiči, který je jištěn pojistkou. Při vzniku nadproudu se zvýší teplota, tím se přetaví drátek ve vložce a obvod se přeruší. Při přetavení drátku uvolní pružinka barevný terčík, který odpadne, aby bylo při pohledu do rozvaděče jasně vidět jaká pojistka je již vadná.

Tento typ pojistek se využíval jako ochrana v bytových a domovních jednotkách, ovšem v dnešní době je nahrazován jističem. Řez vložky na obrázku 16:



Obrázek 16: Řez vložky pojistky[12]

- (1) Porcelánový dutý váleček
- (2) Vnitřní kontakt
- (3) Vnější kontakt
- (4) Tavný drátek
- (5) Křemičitý písek
- (6) Barevný terčík

c) Vložky lze dále rozdělit podle doby rozpojení obvodu:

- (1) Pomalé

Jejich využití je určeno pro jištění přípojníc k motorům a vedení.

Značení pomalé pojistky na obrázku 17:



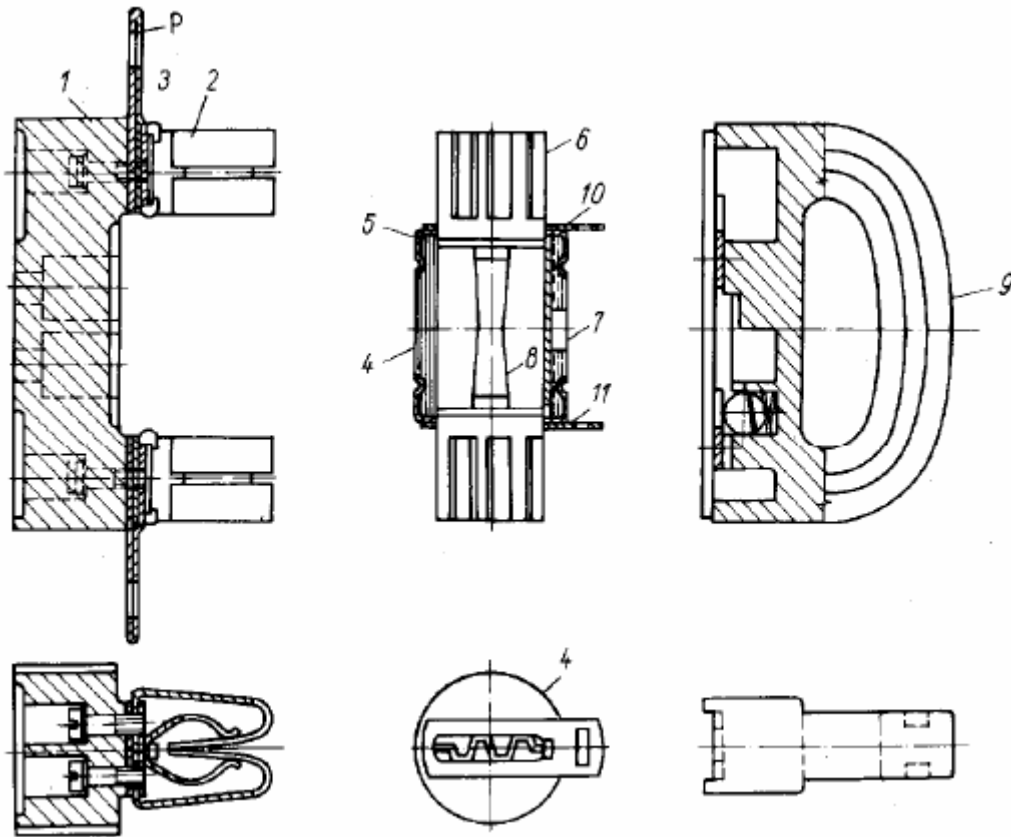
Obrázek 17: Značení pomalé pojistky[12]

- (2) Rychlé

Využití těchto pojistek je určeno pro běžnou domovní elektroinstalaci apod.

4.2.2 Zásuvná pojistka

a) Konstrukce popsána pomocí obrázku 18:



Obrázek 18: Řezy zásuvné pojistky a speciálního držáku pro výměnu[12]

- (1) Izolační spodek pojistky
- (2) Pérové kontakty
- (3) Ploché praporky určené pro připojení vodičů
- (4) Vložka (krátký izolační váleček)
- (5) Kovové čapky uzavírající čelní plochy válečku
- (6) Zásuvné nože
- (7) Okénko, které při přetavení zčerná
- (8) Tavná pojistková páska
- (10,11) Úchyty určené pro vyjmutí

b) Princip

Tento typ pojistek dokáže bezpečněji uhasit oblouk díky tomu, že jsou tavné pojistkové pásky obklopeny křemičitým pískem, který efektivně zvětšuje tepelnou kapacitu pojistky. Pásky jsou tedy při tavení účinně ochlazovány, proto se zásuvné pojistky vyrábějí jako výkonové pro jmenovité proudy od 100 A do 600 A, a pro vypínací proudy až 100 kA. Odpojit tento typ pojistek lze pouze v nezátíženém stavu, tedy bez proudu. Výměna a zasouvání do pérových kontaktů se provádí pomocí speciálního držáku, který se vloží do úchytnů na pojistce. Zásuvné pojistky se používají pro speciální účely, jako je například ochrana polovodičových usměrňovačů.

4.3 Jistič

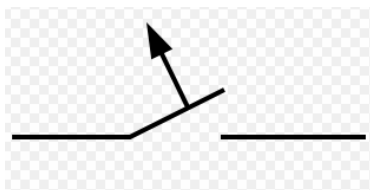
a) Definice

Jističe jsou samočinné vypínače, které při nadměrném elektrickém proudu automaticky rozpojí elektrický obvod. Svojí funkcí tak můžou chránit před možným úrazem elektrickým proudem a chráněné elektrické zařízení před jeho poškozením. Plní tedy stejnou funkci jako pojistky, ovšem po rozpojení elektrického obvodu jističem lze znovu zapnout a obnovit tím dodávku energie do obvodu, což je velká výhoda oproti pojistkám.

Podstata činnosti jističů je tedy ochrana:

- Tepelným vypínáním: Dlouhodobým průchodem zvýšeného proudu dochází k zahřátí jističe nad dovolenou teplotu, tehdy se uvedou v činnost kontakty a jistič rozepne.
- Elektromagnetickým vypínáním: Při náhlém proudovém nárůstu dojde k uvedení elektromagnetické ochrany a jistič rozepne kontakty.

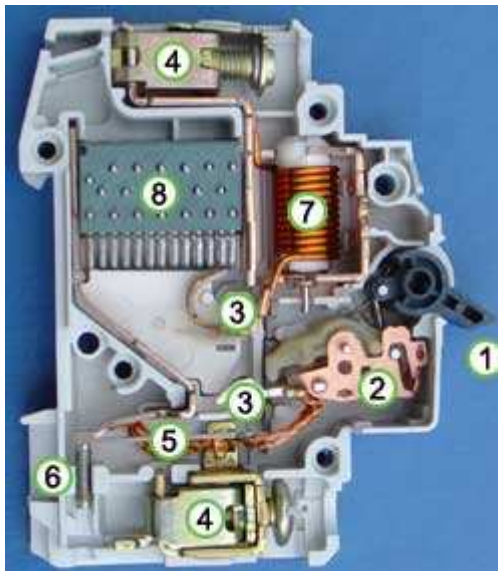
b) Značka uvedena na obrázku 19:



Obrázek 19: Schematická značka jističe[11]

c) Konstrukce

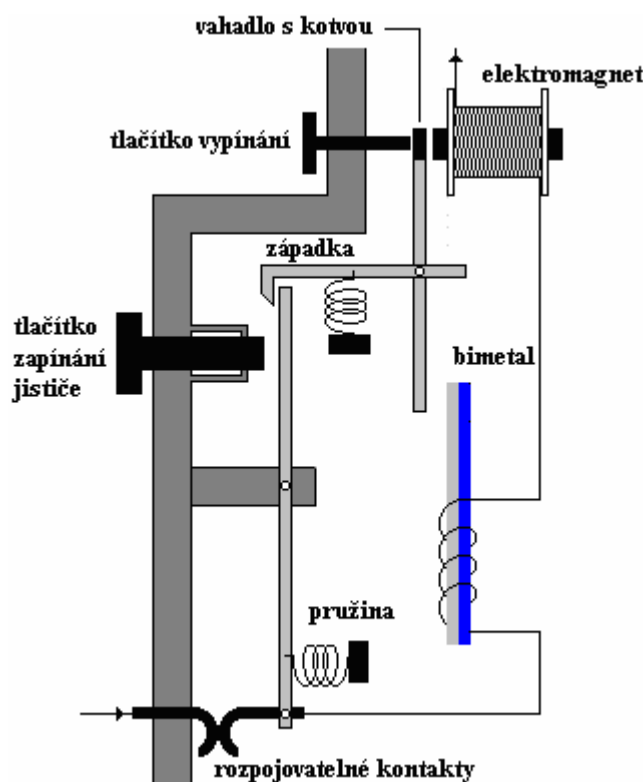
Na přiloženém obrázku 20 je znázorněn a popsán průřez jednopólového jističe pro domovní aplikace.



Obrázek 20: Průřez jednopólového jističe[11]

- (1) Ovládací páčka
- (2) Aretační mechanismus
- (3) Kontakty
- (4) Přívodní šroubová svorka
- (5) Bimetalový člen pro vybavení přetížením
- (6) Regulační prvek pro nastavení citlivosti
- (7) Elektromagnetická cívka (spoušť) pro vybavení zkratem
- (8) Zhášecí komora

d) Princip vysvětlen pomocí obrázku 21:



Obrázek 21: Zjednodušené schéma řezu jističe[13]

Obrázek znázorňuje stav, kdy proud postupně prochází nejprve rozpojovatelnými kontakty, cívkou bimetalu a dále cívkou elektromagnetu. Při vzniku zkratu v obvodu se zvětší proud procházející elektromagnetem a ten vytvoří silnější magnetické pole. Jádru elektromagnetu přitáhne kotvu, západka se uvolní, dále pružina rozpojí kontakty a obvod se přeruší. V tomto případě mluvíme o elektromagnetické ochraně, ovšem při poruše může obvodem protékat proud o málo větší než proud, který je přípustný, přetěžuje tím vodiče a může dokonce poškodit spotřebič. Takový proud někdy nestačí k uvedení elektromagnetické ochrany v činnost, a proto jak již bylo uvedeno jističe využívají v těchto případech tepelnou ochranu. Tato ochrana pracuje na principu postupného zahřívání bimetalu, který se prohne a tím nadzvedne kotvu, která uvolní západku a pružina rozpojí kontakty a obvod se přeruší.

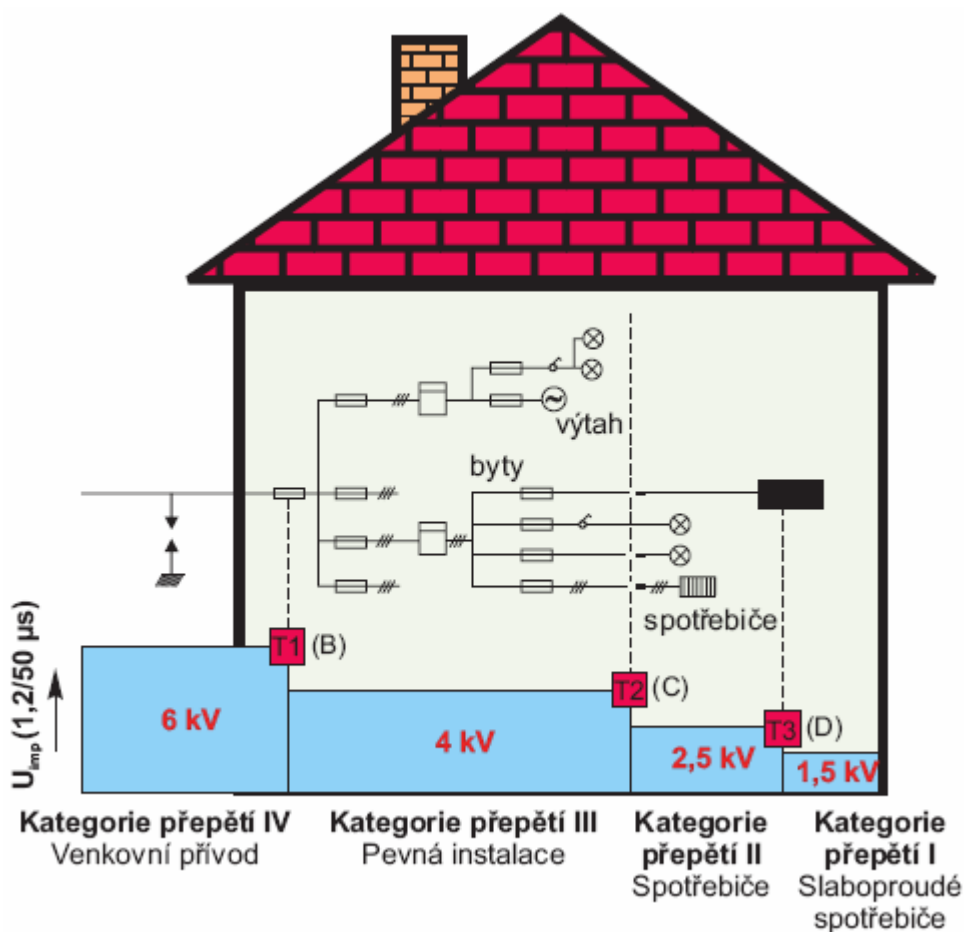
4.4 Přepět'ová ochrana

a) Definice

Přepět'ová ochrana je ochranný prvek, který chrání elektrická zařízení před přepětím. Přepětí je obecně definováno jako hodnota napětí převyšující nejvyšší definovanou mez provozního napětí v obvodu.

b) Princip

Pokud přepětí překročí nejvyšší definovanou mez provozního napětí, ochrana zvětší krátkodobě vodivost mezi danými vodiči a sníží tak jejich vzájemný potenciál na definovanou mez. Hodnoty dovolené meze přepětí v určitých místech elektroinstalace definuje norma ČSN EN 60664-1 podle impulzních výdržných napětí U_{imp} . My uvažujeme hodnoty impulzních výdržných napětí pro běžné domovní elektroinstalace, tedy pro síť nízkého napětí 230/400 V. Znázornění vícestupňové ochrany na obrázku 22:



Obrázek 22: Vícestupňová ochrana proti přepětí [15]

- Přepět'ové ochrany dělíme do třech tříd:

(1) Třída B, typ ochrany T1

Distributoři energie zajišťují napět'ovou hladinu přepět'í na hodnotě maximálně 6 kV, odolnost vstupu budovy je tedy minimálně 6 kV. Tato hodnota ovšem může poškodit jak kabeláž, tak i instalované přístroje. Pro snížení přepět'í tuto situaci řešíme instalací přepět'ovými ochranami typu T1, třídy B na vstupu, co nejbliž'ě okraji objektu. Ochrana třídy B sníží hladinu přepět'í na 4 kV nebo nižší. Takovou hodnotu přepět'í již pevná elektroinstalace bez problému vydrží. Přepět'ové ochrany této třídy chrání objekt zejména při úderu blesku. Umísťuje se zpravidla do hlavního rozvaděče.

(2) Třída C, typ ochrany T2

Druhým stupeň ochrany dokážeme snížit přepět'ovou hladinu na hodnotu 2,5 kV nebo nižší. Na tuto hladinu hodnoty přepět'í je dimenzována většina spotřebičů, proto jim nehrozí žádné porušení.

(3) Třída D, typ ochrany T3

Posledním typem přepět'ové ochrany je tzv. jemná ochrana, která zaručuje hodnotu přepět'ové hladiny nižší než 1,5 kV. Zároveň také reaguje na přepět'í nejrychleji ze všech tří stupňů. Při použití takové víceúrovňové ochrany jsou zabezpečeny i ty nejcitlivější elektronické spotřebiče.

Pro přehled nad hodnotami je přiložen obrázek 23:

Stupeň	Typ	Třída	U_{imp}	U_p
1	T1	B	≤ 4 kV	$\leq 1,5$ kV
2	T2	C	$\leq 2,5$ kV	$\leq 1,4$ kV
3	T3	D	$\leq 1,5$ kV	$\leq 1,2$ kV

Obrázek 23: Tabulka hodnot [15]

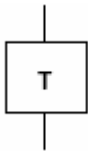
U_{imp} Impulzní výdržná napět'í [kV]

U_p napět'ové ochranné hladiny [kV]

c) Typy přepětových ochran

Přepětové ochrany lze dále rozdělit dle hlídaného objektu. Na trhu v hojném počtu nabízejí přepětové ochrany, které chrání nejen domovní přívody napájecích napětí, ale i telefonní linky, koaxiální kabely a rozvody sítě LAN. Každá z těchto ochran zakládá svojí funkci na odlišném principu. Jak již bylo uvedeno a co nás zajímá nejvíce, tak napájecí rozvody jsou chráněny výkonovými varistory, které absorbují přebytečnou energii. O ochranu koaxiálního kabelu se stará bleskojistka. Ochrany telefonních linek a LAN rozvodů využívají sidactor, jejíž konstrukce je tvořena na základě bleskojistky.

Značka na obrázku 24:



Obrázek 24: Schematická značka přepětové ochrany [15]

5. Návrh instalace ochranných prvků ve stavbě

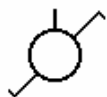
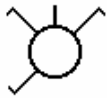
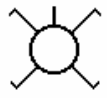
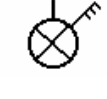

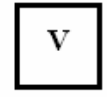


(Tato kapitola byla čerpána ze zdrojů (1,3,4,5))

5.1 Návrh elektroinstalace ve stavbě

Cílem této kapitoly je navrhnout soubor elektrických ochranných prvků v běžném jednopatrovém domě a dodržovat přitom pravidel pro elektroinstalaci podle skupiny norem ČSN 332000. Instalaci ochranných prvků provádíme na základě návrhu, který zpracuje projektant. Tento návrh je součástí tzv. projektové dokumentace, která je velice důležitým prvkem k dosažení povolení ke stavbě a současně k provedení revize instalací.

5.2 Značení elektroinstalačních prvků

Zde jsou uvedeny značení použitých prvků v této úloze na obrázcích (25-32)

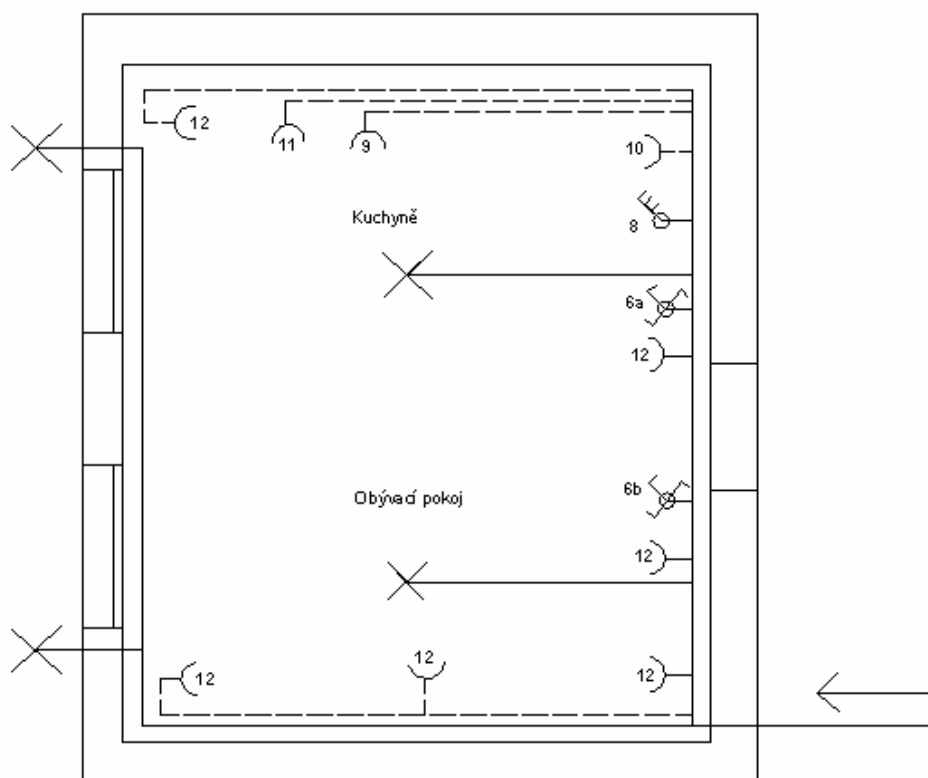
	Střídavý přepínač
	Sériový přepínač střídavý
	Křížový přepínač
	Třípólový vypínač s kontrolkou
	Zásuvka
	Ventilátor
	Zářivka
	Rozvaděč

Obrázky 25-32: Schematické značky[14]

5.3 Popis chráněného objektu

Jak již bylo uvedeno, pro návrh elektroinstalace byl určen jednopatrový dům o ploše 80m². Bude se jednat o cihlový dům, proto kabely budou vedeny zdmi a budou typu CYKY. V této části dále uvedeme jednotlivě půdorysy, rozměry všech místností, v nichž budou vyznačeny dráhy elektrických rozvodů a komponentů.

5.1.1 Obývací pokoj + kuchyně na obrázku 33:



Obrázek 33: Rozvod vedení OP + K

Zapojení zásuvek

Jedná se o místnost, ve které jedna část plní funkci kuchyně a druhá funkci obývacího pokoje. Zásuvky, které jsou zahrnuty v části obývacího pokoje (12), jsou zapojeny do jedné smyčky, chrání je tedy společný jistič.

Zásuvky (11,10,9) jsou zapojeny do samostatných smyček a na každou z nich je přidělen jeden jistič J10A.

Tyto zásuvky budou použity k připojení do sítě kuchyňských spotřebičů s velkým odběrem energie, a proto se doporučuje jejich oddělené jištění.

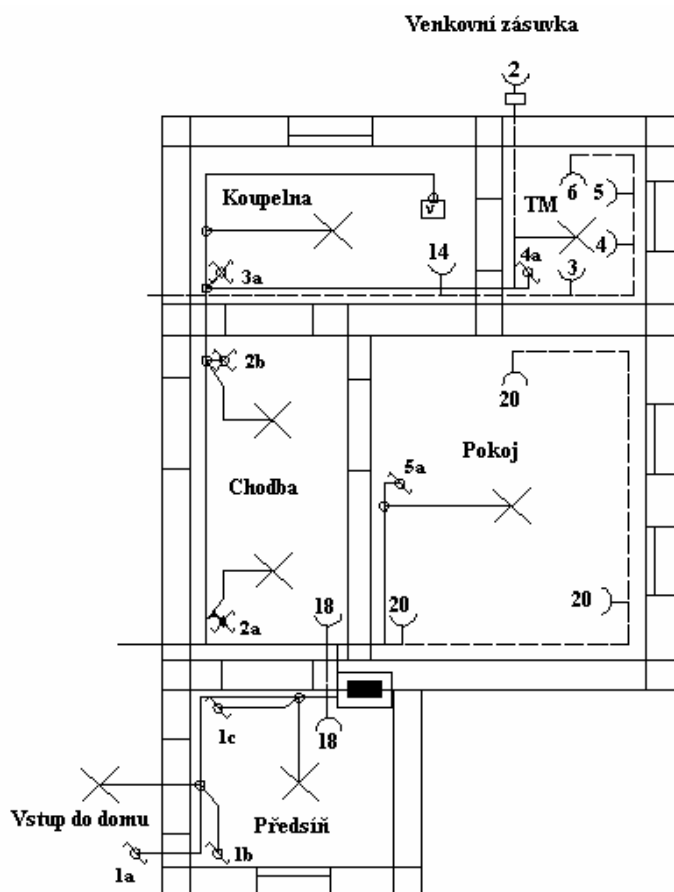
K připojení zásuvek byl použit 3-žilový kabel CYKY o průměru 2,5 mm.

Sklokeramické desky sporáku vyžadují 3-fázové vedení, a proto je zde vyvedeno pomocí zásuvky s třípólovým vypínačem a kontrolkou (8), o jehož jištění se stará 3-fázový jistič J20A. Přívodný kabel použitý k zapojení zásuvky ke sporáku byl zvolen 5-žilový typu CYKY o průměru 6 mm.

Zapojení vypínačů a světel

V této místnosti se nacházejí dva střídavé sériové přepínače (6a,6b), kterými lze ovládat obě světla vnitřní i obě venkovní. Světla jsou opět zapojeny 3-žilovým kabelem CYKY o průměru 2,5mm do jedné smyčky a chrání je společný jistič j10A.

5.1.2 Koupelna + TM + chodba + pokoj +předsíň na obrázku 34:



Obrázek 34: Rozvod vedení

Zapojení zásuvek

V další části bytu jsou zásuvky v předsíni a chodbě (18) zapojeny do jedné smyčky a jištěny společně. V pokoji jsou zásuvky (20) jištěny také jedním jističem ve společné smyčce. V technické místnosti jsou všechny zásuvky, které jsou určeny pro napájení výkonných spotřebičů jištěny zvlášť. Jedná se o stejné typy jističů a to o typ J16A. Vedení je zajištěno 3-žilovými kabely CYKY o průměru 2,5 mm. Z technické místnosti je ven vyvedena venkovní 3-fázová zásuvka (2), kterou zvlášť jistí 3-fázový jistič J20A, jako vedení byl použit kabel 5-žilový typu CYKY o průměru 6 mm.

Zapojení vypínačů a světel

Prostor předsíně je osazen třemi střídavými přepínači (1a,1b,1c), kterými lze ovládat světlo v předsíni a světlo venku u vchodových dveří. Obě světla na chodbě lze ovládat pomocí křížových přepínačů (2a,2b). V pokoji je pouze jeden střídavý přepínač (5a), který ovládá světlo v tomto pokoji. V koupelně nám křížový přepínač (3a) spouští kromě světla také koupelnový ventilátor, který je však jištěn samostatně. V technické místnosti uvádí světlo v činnost střídavý přepínač (4a). Všechny tyto ovládací prvky a svítidla jsou zapojeny a spojeny kabelem CYKY o průměru 2,5 mm.

Shrnutí

O ochranu proti výkyvům proudu se stará 4-pólový proudový chránič PF7-40/4/0.03 s rozdílovým jmenovitým proudem o hodnotě 30 mA. Proudový chránič je podle nové normy ČSN povinen, aby chránil každou zásuvku v bytě. Je však také povinně osazován, aby chránil koupelny, venkovních obvody a místnosti se zvýšeným rizikem vzniku úrazu elektrickým proudem. V dnešní době ovšem projektanti volí jako prevenci ochrany tyto proudové chrániče do každé místnosti. Dále je byt chráněn všemi třemi typy přepětových ochran, které chrání objekt a spotřebič zejména proti následkům úderu blesku.

5.2 Schéma zapojení

Tato část práce zobrazuje schéma zapojení všech elektrických ochranných prvků použitých v názorném příkladě uvedeném v kapitole 5.

Schéma viz. Příloha.

6. Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo seznámit s problematikou elektrický ochranných prvků, a proto se první část zabývá jejich funkcí a rozdělením. Důležitým faktorem při pochopení jejich důležitosti je znalost poruchových stavů a příčin jejich vzniku. Proto se další část práce zabývá poruchovými stavy, které mohou nastat nesprávným návrhem, či neodbornou elektroinstalací. Důležitým výsledkem této bakalářské práce je tedy potvrzení nutnosti znalosti elektrických prvků při návrhu a samotné elektroinstalaci. Je tedy nutné, aby návrhy a elektroinstalace vykonávali odborníci obeznámeni s danou problematikou a potřebnou kvalifikací. Jedná se totiž o ochranné prvky, které chrání nás, uživatele elektrické energie a naše spotřebiče. Dalším výsledkem práce bylo zhotovení návrhu elektroinstalace a vytvoření schématu zapojení všech ochranných prvků a elektrických komponentů uvedených v návrhu. Hlavním kritériem tohoto návrhu bylo, aby splňoval předepsané normy, proto jeho správnost byla ověřena kvalifikovaným projektantem.

7. Seznam literatury

[1] Ing. MEČISLAV HUDECZEK Ph.D, Prof. PAVEL SANTARIUS, Ing. EDMUND PANTŮČEK, Ing. Bc. BŘETISLAV CICHONĚ, ALEXEJ SATINSKÝ, Chránění I. Elektrická zařízení do 1000V. Vydání Havířov: Irena Satinská, 2005. 364 s. ISBN 80-903540-1-7.

[2] Ing. ROBERT LANÍČEK, Elektronika. 1. Vydání. Praha: BEN – technická literatura, 2002, 480 s. ISBN 80-86056-25-2.

[3] Ing.Štěpán František, Proudové chrániče. 2.Vydání. Praha: Odborné příručky 2001 IN-EL ISBN80-86230-20-1

[4] Ing. HEINZ HÄBERLE, BERNHARD GRIMM, Dr. Ing. GREGOR HÄBERLE, Ing. WERNER PHILIPP, Ing. WILLI SCHLEER, Ing. BERND SCHLIEMANN, Ing. DIETER SCHNELL, Dr. Ing. DIETMAR SCHMID, Průmyslová elektronika a informační technologie. 8. Vydání. Praha: EUROPA – SOBOTÁLES cz, 2003, 720 s. ISBN 80-86706-04-4.

[5] Převzato z portálu ZČU. Studijní materiál katedry elektrotechniky. Převzato dne 12.2.2011.

Dostupné z: cw.zcu.cz/wps/PA_Courseware/DownloadDokumentu?id=36670

[6] Převzato z webu SPŠSE a VOŠ Liberec. Studijní materiály. Převzato dne 23.3.2011.

Dostupné z: http://www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/ochrany/Ochrany-%FAvod.pdf

[7] Převzato ze studentského webu ČVUT. Převzato dne 21.3.2011.

Dostupné z: https://hosting.pilsfree.net/fantom/FEL/OZS/BOJZ_P4.ppt

[8] Ing.Kostka Tomáš. Základní informace-proudový chránič.Převzato dne 18.1.2011.

Dostupné:http://www.unishop.cz/ishop/galerie/pdf/chranic_4.pdf?PHPSESSID=12df31c72882bd9e869246d72112cfb7

[9] Převzato z webu wikipedia.cz. Převzato dne 3.3.2011.

Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:DifferentialSwitch.png>

- [10] Převzato z webu wikipedia.cz. Převzato dne 3.3.2011.
Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Tavn%C3%A1_pojistka
- [11] Převzato z webu wikipedia.cz. Převzato dne 3.3.2011.
Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pojistky>
- [12] Převzato ze školních stránek Ing.Jiřího Smílka. Převzato dne 29.2.2011.
Dostupné:<http://www.jsmilek.cz/skripta%20pdf/esp%205%20pojistky%20skripta%20ze.pdf>
- [13] Reichl Jaroslav, Všetická Martin. Encyklopedie fyziky:Pojistky a jističe
Převzato dne 23.2.2011.
Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=329>
- [14] Převzato v webu SOUE a EaU Plzeň. Převzato dne 19.3.2011.
Dostupné z: http://www.edunet.souep1.cz/~weisz/dilna/em_dinst/instznac.php
- [15] Převzato z webového katalogu firmy EOZ. Jištění elektrických obvodů a zařízení nízkého napětí. Převzato dne 19.3.2011.
Dostupné z: http://www.oez.cz/file/279_1_1/download/

8. Seznam rovnic a seznam obrázků

8.1 Seznam rovnic

- (1) Rovnice přesnosti ochrany
- (2) Rovnice vyjadřující závislost působení času t na napětí u
- (3) Rovnice pro ideální stav rozdílové ochrany
- (4) Rovnice pro podmínku ochrany proudovým chráničem

8.2 Seznam obrázků

- Obrázek 1 Selektivita ochrany
- Obrázek 2 Charakteristika časově závislé nadproud.ochrany
- Obrázek 3 Charakteristika časově nezávislé nadproud.ochrany
- Obrázek 4 Charakteristika mžikové nadproudové ochrany
- Obrázek 5 Charakteristika napěťové ochrany
- Obrázek 6 Zjednodušené blokové schéma srovnávací ochrany
- Obrázek 7 Blokové schéma rozdílové ochrany s proudovým porovnáním
- Obrázek 8 Blokové schéma rozdílové ochrany s napěťovým porovnáním
- Obrázek 9 Schéma připojení distanční ochrany
- Obrázek 10 Schematické značky proudového chrániče
- Obrázek 11 Schéma připojení proudového chrániče
- Obrázek 12 Zjednodušené schéma zapojení distanční ochrany
- Obrázek 13 Schéma připojení distanční ochrany s hodnotami
- Obrázek 14 Schematické značení pojistky
- Obrázek 15 Řez závitovou pojistkou
- Obrázek 16 Řez vložky pojistky
- Obrázek 17 Značení pomalé pojistky
- Obrázek 18 Řezy zásuvné pojistky a speciálního držáku pro výměnu
- Obrázek 19 Schematická značka jističe
- Obrázek 20 Průřez jednopólového jističe

- Obrázek 21 Zjednodušené schéma řezu jističe
- Obrázek 22 Vícestupňová ochrana proti přepětí
- Obrázek 23 Tabulka hodnot
- Obrázek 24 Schematická značka přepětíové ochrany
- Obrázky 25-32 Schematické značky
- Obrázek 33 Rozvod vedení OP + K
- Obrázek 34 Rozvod vedení K + (tm) + Ch + P + PŘ

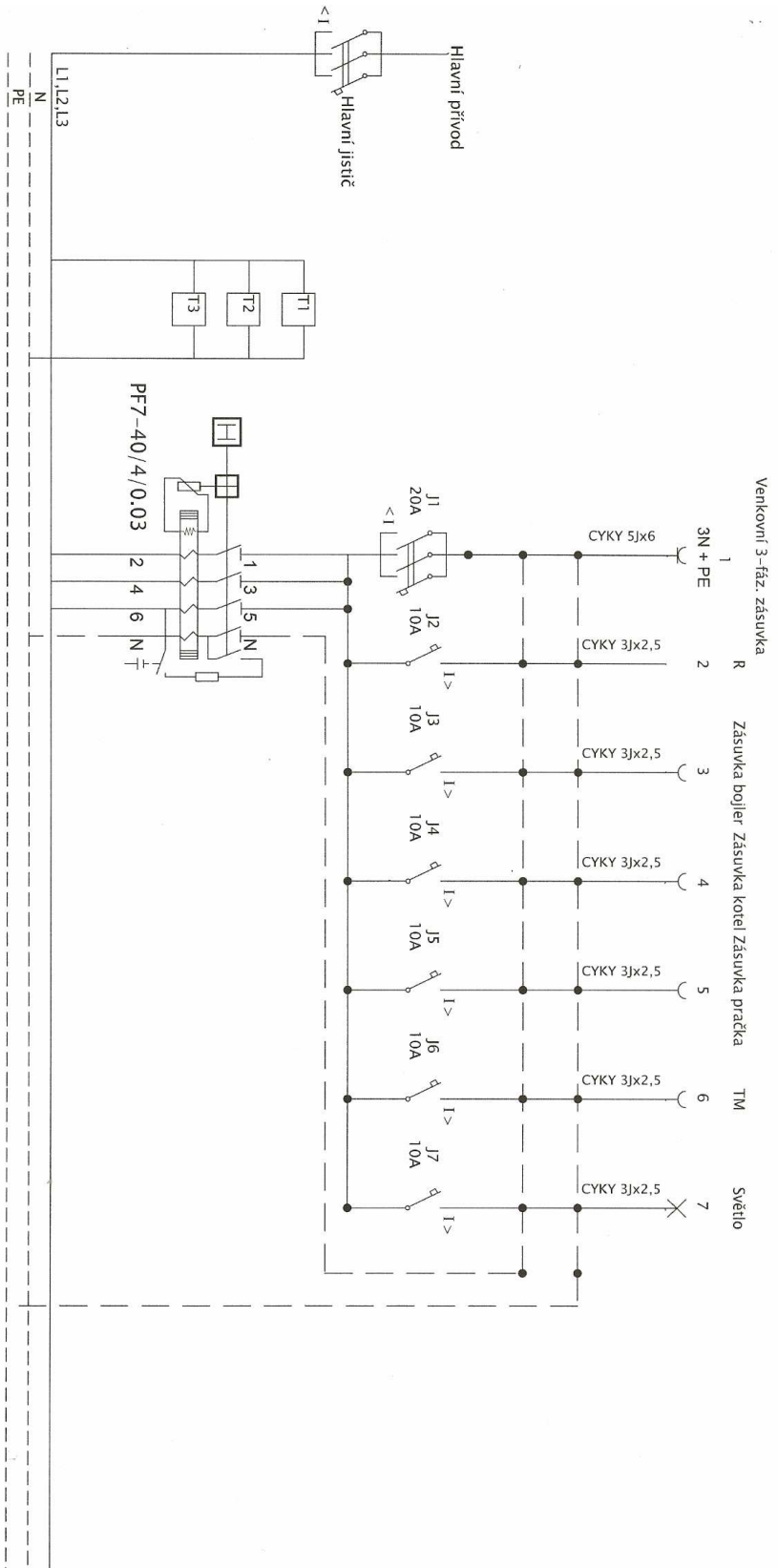
9. Přílohy

Příloha 1 : Schéma zapojení ochranných prvků v TM

Příloha 2 : Schéma zapojení ochranných prvků v kuchyni a ob. Pokoji

Příloha 3 : Schéma zapojení ochranných prvků v koupelně, pokoji, chodbě a předsíni

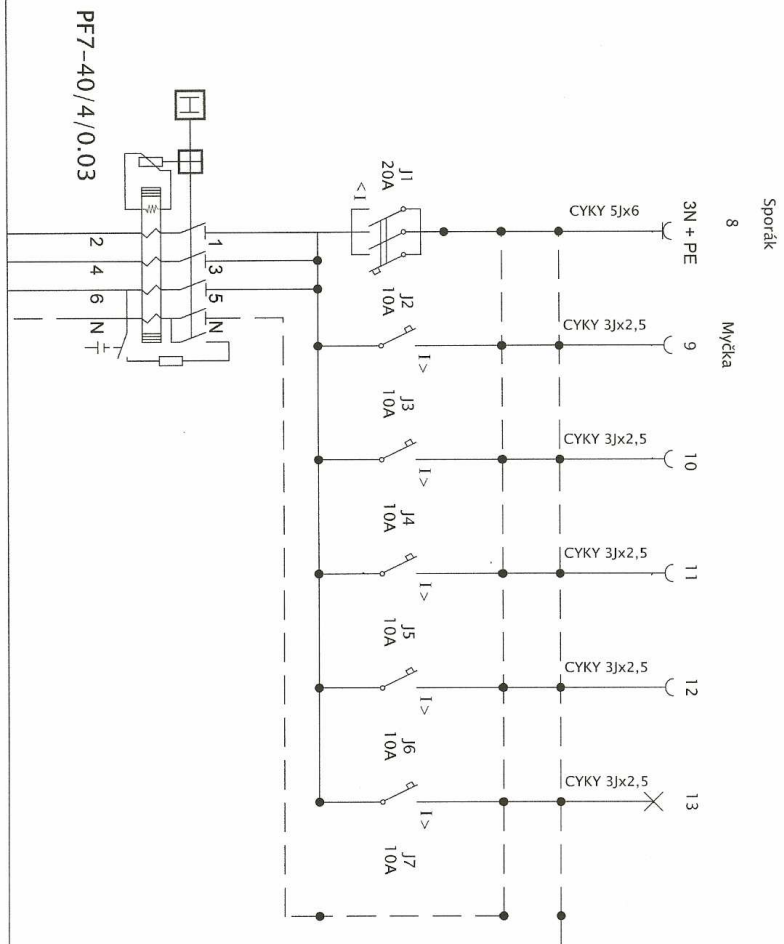
Schéma zapojení ochranných prvků pro technickou místnost



Oddělení {odd}	Technický referent {techref}	Kreslil Miloš Hajsí	Přezkoušel {prezkousej}
Druh dokumentu {druhDokumentu}		Status dokumentu {statusDokumentu}	
Název, doplňující název {nazev}		Číslo dokumentu {cisloDok}	
		Změna	Datum vydání
		Jazyk	List



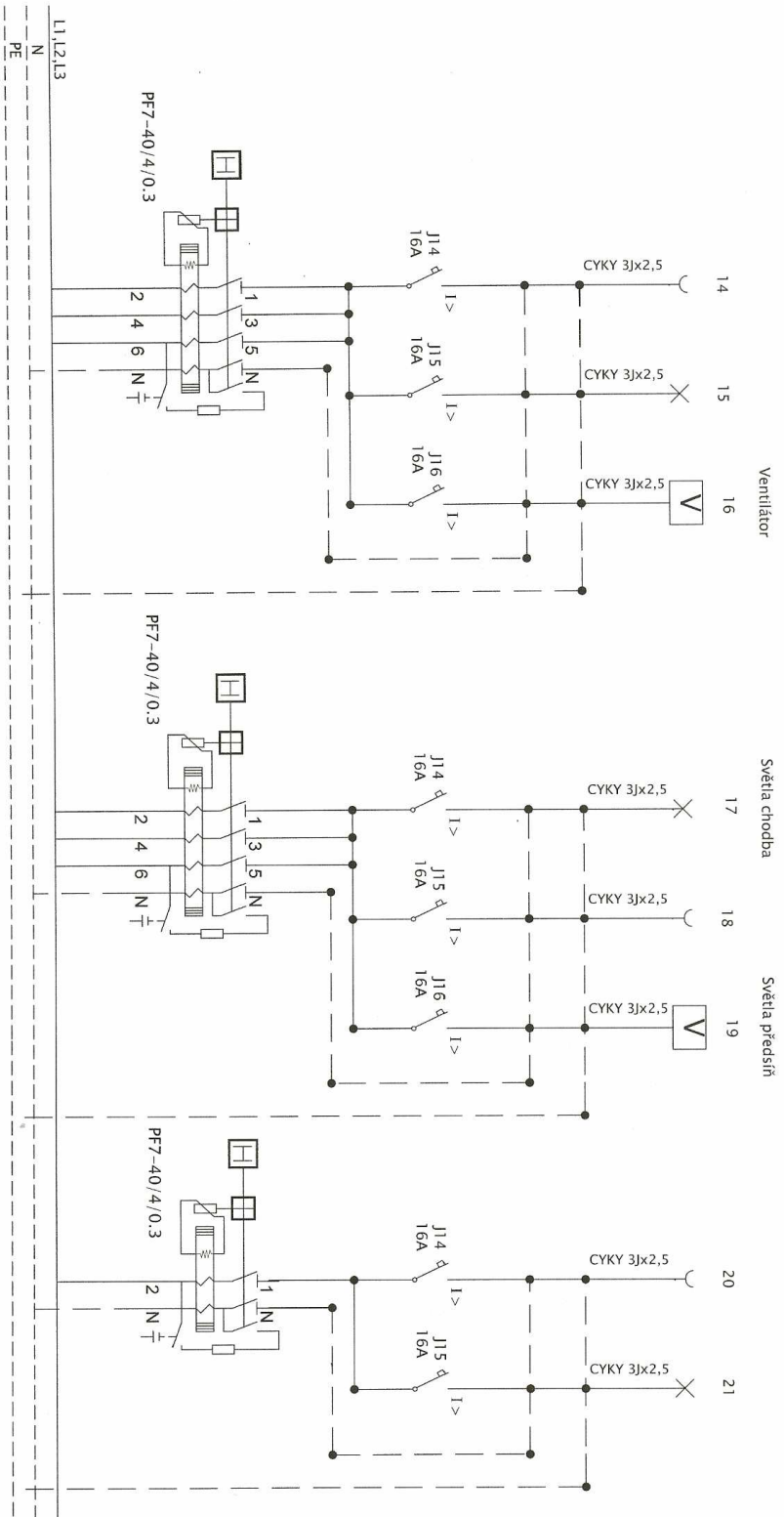
Schéma zapojení ochranných prvků pro kuchyň s obývacím pokojem



Oddělení {odd}	Technický referent {techRef}	Kreslil Miloš Hajsl	Přezkoušel {prezkousel}
		Druh dokumentu {druhDokumentu}	Status dokumentu {statusDokumentu}
		Název, doplňující název {nazev}	Číslo dokumentu {cisloDok}
		Změna	Datum vydání
		Jazyk	List

LOGO

Schéma zapojení ochranných prvků pro koupelnu, chodbu s před síní a pokoje



Oddělení {odd}	Technický referent {techRef}	Kreslil Miloš Hajsl	Přezkoušel {prezkoušel}
Druh dokumentu {druhDokumentu}		Status dokumentu {statusDokumentu}	
Název, doplňující název {nazev}		Císlo dokumentu Změna	{cisloDok}
LOGO		Datum vydání	Jazyk
			List