



Skripta

Školní rok : 2009 / 2010

Modul: **Elektrické přístroje**
skripta 3

elementární modul: **Jističe**

Obor: **26-43-L/001 - Mechanik elektronik**

26-51 H/003 – Elektrikář - silnoproud

26-41/L501 – Elektrotechnika

Ročník: **2. ročník - Mechanik elektronik - denní maturitní studium**

2. ročník - Elektrikář – učební obor

2. ročník – Elektrotechnika – nástavbové studium

2. ročník – Elektrotechnika – dálkové studium

3. Jističe**Výukové cíle:**

- Vyjmenujete na co slouží jističe
- Vyjmenujete jednotlivé druhy jističů – drobné, modulární, výkonové, motorové a popíšete na co se používají
- Nakreslíte značky jednotlivých druhů jističů
- Vyjmenujete části, ze kterých se skládá jistič a popíšete jejich funkci
- Vyjmenujete příslušenství jističů – popíšete na co se používají
- Popíšete vypínací charakteristiku jističů, vysvětlíte co je to za závislost čeho na čem a v jakých veličinách a jednotkách se zobrazuje, popíšete v jakých stupnicích se zobrazuje
- vysvětlíte rozdíl mezi jištěním motorů a obvodů s motory
- Popíšete smluvené vypínací a nevypínací proudy a jejich využití
- Vysvětlíte co je to vypínací schopnost jističů a jaká se kde musí používat
- Vysvětlíte co je to selektivita a popíšete, kde se použije selektivní jistič

Předpokládané znalosti pro zvládnutí modulu – bloku Jističe:

blok Značky pro elektrotechnická schémata

blok Elektrické přístroje – Přístroje

blok Elektrické přístroje – Spínače

Shrnutí:

Jističe jsou elektrické přístroje, které jistí el. zařízení proti zkratu a přetížení

Druhy jističů :

drobné – do 25 A

modulární – používají velikost modulu 17,5 mm/pól na šířku a 45 mm na výšku ovládací části s páčkou, která je jediná vystupující přes krycí plech zajišťující ochranu před dotykem IP20, Modulární přístroje se dají montovat na DIN lištu vedle sebe do modulárních instalačních rozváděčů - IP20 nebo do modulárních průmyslových rozváděčů – IP 00, vyrábí se v charakteristikách B,C,D

výkonové – jsou jističe nad 25 A nejsou modulárního provedení a obvykle mají nastavení tepelné i zkratové spouště, větší jističe nad 100A mají nastavení i selektivity – času vypnutí zkratové spouště

miniaturní – jsou modulárního provedení až do 125A, šířka na pól je 1,5 – 2 násobek modulu, nemají nastavitelné spouště, vyrábí se v charakteristikách B,C,D

motorové – jsou většinou modulární 2,5 modulu na 3 póly, vyrábí se většinou 3 fázové, vyrábí se v charakteristikách C,D a mají nastavitelnou tepelnou spoušť, která se nastavuje min. do 50% jmenovitého proudu.

Řada jmenovitých proudů motorových jističů:

0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100A

Řada jmenovitých proudů miniaturních jističů:

2; 4; 6; 10; 13; 16; 20; 25 A

Řada jmenovitých proudů miniaturních výkonových jističů:

32; 40; 63; 80; 100; 125 A

Řada jmenovitých proudů výkonových jističů:

32; 40; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 225; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3200; 4000; 6300 A

Značka se skládá z kontaktů, zkratové a tepelné spouště, volnoběžky a ovládacího mechanismu – páčky, cívky, motorového pohonu

Jistič se skládají ze zkratové spouště – elektromagnetu a tepelné spouště z bimetalu, kontaktů, ovládací páčky, zhášecí komory, svorek.

Vypínací charakteristika je závislost času v sec na vypínacím proudu v násobcích jmenovitého proudu. – namalovat charakteristiku.

Charakteristika B 3-5 In – odporové spotřebiče, C 5-10In motory, žárovky – (nárazový, rozběhový proud) a D 10-20In (motory s těžkým rozběhem).

Všechny charakteristiky mají stejnou tepelnou část, liší se pouze ve zkratové části.

Motory se jistí na jmenovitý proud v tepelné části, obvody s motory se jistí zkratově – musí vydržet nárazový rozběhový proud, ale nejistí motor proti přetížení.

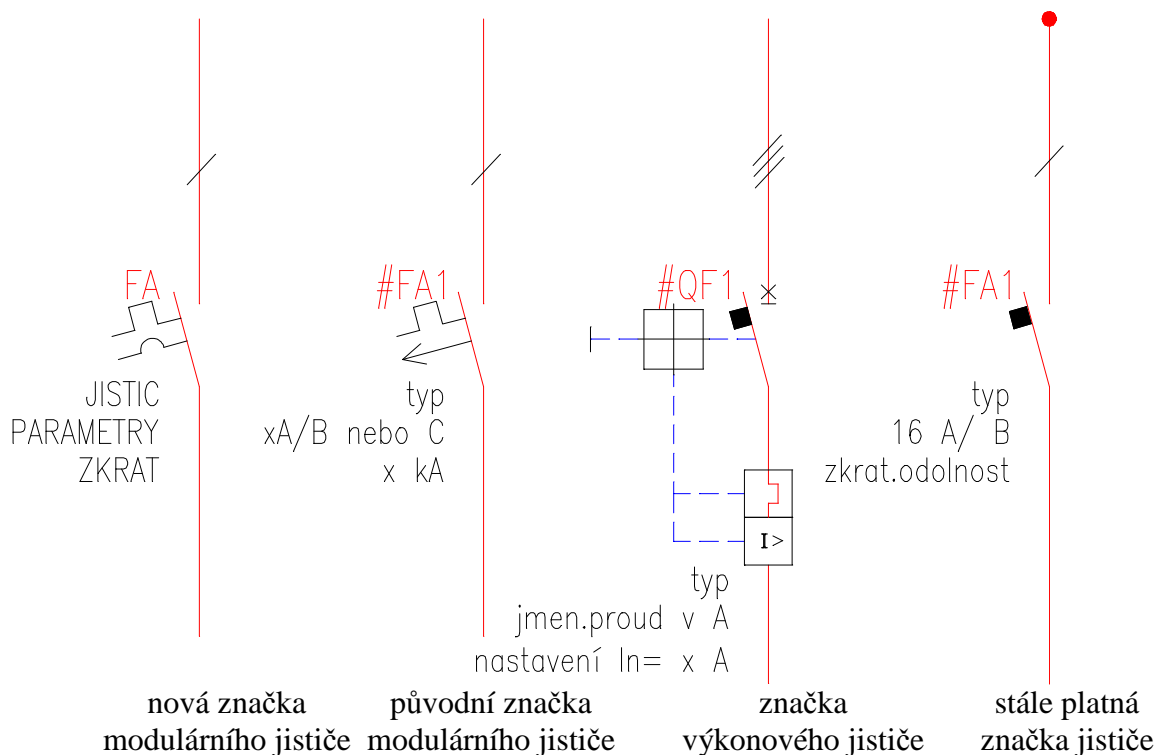
Smluvený nevypínací proud – $1,13I_n$ – jistič nesmí vypnout nikdy, smluvený vypínací proud – $1,45I_n$ – jistič musí vypnout do hodiny

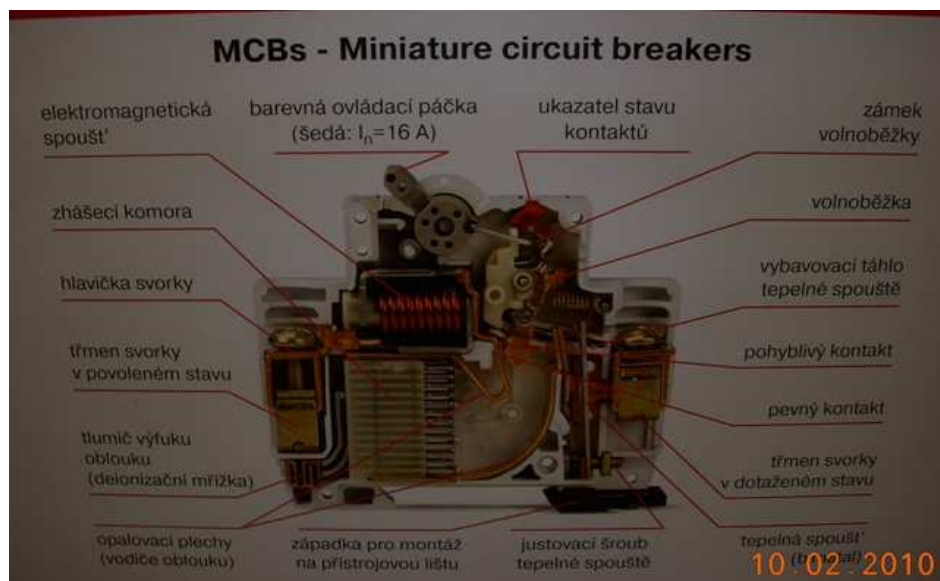
Vypínací schopnost je velikost proudu (obvykle zkratového), který je jistič schopen vypnout bez poškození (několikrát za sebou) (6kA, 10kA, 15 kA)

Příslušenství jističů jsou: pomocné kontakty, propojovací hřebeny 1f a 3f, vypínací a zapínací cívky, podpěťové cívky, motorové pohony.

Selektivita jističů je odstupňované jištění, které spočívá v tom, že vypne jen jistič bezprostředně před místem poruchy, což při použití miniaturních jističů char. B (požadavek rozvodných závodů) nelze zajistit. Lze to zajistit pouze připoužití výkonových jističů s nastavitelnou selektivitou – vypínacího času zkratové spouště

3.1. Značky jističů





3.2. Použití:

- jištění elektrických obvodů před přetížením a zkratem
- omezující jističe s vysokou vypínací schopností 10 kA pro všechny hodnoty jmenovitých proudů (0,16—63 A)
- vysoká vypínací schopnost dovoluje omezit počet jisticích prvků

Technické údaje:

Jmenovité napětí	230/400 V ; 50/60 Hz
Jmenovité proudy	0,16 – 63 A
Vypínací charakteristiky	B,C,D
Maximální stejnosměrné napětí	= 40 V pro běžný typ L7-... (10 kA) = 250 V pro typ L7-...-DC (6 kA pro T = 4 ms)
Třída selektivity	3
Vypínací schopnost	10 kA (I_{cn} podle ČSN EN 60 898) 15 kA (I_{cu} podle ČSN EN 60947-2)
Předepsaná teplota	-5 až 40 °C
Přívodní / vývodní svorky	libovolné
Poloha při montáži	libovolná

- příslušenství (vypínací spouště, jednotky pomocných kontaktů, propojovací systémy atd.) umožňují použití v průmyslu.

3.3. Vypínací charakteristiky

Vypínací charakteristika jističe = průběh závislosti doby vypnutí jističe na velikosti nadproudu. Pojmeme nadproud se rozumí každý proud, který je vyšší než jmenovitý proud I_n tj. přetížení nebo zkrat.

Starší vypínací charakteristiky L a U pro jističe vedení (podle ČSN 35 4171)

Definice vypínacích charakteristik L a U byla poměrně komplikovaná, protože tvar vypínací charakteristiky v oblasti působení tepelné spouště se odvozoval od normovaného tvaru vypínací charakteristiky pojistky typu gL (německá norma). Veličinou, ke které se vztahovaly nevypínací a vypínací proudy nebyl jmenovitý proud I ale smluvený nevypínací proud I_{nt} (krajní, hodinový).

Vypínací charakteristiky B, C, D pro jističe vedení (podle ČSN EN 60898)

- jednodušší definice vypínacích charakteristik pomocí jmenovitého proudu I_n
- proudová řada 0,16 — 63 A
- možnost jištění obvodů se spotřebiči, které způsobují vysoké proudové rázy jističí charakteristikou D
- kratší vypínací časy oproti charakteristikám L a U dovolují menší přetěžování chráněného obvodu, protože hodnota jejich smluveného vypínacího proudu I_t je nižší

Použití jističů vedení s vypínacími charakteristikami B, C, D

B - zařízení s malými

proudovými rázy 3,5-5 I_n (jištění vedení, běžné spotřebiče)

- náhrada za jističe se starší

vypínací charakteristikou L

C - zařízení s proudovými rázy 5-10 I_n (žárovky, více pólové asynchronní motory, atd.)

- náhrada za jističe se starší

vypínací charakteristikou U

D - zařízení s velkými proudovými rázy 10-20 I_n (transformátory, dvojpólové asynchronní motory)

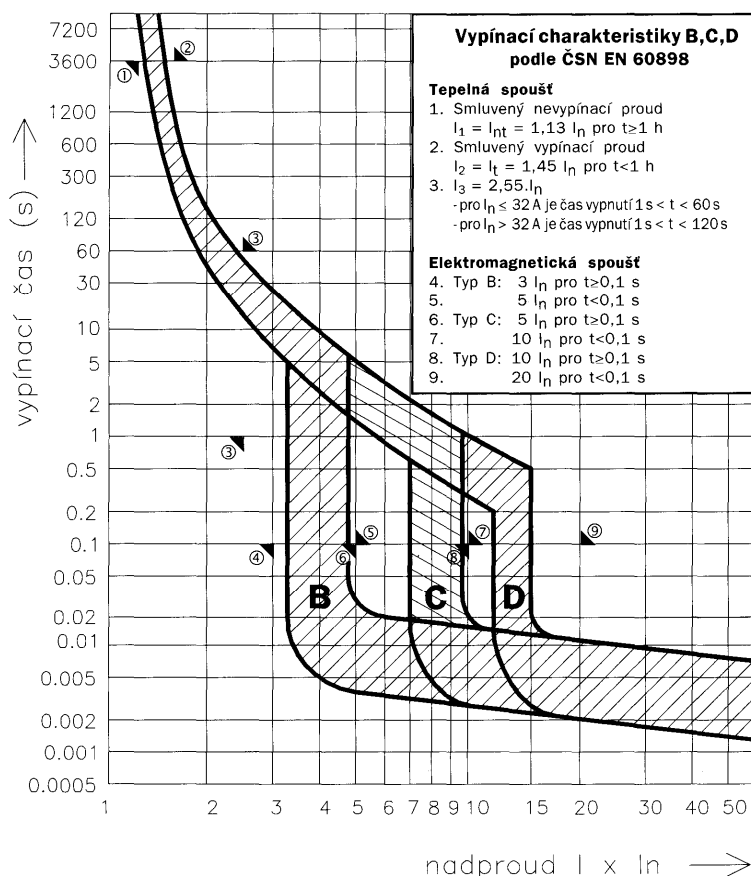
- náhrada za jističe s

vypínacími charakteristikami K, M (kde $I_k = 8 - 12 I_n$)

3.4. Vypínací charakteristiky modulárních jističů

Z průběhu vypínací charakteristiky jističů typu B, C a D je zřejmé, že všechny tři typy se od sebe odlišují

pouze nastavením elektromagnetické (zkratové) spouště. V oblasti působení tepelné spouště - až do bodu zapůsobení elektromagnetické spouště - je tvar vypínací charakteristiky pro všechny typy shodný. Proto je z hlediska dlouhodobého zatěžování vedení malým nadproudem lhostejné, jaký typ vypínací charakteristiky jističe zvolíme. Jističe L7 se



vyznačují strmou vypínací charakteristikou, což dovoluje ekonomické využívání použitého vedení - viz Příloha NL ČSN 33 2000-5-523, Tab. NL 8-14 a Tab. NL 938 a,b,c až 946 a,b,c. Vypočítané hodnoty pro koeficient přiřazení jističe k vedení, jsou vztaheny k čárové charakteristice, která prochází 75 % tolerančního pole.

Z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem (ČSN 33 2000-4-41) je volba typu vypínací charakteristiky závislá na hodnotě impedance smyčky obvodu poruchového proudu. Vypočítané hodnoty jsou vztaheny k nejnepříznivějším hodnotám nadproudů tolerančního pole vypínací charakteristiky tj. 5, 10 nebo 20 I_n (pro typy B, C nebo D - viz. ČSN 33 2000.6-61)

Příklad:

1. Vypočti do jaké délky kabelu můžeš použít pro zásuvkový obvod kabel CYKY-J 3x1,5 mm² při jištění 16A/B. Impedance všech přechodových odporů (spoje, připojení přístrojů, přívodní distribuční vedení) je 1 Ohm.
2. Vypočti totéž pro jistič 10A/B a jistič 16A/C – Použij podmínku automatického odpojení v síti TN viz Solid str.72, vzorec na výpočet odporu vodiče ze základů elektrotechniky, **POZOR** jedná se o jednofázový obvod, musíš uvažovat dvojitou délku vedení (tam fáze, zpátky nula)

Impedance	79 m			
ρ_{Cu}	0,0178 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	$R_v = \frac{2 \rho l}{S}$	$S = \frac{2 \rho l}{R_v}$	$l = \frac{SR_v}{2 \rho}$
S	1,5 mm ²	$I = \frac{P}{U}$	$I = \frac{\Delta U_v}{R_v}$	$R_v = \frac{\Delta U_v}{I}$
U _o	230 V			
I _n	16 A			
char.B	5 *I _n			
Z _p	1 Ω			
			$\Delta U_v = U_1 - U$	
Z _{sv}	$\leq \frac{U_o}{I_a} \leq \frac{U_o}{N * I_n} = \frac{230}{5 * 16} =$			2,875 Ohmu
Z _s =Z _{sv} -Z _p	$= 2,875 - 1 =$			1,875
l	$= \frac{S * Z_s}{2 * \rho} = \frac{1,5 * 1,875}{2 * 0,0178} =$			79,00281 m

3.5. Jištění obvodů se stejnosměrnými proudy

Při jištění obvodů se stejnosměrnými proudy běžnými jističi (L7) se posouvají vypínací charakteristiky v oblasti působení elektromagnetické spouště o 1,41 I_n (tj. poměr maximální a efektivní hodnoty střídavého proudu). Oblast působení tepelné spouště se nemění.

U jističů (L7-...- DC) je s touto skutečností počítáno a meze vypínacích charakteristik jsou v souladu s požadavky pro jednotlivé typy vypínacích charakteristik B a C. Jističe (L7-...- DC) jsou použitelné pro všechny druhy proudů, tj. stejnosměrné i střídavé proudy. Vestavěné permanentní magnety podporují zhášení elektrického oblouku pouze při předepsané polaritě zapojení svorek. Z tohoto důvodu musí být **dodržena polarita stejnosměrného proudu** v příslušném obvodu!

Časová konstanta $T L/R = 4$ ms jističů (L7-...- DC) pro stejnosměrný proud má analogický význam jako parametr $\cos\phi$ pro střídavý proud.

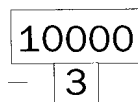
Jištění motorů

Při použití jističů musíme rozlišovat, zda se jedná o jištění obvodů s motory nebo přímo o jištění motorů. Pro jištění motorů jsou proto určeny jističe s plynule nastavitelnou hodnotou proudu tepelné spouště - viz Spínač motorů (typ Moeller - MS7, typ ABB – MS 325). Charakteristika je C nebo D.

3.6. Značky uváděné na jističi podle ČSN EN 60898

Vypínací schopnost(A)

Třída selektivity



3.7. Vypínací schopnost jističů

Vypínací schopnost je parametr, který udává hodnotu předpokládaného zkratového proudu, kterou musí přístroj bez poškození odpojit. Vysoká hodnota vypínací schopnosti omezujících jističů je podmíněna velice krátkými časy vypnutí, které se dále zkracují s rostoucím nadproudem (jednotky milisekund - viz amperekundová vypínací charakteristika). Pokud je zdroj schopen dodat vyšší zkratový proud, než je udaná vypínací schopnost použitého jističe, musí být předřazena pojistka, která omezí zkratový proud na přípustnou hodnotu. Proto je u jističů (L7) pro předpokládaný zkratový proud nad 10 kA předepsána pojistka 100 A gG. Velkou výhodou jističů s vysokou vypínací schopností je omezení nutného počtu předřazených jisticích prvků.

3.8. Zatížitelnost jističů

Se změnou okolní teploty se posouvá nevypínací a rovněž vypínací proud jističe. Meze $1,13 I_n$ pro nevypínací proud a $1,45 I_n$ pro vypínací proud jsou vztaženy k referenční teplotě 30°C . Závislost nevypínacího proudu na změně teploty bývá uvedena v katalogích jednotlivých výrobců. S rostoucí teplotou zatížitelnost klesá.

Předepsaná teplota od -5°C do 40°C je uváděna podle požadavku ČSN EN 60898. V tomto rozmezí musí jistič splňovat předepsané elektrické a mechanické parametry. Pro použití jističů při teplotách odlišných od předepsané jsou v katalogu uvedeny závislosti nevypínacího proudu.

Graf zatížitelnosti při řazení N jističů vedle sebe charakterizuje teplotní závislost nevypínacího proudu při vzájemném tepelném ovlivňování jističů namontovaných vedle sebe. Výrobce tuto skutečnost respektuje u vícepólových jističů, kde provádí justaci prostředních pólů.

Výpočet nevypínacího proudu jističe při okolní teplotě T a N jističích vedle sebe zohledňuje oba předchozí případy, kdy dochází k tepelnému ovlivňování jističe jak vlivem okolní teploty, tak i vzájemným sdílením tepla od sousedních jističů.

$$I_{DL} = I_n K_T(T) \cdot K_n(N) \quad \text{kde} \quad I_n - \text{jmenovitý proud jističe (A)}$$

$$K_T = I_t / I_n - \text{zatížitelnost jističe při změněné okolní teplotě T}$$

$$K_N - \text{zatížitelnost jističe při N jističích vedle sebe}$$

Příklad:

Průměrná teplota okolního vzduchu je 40°C . V rozváděči jsou namontovány 3 jednopólové jističe L7-10/1/B vedle sebe. Jak se změni hodnota nevypínacího proudu jističů? Pro jeden jistič L7-10/1/B je při 30°C hodnota nevypínacího proudu $1,13 I_t$ tj 11,3 A.

Řešení:

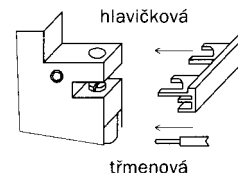
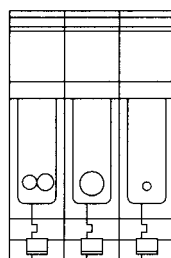
Z grafů v Katalogu '98 na str. 30 odečteme tyto koeficienty: $K_T = 1,08$, $K_N = 0,83$.

Dosazením získáme: $DL = \sqrt{n \cdot KT (T) \cdot KN (N) \cdot 10^{-1,08 \cdot 0,83}} \cdot 8,96 \cdot A9 \cdot A$
 Nevypínací proud se sníží z normované hodnoty 11,3 A na 9 A.

Barvy ovládacích páček

0,16-1,6 A	bílá
2 A	růžová
4A	hnědá
6 A	zelená
10A	červená
13A	béžová
16A	šedá
20A	modrá
25A	žlutá
32A	fialová
40A	červená
50A	bílá
63A	červenohnědá

Dvojitá funkce svorek



3.9. Třída selektivity

Třída selektivity vyjadřuje hodnotu I^2t (Jouleův integrál). Celkem jsou definovány 3 třídy selektivity (ČSN EN 60 898) - čím vyšší třída, tím menší energii při zkratu jistič propustí. Hodnota I^2t jističů závisí zejména na rychlosti vypnutí mechanismu jističe a schopnosti zhášecí komory uhasit oblouk. Uváděné údaje platí za stanovených podmínek (napětí, účinník atd.).

3.10. Miniaturní jističe

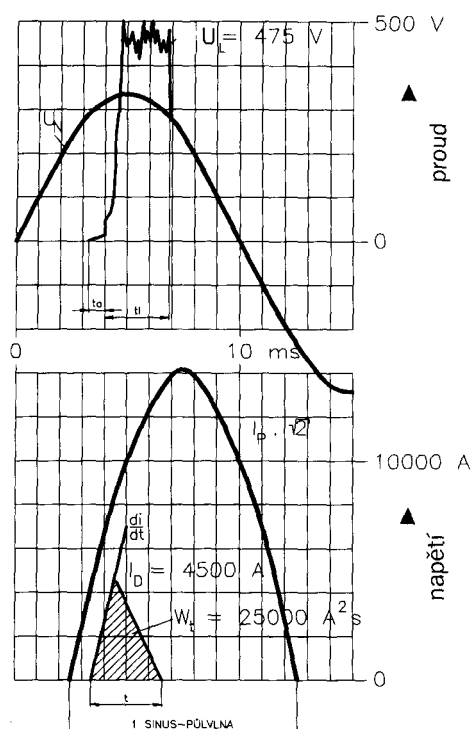
(MCBs - Miniature Circuit Breakers) (typu L7) jsou navrženy tak, aby byly schopné vypínat v co nejkratších časech. Díky minimálním hmotnostem pohybujících se dílů při rychlém oddálení kontaktů a provedení zhášecí komory je dosaženo velice krátkých vypínacích časů - vypínací časy při zkratech jsou v jednotkách milisekund. Dalšímu zrychlení vypnutí jističe při zkratech napomáhá i provedení elektromagnetické spouště, jejíž kotva začne oddalovat pohyblivý kontakt ještě dříve, než dojde k vybavení jističe volnoběžkou. Tyto jističe proto mají omezovací schopnost, což znamená, že k odpojení zkratu dojde dříve, než zkratový proud dostoupí maximální hodnoty. Omezený zkratový proud je proto menší, než předpokládaný zkratový proud. Hodnotu tzv. prošlé energie jističem při zkratu vyjadřuje parametr I^2t přičemž platí, že menší hodnota I^2t při zkratu způsobí menší oteplení vedení za jističem. Praktický význam v omezení hodnoty I^2t spočívá v tom, že při použití omezujících jističů není nutné kontrolovat průřezy vodičů z pohledu oteplení při zkratu.

Poznámka: Běžně používaný termín prošlá energie zcela přesně neodpovídá parametru I^2t (parametr energie má tvar $W = RI^2t$)

Upozornění: Pro zajištění selektivity jistění dvou za sebou zařazených jističů je nutné, aby se jejich vypínací charakteristiky nepřekrývaly příp. nedotýkaly. Jak je zřejmé z porovnání vypínacích charakteristik jističů v oblasti velkých nadproudů (5, 10, 20 I_n a více), nelze zajistit selektivitu v plném rozsahu u dvou za sebou zařazených omezujících jističů ve stejné třídě selektivity s blízkými hodnotami jejich jmenovitých proudů (oba omezující jističe reagují přibližně stejně rychle).

Selektivní řazení přístrojů ve stejné třídě nelze zajistit v plném rozsahu pracovních proudů. Jako vhodné řešení se nabízí použít předřazené jističe s nižší třídou selektivity, například běžné deionové jističe.

Diagram vypnutí jedné půl vlny předpokládaného zkratového proudu 10 kA pro jistič s $I=16A$, vypínací charakteristika B



- $i_p\sqrt{2}$ maximální hodnota předpokládaného zkratového proudu (A)
- i_0 omezený proud (také i_D) – propuštěný proud jističem (A)
- I^2t Jouleův integrál ($I^2t = \int i^2 dt$) - odpovídá ploše pod křivkou omezeného proudu i_0 (A^2s)
- U_n síťové napětí (V)
- U_L napětí oblouku (V)
- t celková vypínací doba (s)
- t_a vypínací doba (s) - cca 0,7 ms
- t_L doba hoření oblouku (s) - cca 2 ms
- $(t = t_a + t_L)$

Poznámka:

Předpokládaný zkratový proud by vznikl, pokud by byl jistič vynechán a nahrazen vodičem o nulovém odporu. Hodnota předpokládaného zkratového proudu je uvedena v efektivní hodnotě (harmonický sinusový tvar), hodnota omezeného proudu je v maximální hodnotě (nesinusový průběh).

Velké omezení zkratového proudu zajišťuje:

- nepatrné zatížení vedení při zkratu
- zlepšenou selektivitu jističe s předřazenými pojistkami

Pro jištění kontaktů pomocných obvodů, které nesou nadproudy, je určen vysoce omezující jistič pomocných obvodů (L7 - 4I1/B-HS), který vykazuje cca čtyřikrát nižší hodnotu I^2t než běžný jistič (L7). Hodnota omezeného proudu i při zkratu je srovnatelná s pojistkou 6 A gG (cca 1000 A).

Zkratová selektivita modulárního jističe s předřazenou pojistkou

Zkratová selektivita jističe s předřazenou pojistkou udává, do jaké hodnoty zkratového proudu v obvodu bude pojistka vůči jističi selektivní, tj. do jaké hodnoty zkratového proudu bude jistič vypínat dříve, než pojistka. Tabulky pro selektivitu jističe s různými typy pojistek se od sebe odlišují, protože jednotlivé typy pojistek mají při zkratu odlišné hodnoty I^2t

Příklad:

Jistič L7 16/1/C (tj $I_n=16 A$, vypínací charakteristika typu C) má předřazenou pojistku typu DIII s $I_n 63 A$.

Řešení:

Pro tento případ použijeme tabulku "Selektivita jističe s pojistkou D01, D02, D03**"

Odečtením zjistíme, že tato kombinace je selektivní až do zkratového proudu 2,5 kA. Pro větší zkratové proudy nelze selektivitu zaručit, protože při zkratu dojde i k vypnutí předřazené pojistky.

*Poznámka: Pojistky D01 (E14), D02 (E18), D03 (M30X2) systému NEOZED prakticky odpovídají pojistkám DI (E16), DII (E27), DIII (E33) systému Diazed. Ampérsekundová charakteristika pojistky gL/gG = pojistka pro jištění vedení, nebo také pojistka pro všeobecné použití (L - něm. Leitung = vedení, G - angl. general = obecný)

Pojmy k zapamatování:

- Výkonový jistič, modulární jistič, motorový spouštěč, zkratová spoušť, nadproudová spoušť, tepelná spoušť, elektromagnetická spoušť, omezovací jističe, příslušenství jističů, smluvní proudy, charakteristika jističe B, C, D, vypínací schopnost jističe, zatížitelnost jističů, třída selektivity

Výukové cíle :

- Vyjmenujete na co slouží jističe
- Vyjmenujete z jakých částí se skládá jistič
- Vyjmenujete jednotlivé druhy jističů
- Popíšete příslušenství jističů
- Nakreslíte a vysvětlíte charakteristiky jističů
- Vysvětlíte rozdíl mezi jištěním motorů a obvodů s motory
- Budete vědět jak využít smluvené vypínací a nevypínací proudy
- Budete znát co je to vypínací schopnost jističů a selektivita

Kontrolní otázky:

1. Na co slouží jističe
2. Co je to nadproud a co je to zkrat
3. Jaký je princip funkce jističe
4. Jaké jsou účinky zkratových proudů
5. Z jakých částí se skládá jistič
6. Namaluj obrázek jističe – pohled, jaké části jističe jsou vidět, ovládací a nastavovací prvky
7. Namaluj schéma jističe s popisem jednotlivých částí
8. Popiš charakteristiku jističe
9. Co je to časově závislé a časově nezávislé vypnutí
10. Jaké znáš druhy jističů - provedení
11. Jaké znáš druhy jističů – použití
12. Jaké znáš příslušenství jističů
13. Jaká je proudová řada jističů
14. Co to je jištění motorů
15. Jak se od sebe liší jednotlivé charakteristiky jističů
16. Proč při přepálení žárovky vybaví všechny modulární – miniaturní jističe