

## SKRIPTA

Školní rok : 2005/ 2006

## Modul:

ELEKTRICKÉ PŘÍSTROJE  
Skripta 3

Elementární modul:

JISTIČE

Obor:

26-51 H/003 – Elektrikář

26-75-4 – Elektrotechnika

Ročník:

2. ročník - Elektrikář

2. ročník - Elektrotechnika

Zaměření:

Silnoproud - Slaboproud

Elektrotechnika

### 3. Jističe

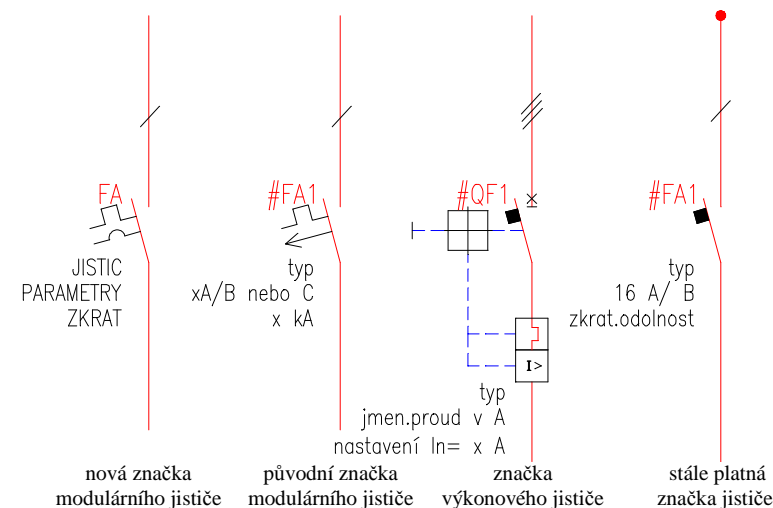
Výukové cíle:

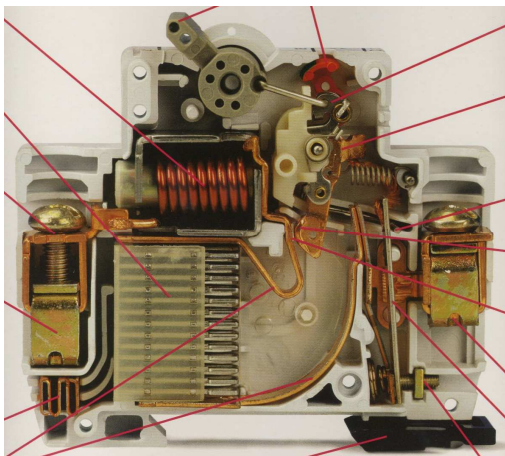
- V tomto modulu – bloku se seznámíte s přístroji pro jištění zařízení proti účinkům el.proudu zkratu a přetížením
- Budete znát jednotlivé druhy jističů – drobné, modulární, výkonové, motorové
- Poznáte příslušenství jističů
- Budete rozumět charakteristikám jističů
- Budete vědět rozdíl mezi jištěním motorů a obvodů s motory
- Budete vědět jak využít smluvené vypínací a nevypínací proudy
- Budete znát co je to vypínací schopnost jističů a selektivita

Předpokládané znalosti pro zvládnutí modulu – bloku Jističe:

- blok Značky pro elektrotechnická schémata
- blok Elektrické přístroje – Spínače

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

#### 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 (0 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

### 3.3. Vypínací charakteristiky

Vypínací charakteristika jističe = průběh závislosti doby vypnutí jističe na velikosti nadproudu. Pojmem 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)**

- jednoduší 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, vícepólové 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. 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.

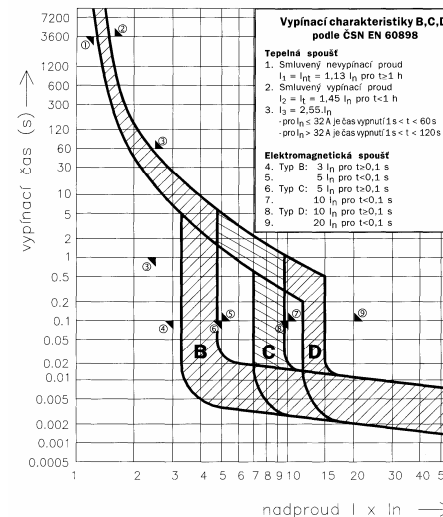
**Poznámka:**

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 (MS7)**.

### Poznámka:

**Hranice nevypínacích a vypínacích proudů jsou podle normy ČSN EN 60898 předepsány na 1,13 až 1,45  $I_n$  (tj.  $I_{nt}$  až  $I_t$ ). Referenční teplota okolí je 30°C.**

**Norma ČSN IEC 60947-2 udává rozmezí nevypínacích a vypínacích proudů 1,05  $I_n$  až 1,30  $I_n$ . Referenční teplota okolí je obvykle 40°C. Pásmo nastavení zkratové spouště pro jističe s vypínacími charakteristikami B, C a D je obdobné jako v ČSN EN 60898.**



### 3.5. Vypínací charakteristiky jističů (L7)

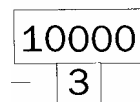
Z průběhu vypínací charakteristiky jističů typu B, C a D je zřejmé, že všechny tři typy se od sebe odlišují pouze **nastavením elektromagnetické (zkratové) spouště**. V oblasti působení tepelné spouště - až do bodu zapůsobení elektromagnetické spouště - je tvar vypínací charakteristiky pro všechny typy 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 nejnejpříznivějším 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)

### 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 ampersekundová 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 jističích 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 vztaheny k referenční teplotě **30°C**. Závislost nevypínacího proudu na změně teploty bývá uvedena v katalogích jednotlivých výrobců. S rostoucí teplotou zatížitelnost klesá.

Předepsaná teplota  $O_d$  -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.

$$I_{DL} = I_n K_T(T) \cdot K_n(N)$$

kde  $I_n$  - jmenovitý proud jističe (A)

$K_T$  =  $I_t / I_n$  - zatížitelnost jističe při změně okolní teplotě **T**

$K_N$  - 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 změní

hodnota nevypínacího proudu jističů ? Pro jeden jistič L7-10/1/B je při 30°C hodnota nevypínacího proudu 1,13 I<sub>t</sub> tj 11,3 A.

Řešení:

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

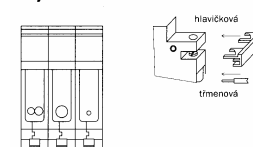
Dosažením získáme:  $DL = 'n K_T(T) \cdot K_N(N) 10 \cdot 1,08 \cdot 0,83 = 8,96 A$

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	běžová
16A	šedá
20A	modrá
25A	žlutá
32A	fialová
40A	červená
50A	bílá
63A	červenohnědá

Dvojí 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 zhasací 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 minimální hmotnostem pohybujících se dílů při rychlém oddálení kontaktů a provedení zhasací 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 dosáhne maximální hodnoty. Omezený zkratový

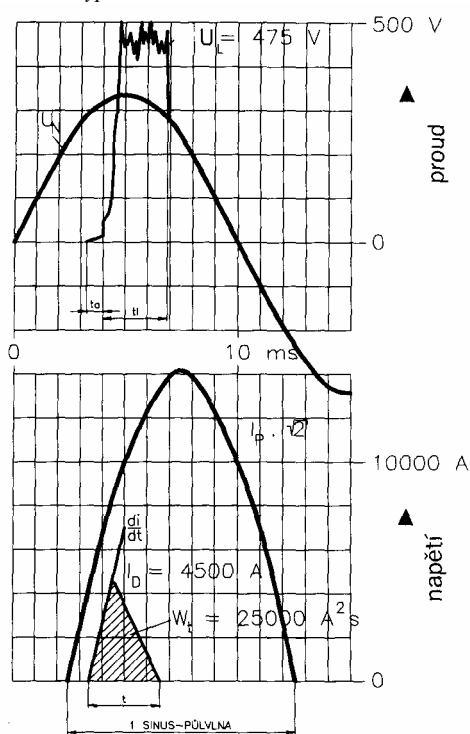
proud je proto menší, než předpokládaný zkratový proud. Hodnotu tzv. prošlé energie jističem při zkratu vyjadřuje parametr  $I^2t$  přičemž platí, že menší hodnota  $I^2t$  při zkratu způsobí menší oteplení vedení za jističem. Praktický význam v omezení hodnoty  $I^2t$  spočívá v tom, že při použití 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  $W = I^2t/R$ )

Upozornění: Pro zajištění selektivity jištění 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 půlvlny předpokládaného zkratového proudu 10 kA pro jistič s  $I_n = 16A$ , 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<sup>2</sup>s)  
 $U_n$  síťové napětí (V)  
 $U_L$  napětí obložky (V)  
 $t$  celková vypínací doba (s)  
 $t_a$  vypínací doba (s) – cca 0,7 ms  
 $t_L$  doba hoření obložky (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 nesnesou 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 jističe L7 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.  $I_n = 16A$ , vypínací charakteristika typu C) má předřazenou pojistku typu DIII s  $I_n 63A$ .

**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 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

**Kontrolní otázky:**

1. Na co slouží jističe
2. Jaké znáš druhy jističů provedení
3. Jaké znáš druhy jističů použití
4. Co to je jištění motorů
5. Proč při přepálení žárovky vybaví všechny modulární – miniaturní jističe