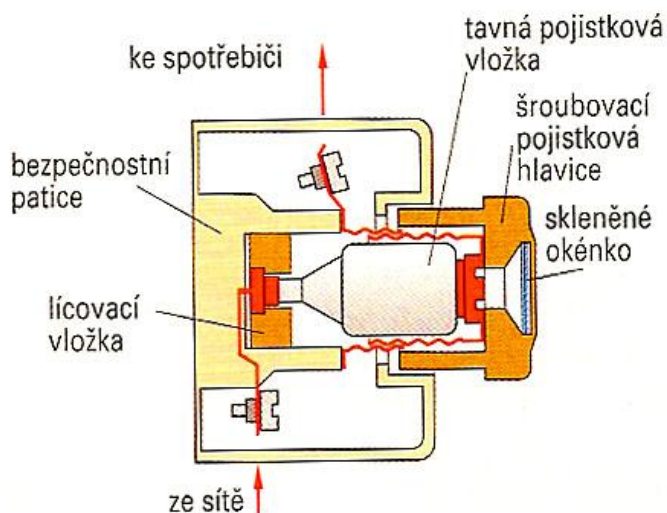


OCHRANA PROTI PŘETÍŽENÍ A ZKRATU

1. TAVNÉ POJISTKY

1. Šroubovací pojistky

Skládají se z bezpečnostní patice, lícovací vložky, tavné pojistkové vložky a šroubovací hlavice.



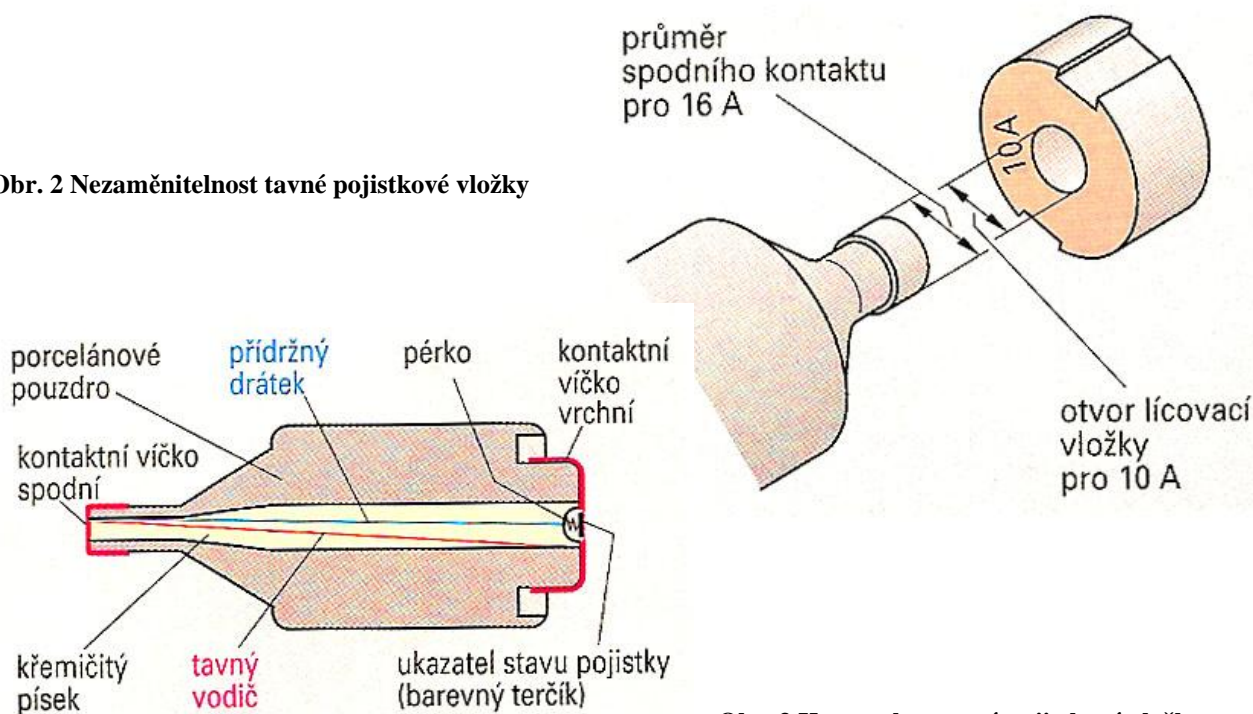
Tavná pojistková vložka se skládá z dutého, válcového keramického tělíska, které je naplněno křemenným pískem. **Tavný vodič** spojuje kontakt v patici s horním kontaktem pojistky. Kromě tavného vodiče je uvnitř pojistky ještě tzv. **přídržný drát**.

Pokud je dosažen proud, při kterém má pojistka odpojit, roztaví se tavný i přídržný drát a přeruší se tak proud. **Ukazatel stavu tavné vložky** ukazuje její funkčnost, barva udává proud, na který je vložka dimenzována.

Obr. 1 Systém šroubovací pojistky (šroubovací systém s tavnou pojistkou)

Aby nebylo možno omylem zaměnit tavné vložky za jiné s vyšším jmenovitým proudem, jsou průměry tavných vložek a spodních kontaktů různé. Do **patice pojistky** se vkládá lícovací vložka, která je přizpůsobena vnějšímu průměru spodního kontaktu tavné vložky.

Obr. 2 Nezaměnitelnost tavné pojistkové vložky



Obr. 3 Konstrukce tavné pojistkové vložky

Barevné označení šroubovacích pojistek podle jmenovitého proudu

Růžová	2A	Žlutá	25A
Hnědá	4A	Černá	35A
Zelená	6A	Bílá	50A
Červená	10A	Měděná	63A
Šedá	16A	Stříbrná	80A
Modrá	20A	Červená	100A

Šroubovací pojistky

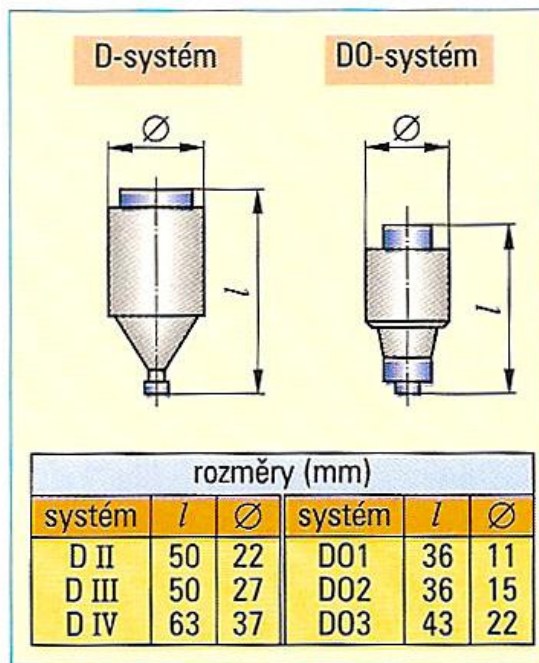
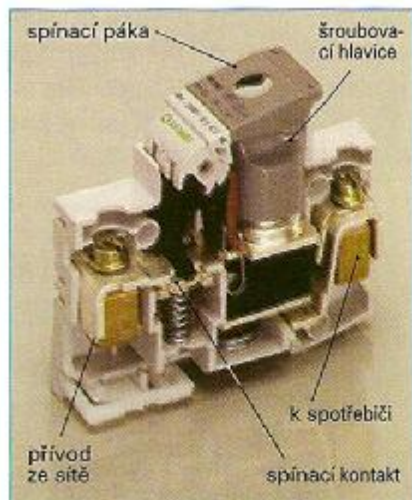
Systém	Velikost vložek	Jmenovitý proud	Šroubovací kryt
D	D II	2 až 25A	E27
AC 500V	D III	35 až 63A	E33
DC 500V	D IV	80 až 100A	R1/4
DO	DO 1	2 až 16A	E14
AC 400V	DO 2	20 až 63A	E18
DC 250V	DO 3	80 až 100A	M 30x2

Rozměry pojistek (mm)

systém	délka	průměr
D II	50	22
D III	50	27
D IV	63	37
DO 1	36	11
DO 2	36	15
DO 3	43	22

Připojení šroubovacích pojistek – přívod ze sítě se připojí na závitový kroužek patice pojistky. Tím se zabrání náhodnému dotyku dílů pod napětím při výměně tavné pojistky.

Obr. 4 Bezpečnostní vypínač pro šroubovací pojistky



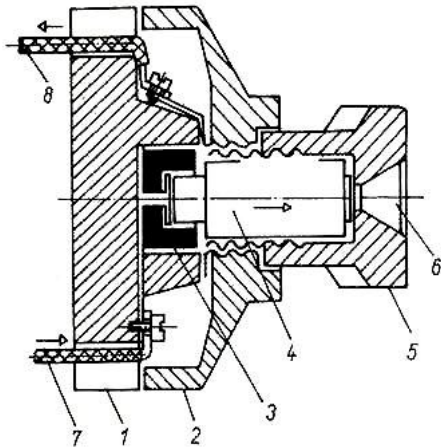
Systém D – používají se většinou velikosti D II a D III. Tavné vložky jsou provozní třídy gG. Používají se k ochraně vedení a přístrojů, které odebírají při zapnutí velký proud, např. motory.

Systém DO – používají se velikosti DO 1, DO 2 a DO 3. Patice pojistky systému DO je užší než patice systému D při stejném jmenovitém proudu. Tavné vložky systému DO jsou třídy gG a jistí v plném rozsahu. Mají menší ztrátový výkon a zahřívají se tedy při stejném proudu méně než tavné vložky systému D.

Úplnou ochranu před dotykem při výměně tavné vložky docílíme použitím **bezpečnostního vypínače**.

Při tomto zapojení je k pojistce zapojen sériově spínací kontakt. Pohybem spínací páky (rozpojení) se kontakt rozpojí a uvolní se přístup ke šroubovací hlavici pojistky. Tavná pojistka se může nyní ve stavu bez napětí bezpečně vyměnit.

Obr. 5 Závitová pojistka



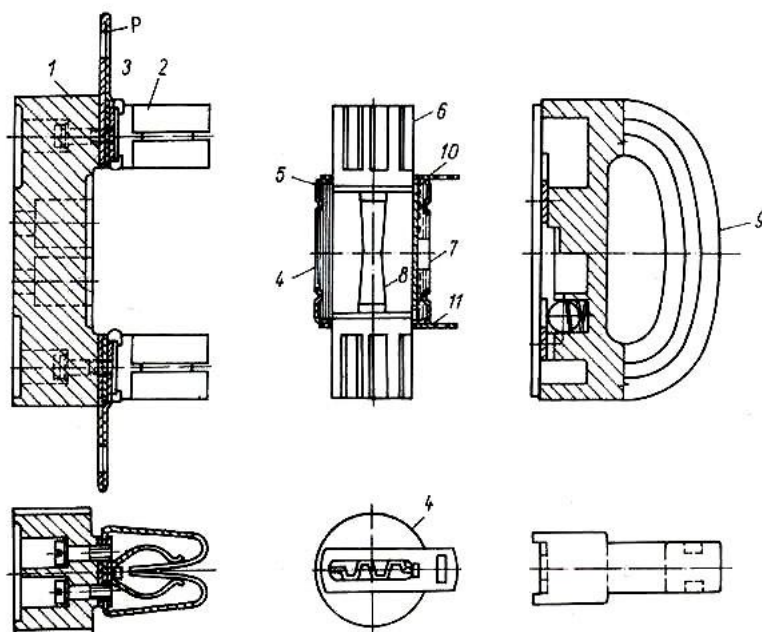
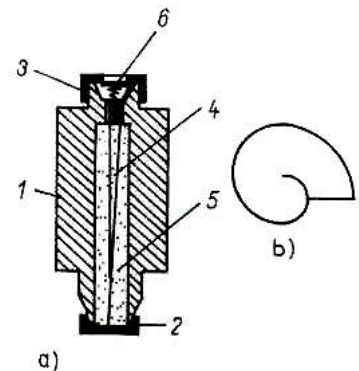
Na obr.1 je sestavená **závitová pojistka**; skládá se ze spodku 1 a krytu 2. Ve spodku je vymešovací kroužek 3, jenž nedovoluje vložit do spodku vyměnitelnou vložku 4 na větší proud. Pojistková vložka je uzavřena ve spodku hlavici 5 se slídovým okénkem 6.

Pojistková vložka na obr.2a je porcelánový dutý váleček 1, na koncích s kontakty 2, 3, které jsou spojeny tavným drátkem 4 z olova nebo z jiného snadno tavitelného materiálu. Drátek je obalen křemičitým pískem 5, aby se z něho dobře odvádělo teplo.

Proud prochází pojistkou (obr.1) od připojovacího vodiče 7 na vymešovací kroužek, tavným drátkem ve vložce na závit hlavice, do závitu na spodku a k vodiči 8, který je jištěn pojistkou. Při nadproudu se přetaví drátek ve vložce a obvod se přeruší. Při přetavení drátku uvolní pružinka barevný terčík 6 na předním kontaktu (obr.2a), terčík odpadne, takže při pohledu na pojistku je hned vidět, která pojistka je vadná. Terčík má různou barvu podle jmenovitého proudu, pro který je pojistka určena. Např. vložka 2 A má terčík růžový, 4 A hnědý, 6 A zelený, 10 A červený atd.

Obr. 6 Pojistková vložka a) Řez vložkou b) Označení pomalé pojistky

Zásuvná pojistka je na obr.3. Na izolačním spodku 1 jsou připevněny pérové kontakty 2 s plochými praporky 3 pro připojení vodičů. Vložka je krátký izolační váleček 4, jehož čelní plochy jsou uzavřeny kovovými čapkami 5, které přecházejí v zásuvné nože 6. Na přední straně válečku je malé okénko 7 s lesklou značkou, která při přetavení pojistky zčerná.



Tavné pojistkové pásky 8 jsou ve válečku obklopeny křemičitým pískem, který má zvětšit tepelnou kapacitu pojistky a při tavení pásek účinně ochlazovat, a tak bezpečně uhasit oblouk.

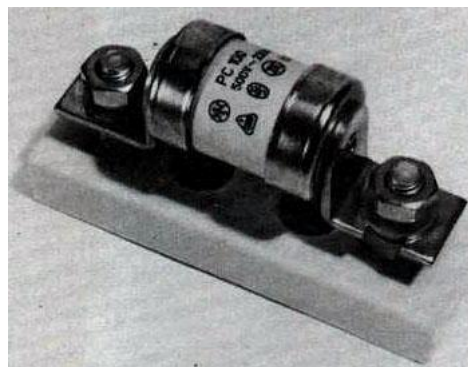
U zásuvných pojistek se vyžaduje nezaměnitelnost, protože se předpokládá, že s nimi vždy budou manipulovat osoby s příslušnou odbornou kvalifikací.

Obr. 7 Zásuvná pojistka

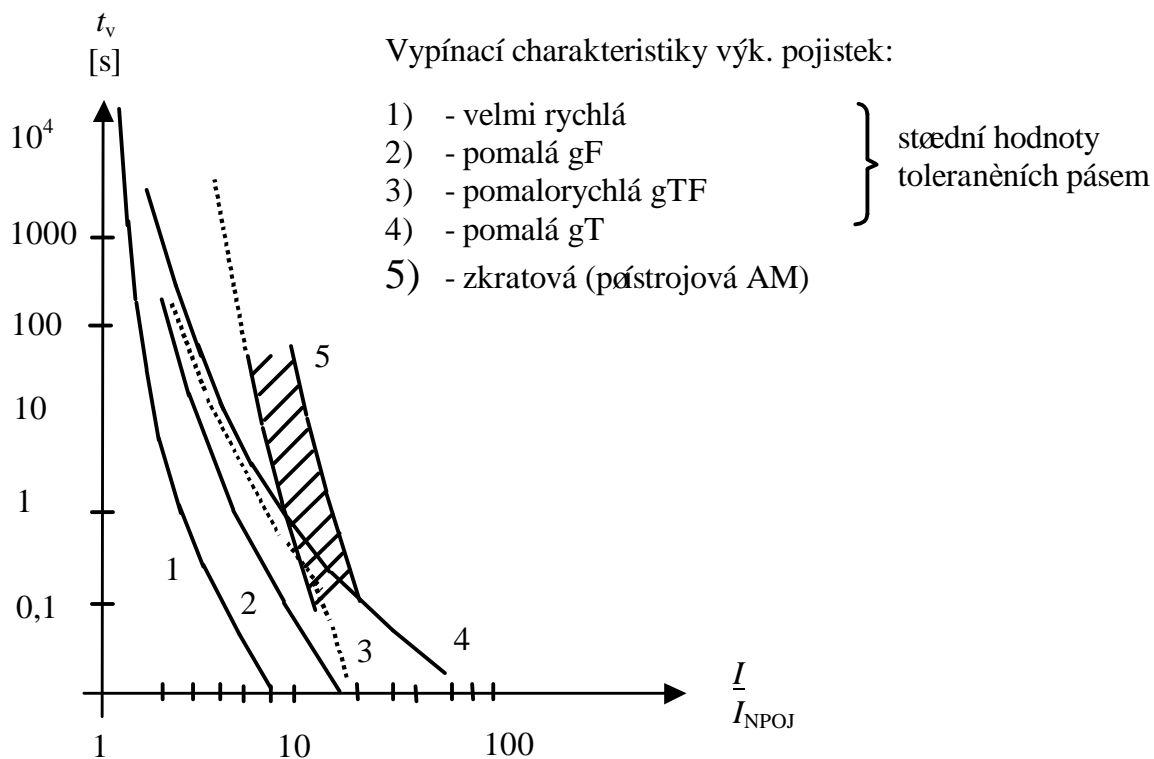
Zásuvné pojistky lze použít také jako odpojovače, neboť zaručují viditelné a bezpečné rozpojení elektrického obvodu. Odpojit se mohou pouze v nezátíženém stavu, tj. bez proudu. Zasouvání pojistek do pérových kontaktů a jejich výměna se provádí speciálním držákem (rukojetí), který se navlékne do ok 10 a 11.

Zásuvné pojistky se vyrábějí jako výkonové pro jmenovité proudy od 100 A do 600 A a pro vypínací proudy až 100 kA.

Pro speciální účely (např. k ochraně polovodičových usměrňovačů) se vyrábějí tzv. **omezovací pojistky**; jsou to velmi rychlé výkonové pojistky (obr.4).



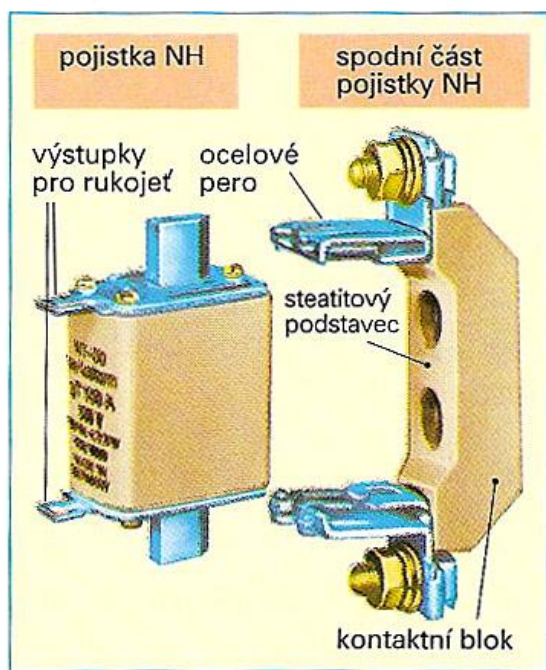
Obr. 8 Rychlá pojistka typu PC 100 včetně spodku (výrobek OEZ, k.p., Letohrad)



2. Nízkonapětový vysokovýkonový pojistkový systém (NH)

NH systém se skládá ze spodní části a sady tavných vložek. Spodní část slouží k připojení vodičů. Skládá se většinou ze steatitového podstavce, který drží vidlicové kontakty k připojení pojistky. **Steatit** je porcelán pro technické účely na bázi hořčíku a křemíku.

Obr. 9 Pojistkový systém NH



Tyto pojistky se vyrábějí ve velikostech NH 00, NH 1 až NH 4.

Zapojování nebo vyjímání se **nemá** provádět pod proudem.

Tavná vložka se skládá z dutého tělíska ze steatitu, na jehož konci jsou nožové kontakty. Tavný drát prochází dutým tělískem naplněným křemenným pískem a je přivařen k nožovým kontaktům pojistky. Ukazatel stavu pojistky ukazuje, zda je pojistka funkční.

Nízkonapětové výkonové pojistky nejsou chráněny před přímým dotykem, protože držáky pojistky jsou pod napětím. Na tyto držáky se při zapojování nebo vyjímání pojistky nasazuje rukojeť. Tato rukojeť má izolační ochranu ruky a uvolňovací zařízení, takže pojistku je možné uvolnit jen při stisknutém uvolňovacím tlačítku.

Tato bezpečnostní opatření jsou nutná, jelikož při

zapojování nebo vyjímání pojistky může následkem vzpříčení, smeknutí nebo přemostění vzniknout zkratový elektrický oblouk.

Úplnou ochranu zajistí jen **odpojovače** nebo **zátěžové odpojovače** pojistek NH. Bezzátěžové odpojovače jsou určeny pro připojování a odpojování bez proudu. Zátěžové odpojovače mají na kontaktech zařízení na zhášení oblouku. Zátěžovými odpojovači je možno bezpečně zapínat i odpojovat obvod pod proudem i tam, kde se vyskytla porucha.

V obvodech s tavnými pojistkami při jmenovitých proudech nad 100A je nutno používat nízkonapětové výkonové pojistky. Používají se i v sítích s dvojitým napájením.

Funkční a provozní třídy nízkonapětových pojistek (podle časového průběhu):

- funkční třída g – pojistky s plným rozsahem ochraňují el. zařízení před přetížením a zkratem.
- Funkční třída a – pojistky s částečným rozsahem chrání zařízení jen před zkratem; používají se proto vždy společně s nadproudovými vypínači, které přebírají ochranu proti přetížení zařízení.

Funkční třída Provozní třída

g

gG

gM

gB

gTr

a

aM

aR

Oblast použití

ochrana kabelů a vedení v plném rozsahu

ochrana motorových obvodů v plném rozsahu

jištění důlních zařízení v plném rozsahu

ochrana transformátorů v plném rozsahu

jištění ochranných vypínačů v částečném rozsahu

ochrana polovodičových součástí v částečném rozsahu

3. Přístrojové pojistky

Chrání přístroje (napájecí zdroje, rozhlasové či měřicí přístroje) před přetížením a zkratem. Skládají se z držáku pojistky, tavné vložky a hlavice.

Trubková tavná vložka ze skla nebo z keramiky má na koncích kontaktní čepičky, které jsou spojeny tavným drátem.

Přístrojové pojistky se většinou vyrábějí pro jmenovitá napětí 250V.

Vypínací proud, který je přístrojová pojistka schopna vypnout, musí být větší než zkratový proud, který má přerušit tavná vložka domovních pojistek.

Značení a použití přístrojových pojistek

Vypínací charakteristika	Označení pomocí Barevného kroužku	písmena	Použití
Superrychlé	černý	FF	Polovodičové součástky, digitální přístroje, stmívače;
Rychlé	červený	F	
Středně pomalé	žlutý	M	Analogové měřicí nízkonapěťové přístroje; Transformátory, malé motory; Přístroje s velkým záběrným proudem;
Pomalé	modrý	T	
Superpomalé	šedý	TT	

Značení vypínacího proudu u přístrojových pojistek

Jmenovité napětí	Písmeno označující proud				
	B	C	D	E	F
AC 250V	50A	80A	300A	1000A	1500A
DC 250V	12,5A	20A	75A	250A	750A

2. JISTIČE PRO VEDENÍ

Jističe jsou samočinné vypínače, které vypínají při přetížení a zkratu a lze je po automatickém vypnutí znovu zapnout.

Oba rozpojovací systémy jističe jsou zapojeny v sérii se spínacím kontaktem. Uvedou do činnosti vypínací mechaniku (zámek) jističe při proudu větším než je proud jmenovitý i tehdy, když obsluha drží zvednutou ovládací páku.

Tepelný vypínač

Při proudovém přetížení se zahřeje *bimetal* tepelného vypínače a ohne se. Tím jistič s určitým zpožděním odpojí.

Elektromagnetický vypínač

Pokud vznikne v obvodu zkrat, vytvoří zkratový proud v cívce elektromagnetického vypínače magnetické pole a přitáhne kotvu vypínače. Vypínací kontakt jističe pak neprodleně odpojí přetížený obvod.

Tepelný vypínač chrání před *přetížením*, elektromagnetický vypínač chrání před *zkratem*.

Obr. 10 Konstrukce jističe

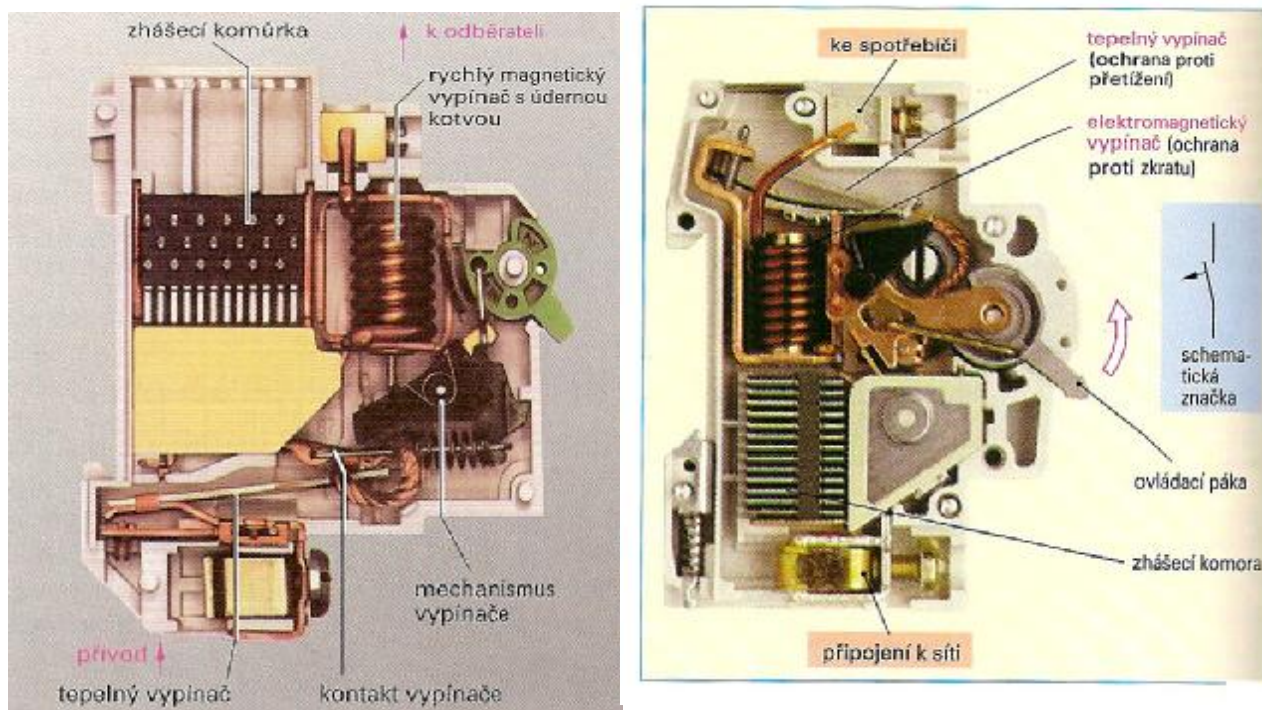


Diagram odpojení jističe je charakterizován dvěma oblastmi – v *oblasti přetížení* a v *oblasti zkratu*. Jističe se používají většinou s charakteristikami B a C.

Typ B – chrání vedení před přetížením a zkratem.

Typ C – používá se pro ochranu před přetížením a zkratem u přístrojů s velkým proudem při spuštění, např. u motorů. V oblasti ochrany před přetížením se charakteristiky spouštění jističů typu B a C překrývají.

Obr. 11 Vypínací charakteristiky (typ B a typ C)

Okamžité spuštění jističe při zkratu nastává u jističů typu B při troj až pětinásobku jmenovitého proudu, u typu C při pěti až deseti násobku jmenovitého proudu.

Jističe jsou podle **vypínací schopnosti** (zkratový proud 3000A, 6000A nebo 10000A) a podle stupně omezení zkratového proudu rozděleny do **tříd** 1, 2, 3. Jističe třídy 3 mají nejvyšší mez zkratového proudu.

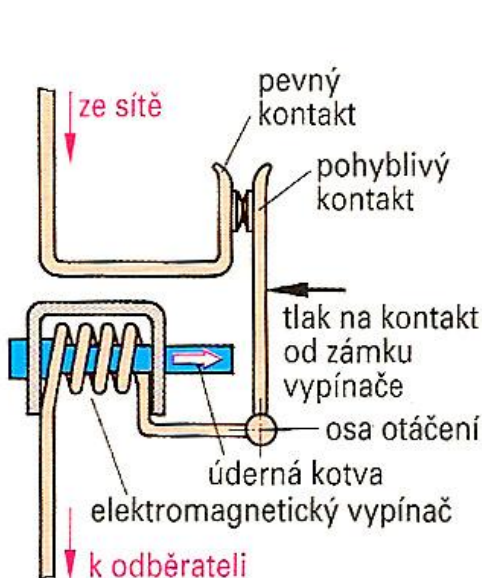
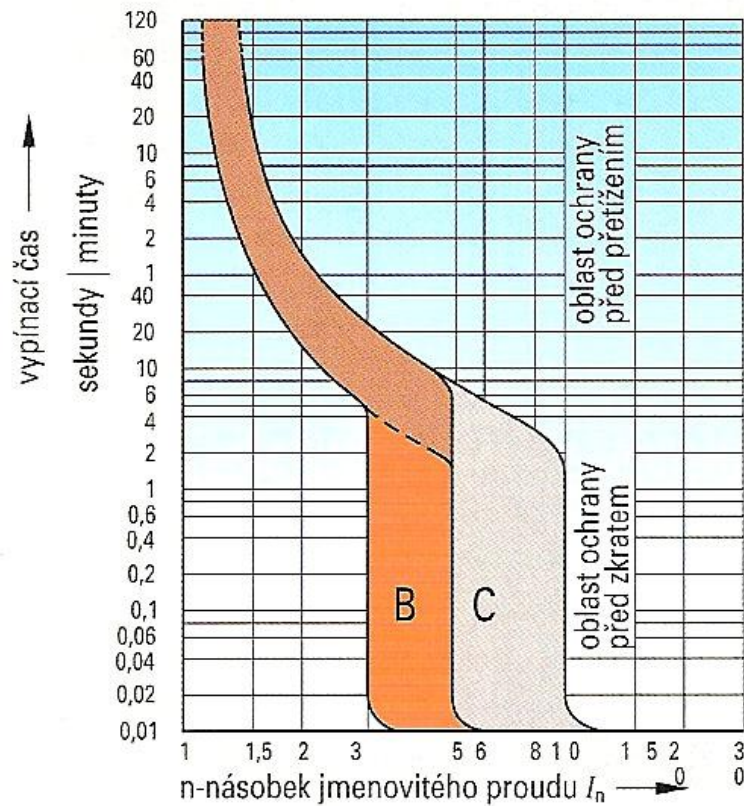
Selektivita

Selektivita nadproudového jištění znamená, že vždy odpojí jen jistič před místem poruchy.

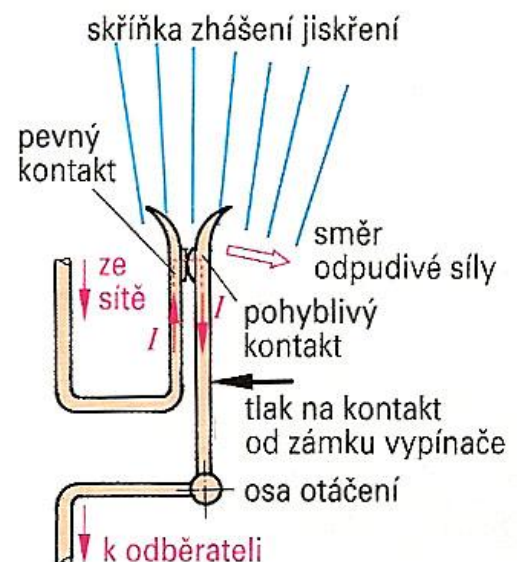
Jistič pracuje tedy selektivně, pokud je jeho doba vypnutí menší než doba vypnutí předřazeného jističe. Jmenovitý proud předřazené tavné pojistky může být u jističů maximálně 100A.

V trojfázových obvodech se používají tři fázové jističe, které pak odpojí všechny fáze i když je přetížena jen jedna fáze.

Ve stejnosměrných obvodech nad 48V je nutno použít **univerzální jističe**, které mají zařízení pro zhasnutí elektrického oblouku.

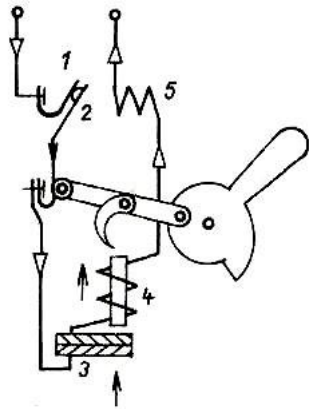
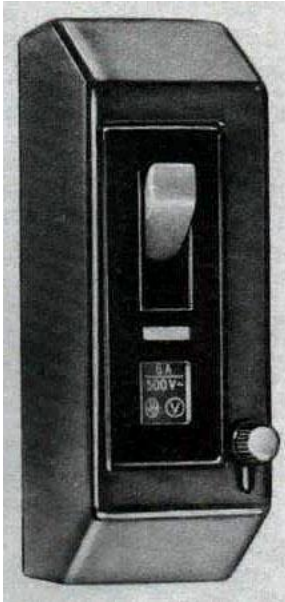


Obr. 13 Omezení zkratového proudu údernou kotvou



Obr. 14 Omezení zkratového proudu pomocí paralelně uspořádaných kontaktních ramen

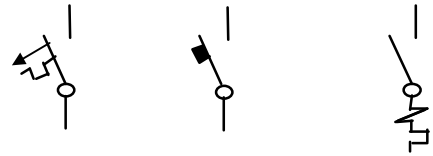
Obr. 15 Jednopolový jistič do 6 A, 500 V (výrobek SEZ. k.p., Krompachy)



Obr. 16 Schéma jednopolového jističe

Princip jednopolového jističe

Proud prochází jističem od pevného kontaktu 1 přes pohyblivý kontakt 2 tepelnou spouští 3, elektromagnetickou spouští 4 a zhášecí cívkou 5. Při zkratu elektromagnet vtáhne jádro do cívky, tím se uvolní volnoběžka a kontakty se rozpojí. Při přetížení nadproudem se zahřeje dvojkov tepelné spouště, prohne se a tlačí jádro elektromagnetu směrem nahoru. Tím se uvolní volnoběžka a spínací kontakty se opět rozpojí. Jednopolové jističe až do 25 A se nazývají drobné jističe.



Nová značka

Starší značka



Trojpolový jistič vznikne ze tří jednopolových jističů spojených společným vybavovačem. Zhášení oblouku u nich nastává v tzv. deionizační zhášecí komoře. Tato komora se skládá z řady ocelových plechů opatřených vhodně tvarovanými výřezy. Plechy jsou upevněny v drážkách keramické komory. Výřezy jsou v komoře upraveny tak, že jimi musí při vypnutí procházet pohyblivý kontakt. Oblouk vzniklý při vypínání zmagnetuje plechy a působením takto vybuzeného magnetického pole je oblouk vtahován do komory; tam se roztříští, ochlazuje se a zhasne.

Obr. 17 Trojpolový jistič (výrobek OEZ, k.p., Letohrad)

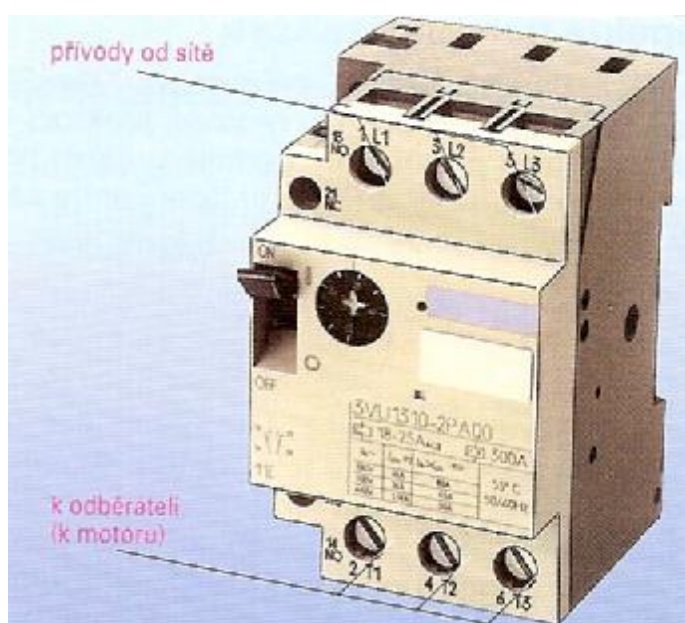
3. NADPROUDOVÁ OCHRANA ASYNCHRONNÍCH MOTORŮ

Záběrný proud asynchronních motorů může dosáhnout při přímém připojení k síti až osminásobku jmenovitého proudu.

K jištění obvodů s motory se používají tavné vložky třídy gM, u menších motorů také ochranné jističe typu C.

Tato nadproudová jištění ale nemohou chránit motor před přetížením. Toto jištění připouští časově omezené nadproudové zatížení, které by po delší době způsobilo nepřípustné zahřátí motoru. Tavné pojistky a jističe chrání motory jen před *zkratem*.

1. Motorové jističe



Obr. 18 Motorové jističe

Jsou (na rozdíl od jističů pro vedení) trojfázové jističe pro ochranu motorů před přetížením. V každé fázi je nadproudový tepelný vypínač (bimetal), kterým prochází proud motoru. Když vzroste proud nad jmenovitou hodnotu proudu motoru, bimetal se zahřeje a tím prohne. Toto prohnutí způsobí odpojení jističe a tím i trojpolové odpojení.

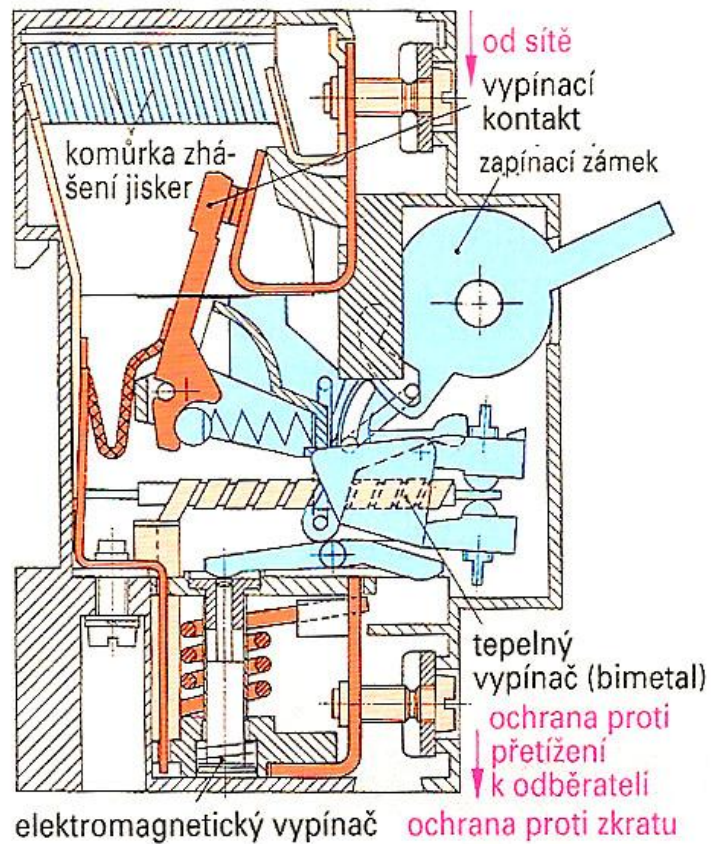
Nadproudový spínač motorového jističe musí být nastaven na jmenovitý proud motoru (I_n).

Motorové jističe mají většinou vestavěn elektromagnetický spínač. Ten uvede při zkratu okamžitě motorový jistič v činnost.

Motorové jističe zajišťují ochranu před přetížením a zkratem, musí být instalovány na začátku přípojky k motoru.

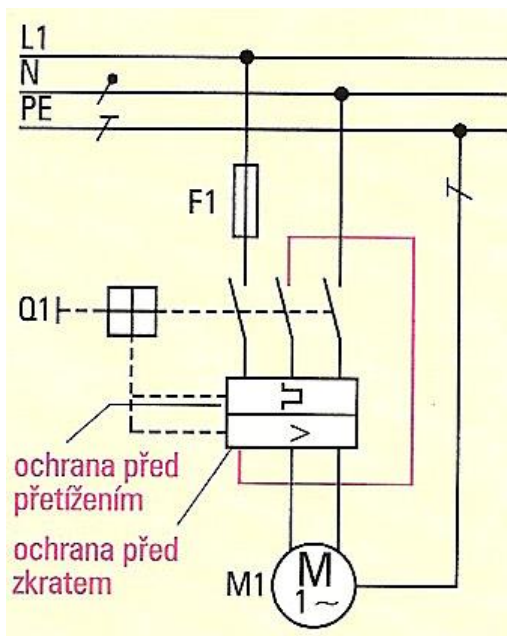
Pokud je opětovný rozběh asynchronního motoru po výpadku sítě nepřípustný (obráběcí stroje), je motorový jistič vybaven *podnapětovým spouštěčem*. Při výpadku sítě odpojí mechanika jističe spínací zámek a tím odpojí motor.

Obr. 19 Konstrukce motorového jističe

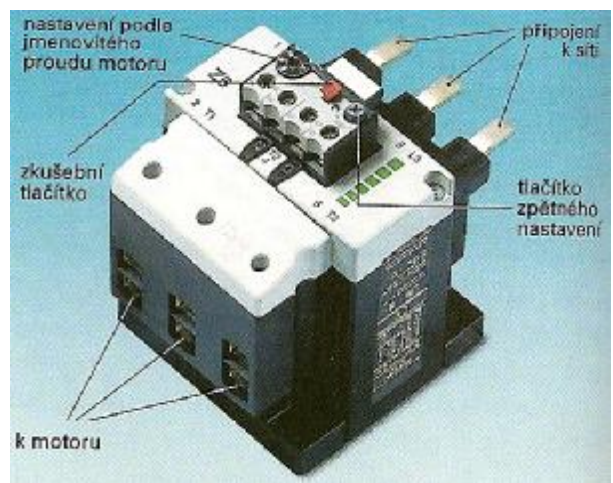


Ochrana před přetížením u jednofázového motoru

K ochraně jednofázových motorů se zapojí nadproudové jističe tak, aby proud motoru procházel všemi třemi bimetaly.

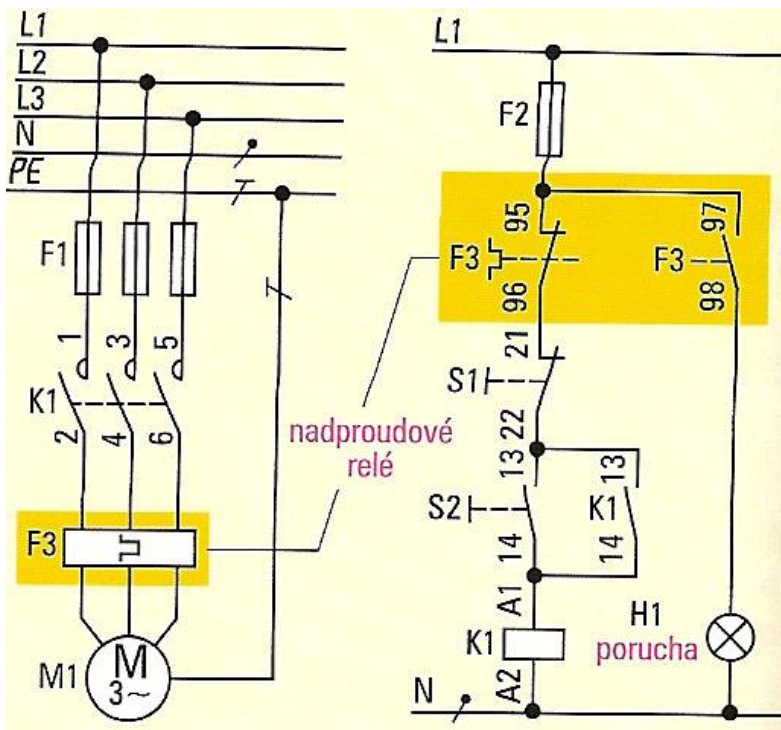


Obr. 20 Ochrana před přetížením u jednofázového motoru



Obr. 21 Tepelné nadproudové relé

2. Tepelná nadproudová relé



K zapínání motorů se většinou používají stykače. Ke stykači se zapojuje jako ochrana před přetížením motoru tepelné nadproudové relé.

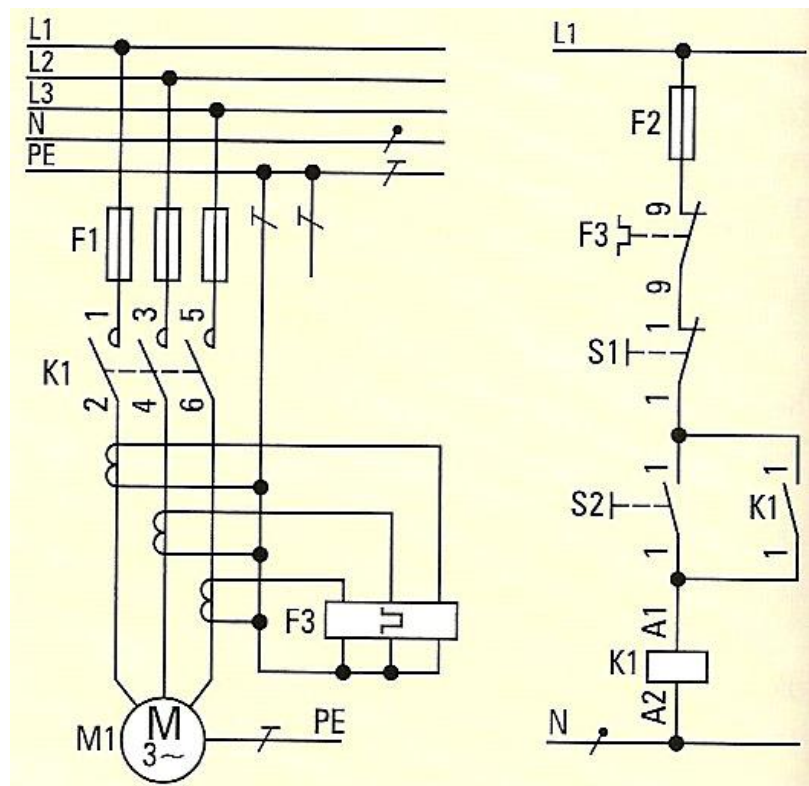
Motory s ochranou před přetížením musí mít navíc ochranu před zkratem, např. předřazené pojistky.

V každé fázi nadproudového relé je bimetal, který je opatřen zahřívacím vinutím. Tímto vinutím prochází proud motoru. Při přetížení se bimetal ohne a rozpojí kontakt relé. Nadproudové relé (F3) poté přeruší proudový obvod.

Obr. 22 Ochranné zapojení s nadproudovým relé

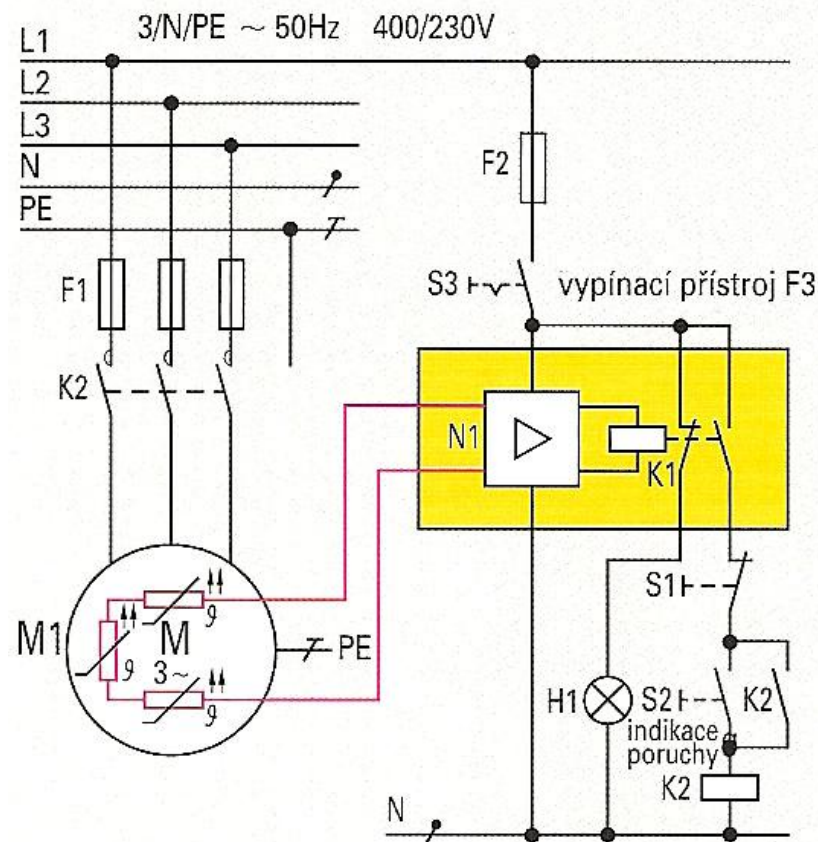
Nadproudové relé mají většinou volitelný ruční a automatický provoz. Při ručním provozu se musí rozpojené nadproudové relé znovu sepnout vratným tlačítkem. Při automatickém provozu se vrátí ovládací kontakt nadproudového relé po ochlazení samočinně do klidové polohy.

U proudů nad 100A se používá nadproudové relé většinou ve spojení s měřicím proudovým transformátorem. Vinutím bimetalů pak neprochází proud motoru, ale sekundární proud měřicího transformátoru. Jestliže má být sekundární relé přizpůsobeno menšímu proudu motoru, vedeme přívod k motoru několikrát trafem. Sekundární proud je úměrný počtu průchodů přívodu transformátorem.



Obr. 23 Nadproudové relé s proudovým měřicím transformátorem

3. Ochrana motorů termistory



Obr. 24 Tepelná ochrana motorů termistory

Podle počtu vinutí jsou v trojfázovém vinutí nutné tři nebo šest teplotních čidel. Při ochraně termistory se pracuje v režimu klidového proudu. Obvod je pak automaticky jištěn, např. proti přerušení vinutí. Ovladač vypínání se používá ve spojení se stykači nebo s relé. V provozním stavu je relé K1 přitaženo, protože odpor termistorů je malý. Pokud je překročena jmenovitá spouštěcí teplota, stoupne značně odpor čidel. Relé K1 odpadne, rozpojí řídicí obvod ovládání ochrany a odpojí motor od sítě.

Místo termistorů je možno do vinutí zabudovat bimetalové spínače. Termistory nebo bimetalové spínače montují výrobci motorů do čela vinutí elektrického stroje na straně větráku.

Pokud nemohou být elektrické stroje pomocí ochranných termistorů samostatně odpojeny, jsou nutné dvě sady termistorů s různou jmenovitou teplotou, např. 90°C a 100°C. Spínač uvede při teplotě vinutí 90°C do provozu varovné zařízení. Pokud není možné odstranit příčinu přehřátí (např. vyčištěním větrací mřížky), je motor při teplotě vinutí 100°C odpojen.

Termistorová ochranná zařízení jsou vhodná zvláště k ochraně trojfázových motorů s přepínáním fází, kde se výkon motoru mění v závislosti na otáčkách. Pro ochranu motoru by musel být pro každé otáčky jiný ochranný spínač. U termistorové ochrany však pro odpojení motoru není rozhodující proud motoru, ale teplota vinutí.

Na elektrických strojích se mohou vyskytnout nepřípustně vysoké teploty, např. zhoršeným chlazením nebo poškozením ložiska. V těchto případech nepřekračuje proud jmenovitou hodnotu. Proto nedojde k samočinnému vypnutí pomocí motorového jističe nebo nadproudového relé.

Tepelná čidla instalovaná do vinutí motoru zachytí každý vzestup teploty ve vinutí nezávisle na jeho příčině. Jako teplotní čidla se užívají většinou termistory. V oblasti jmenovité pracovní teploty prudce stoupá s teplotou hodnota odporu čidla.

Termistory se vyrábějí pro jmenovité teploty od 90°C do 170°C. Jmenovitá teplota je volena v souladu s izolační třídou a konstrukcí motoru.

4. Chrániče

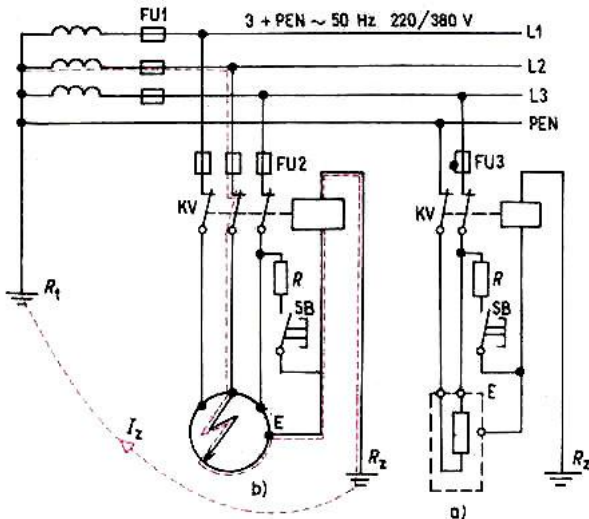
Chrániče jsou přístroje určené k ochraně živých bytostí před nebezpečným dotykovým napětím. Nejistí ale spotřebiče před nadproudy.

Rozeznáváme chrániče:

a) **napět'ové,**

b) **proudové.**

Schéma **napět'ového chrániče** je na obrázku. Tento chránič musí chráněné zařízení odpojit od napětí okamžitě, jakmile se na něm vyskytne nebezpečné dotykové napětí. Cívka elektromagnetické spouště je trvale připojena na vodivou kostru chráněného zařízení a uzemnění. Spoušť je velice citlivá. Napětí, při kterém chránič zařízení odpojí, závisí na velikosti odporu uzemnění. Má-li chránič zaručit vypnutí už při dotykovém napětí 24 V a cívka spouště vyžaduje proud 100 mA, je přípustný celkový odpor chráněného obvodu 240 Ω. Výhodou napět'ového chrániče je, že je nezávislý na napětí sítě a že závislost na odporu uzemnění je poměrně malá.

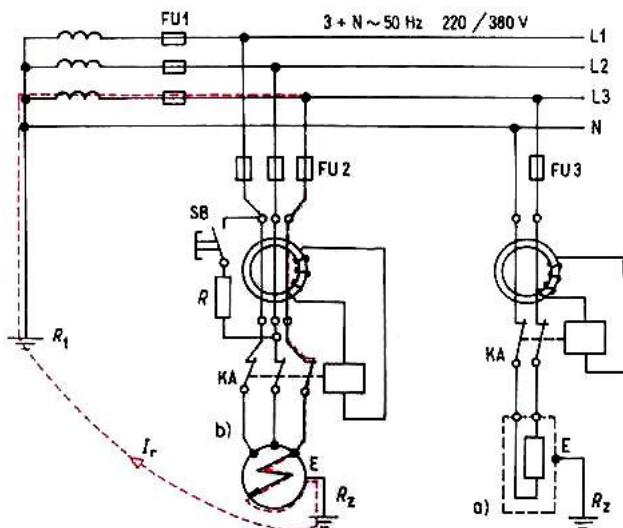


Obr. 25 Schéma napět'ového chrániče
a) Jednopolový; b) Trojpolový

Každý chránič je opatřen zkušební obvodem, kterým je třeba pravidelně kontrolovat funkci chrániče. Tlačítkem se cívka spouště přepojí přes předřadný rezistor k jedné fázi vedení. Je-li chránič v pořádku, spoušť vypne. Vypnout se musí všechny fáze vedoucí ke spotřebiči i nulovací vodič (obr.5a). Vedení mezi spotřebičem (kostrou) a uzemněním musí být pečlivě provedeno a izolováno, aby se na ně nedostalo napětí z přívodu ke spotřebiči.

Schéma **proudového chrániče** je na obrázku. Tento chránič okamžitě odpojí chráněné zařízení od napětí, jde-li z některé fáze proud do země.

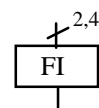
Podstatou proudového chrániče je součtový měřicí transformátor proudu, který reaguje na každou nesouměrnost odběru elektrické energie. Pokud je trojfázová soustava zatížena souměrně, rovná se součet okamžitých hodnot u trojfázového proudu nule a v jádru transformátoru se nebudí žádný magnetický tok. Ve výstupním vinutí transformátoru se také neindukuje žádné napětí. Teprve jde-li z některé fáze proud do země, vznikne v transformátoru proudová nesouměrnost a v jádru se vyvolá magnetický tok, který indukuje napětí ve výstupním vinutí. Tím se uvede v činnost cívka vypínacího mechanismu proudového chrániče.



Obr. 26 Schéma proudového chrániče

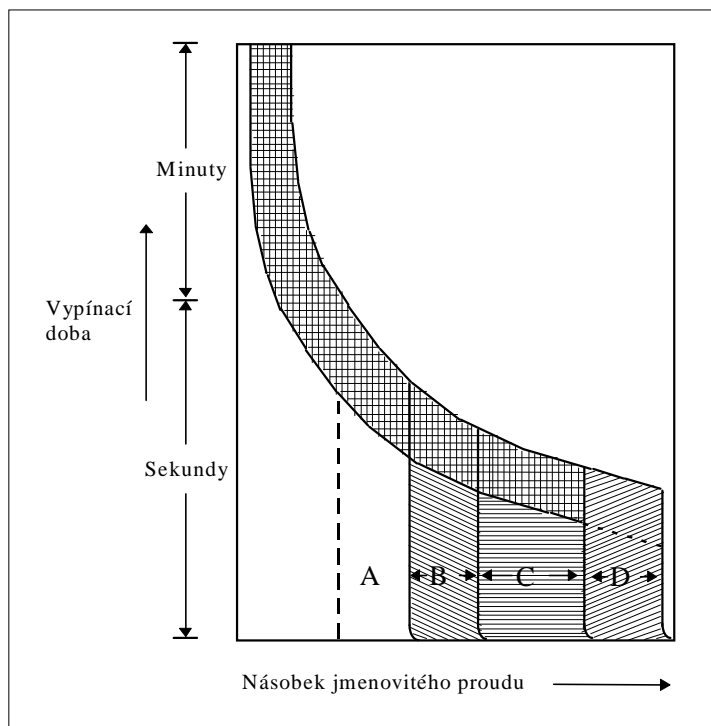
a) Jednopolový

b) Trojpolový



Proudové chrániče se používají tam, kde jsou vodivé kostry elektrických zařízení uzemněny. Mají citlivost např. 30 mA, 300 mA nebo 500 mA.

Ochrannou spoušť lze spojit se zkratovou spouští, a tak vznikne ochranný jistič. Běžný chránič nejistí spotřebič proti přetížení ani proti zkratu, a proto se mu musí předřadit pojistky.



Obr. 27 Výkonový vypínač