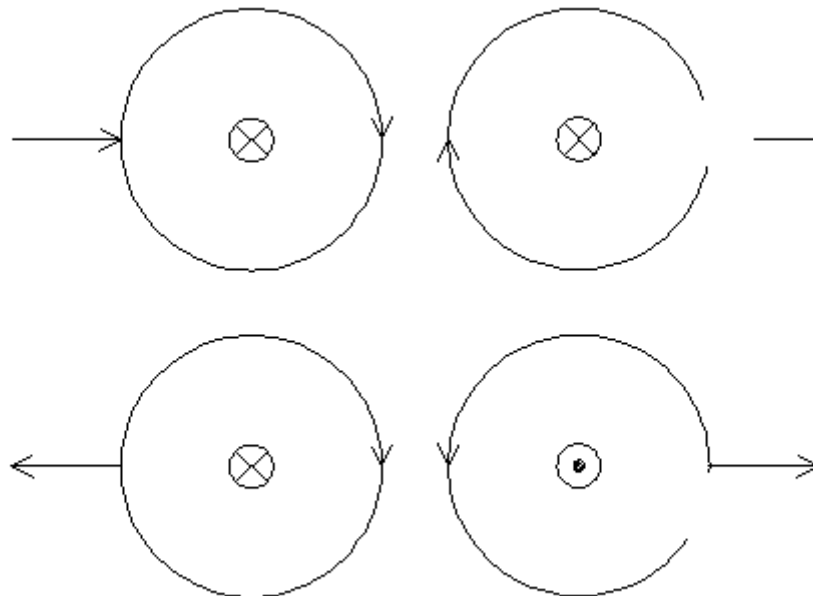


Rozdělení elektrických přístrojů:

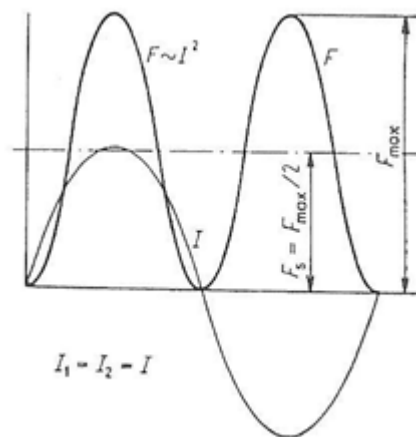
- Vypínač
 - obecný název přístroje, který zapíná a vypíná elektrický obvod pod proudem, bez určení velikosti tohoto proudu
- Výkonový vypínač
 - vypínač, který má schopnost vypínat nebo zapínat všechny provozní proudy vyskytující se v elektrických obvodech, tj. i proudy zkratové
- Odpojovač
 - spíná elektrický obvod bez zatížení, zpravidla s viditelnou rozpojovací drahou; nemá zhášedlo, používá se u VN, VVN a ZVN
- Přepojovač
 - podobá se nožovým odpojovačům, má obvykle průchodky uprostřed a lze jím odděleně spínat dva různé nezatížené elektrické obvody
- Odpínač
 - zapíná a vypíná menší proudy s viditelnou rozpojovací drahou; není schopen vypínat zkratové proudy, proto se obvykle kombinuje s pojistkami
- Jistič
 - zapíná a samočinně vypíná proudy poruchových stavů, tedy proudy nad jmenovitou hodnotu.
- Stykač
 - jde vlastně o odpínač, je však určen pro velmi častou funkci, tedy až 1000 sepnutí za hodinu; zapíná a vypíná i malý násobek jmenovitého proudu; je ovládán převážně dálkově
- Pojistka
 - jednorázové zařízení, které přeruší obvod při nadproudu nebo zkratu
- Bleskojistka
 - zabráňuje šíření přepětí krátkodobým uzemněním vedení (zkratem)
- Přístrojové transformátory
 - slouží pro účely měření (zvětšení rozsahu měřících přístrojů, pro jištění a ochrany
- Chránič
 - jistič NN malého výkonu, který samočinně vypíná při poruše izolace; chrání obsluhu před úrazem el. proudem; jsou proudové a napěťové, zdroj, spotřebič, vedení přístroj

Elektrodynamické síly:

Vznikají při průchodu proudu blízkými vodiči:



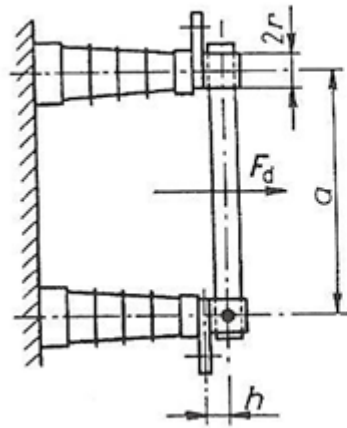
Při střídavém proudu kmitá síla s dvojnásobným kmitočtem a její velikost závisí na fázovém posuvu proudů. Jsou-li proudy stejné; $\phi=0$. Prochází-li vodiči třífázový proud, mohou síly způsobit kmitání vodičů.



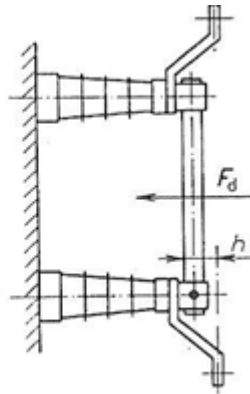
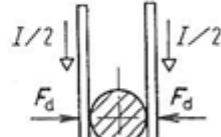
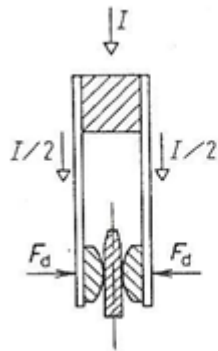
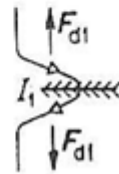
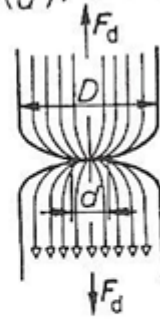
V praxi spínacích přístrojů se nejčastěji setkáváme se silovým působením na proudovém systému přípojníc a kontaktních systémů elektrických spínacích přístrojů. Dynamické síly působí zejména při zkratech, kdy největší hodnota zkratového proudu I_{km} může být 3násobkem ustáleného zkratového proudu. Působením sil se mohou kontakty při zkratech otevřít. Dynamických sil lze vhodnou úpravou kontaktů naopak využít ke zvýšení kontaktního tlaku.

$$F_d = f(h, a, r)$$

$$h < a$$

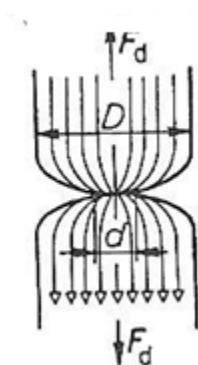


$$F_d = f\left(\frac{D}{d}\right); d = f(F, E)$$

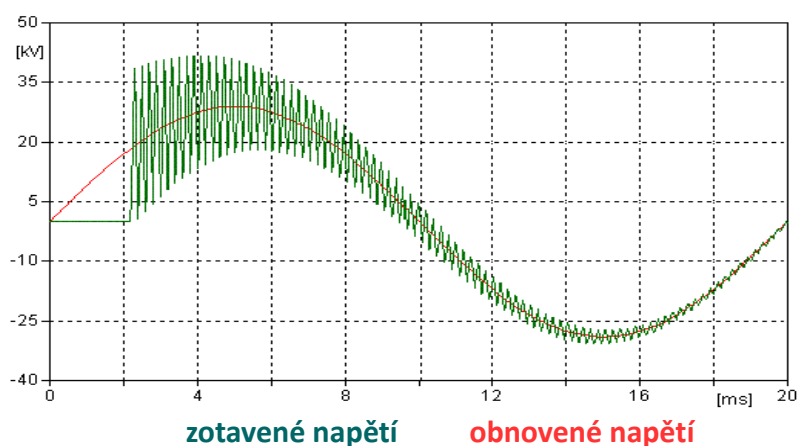


Spínací pochody, oblouk:

- Zapínání
 - vysoká napětí – zapálení oblouku těsně před sepnutím, po sepnutí oblouk zaniká
 - velké proudy – odskoky kontaktů:

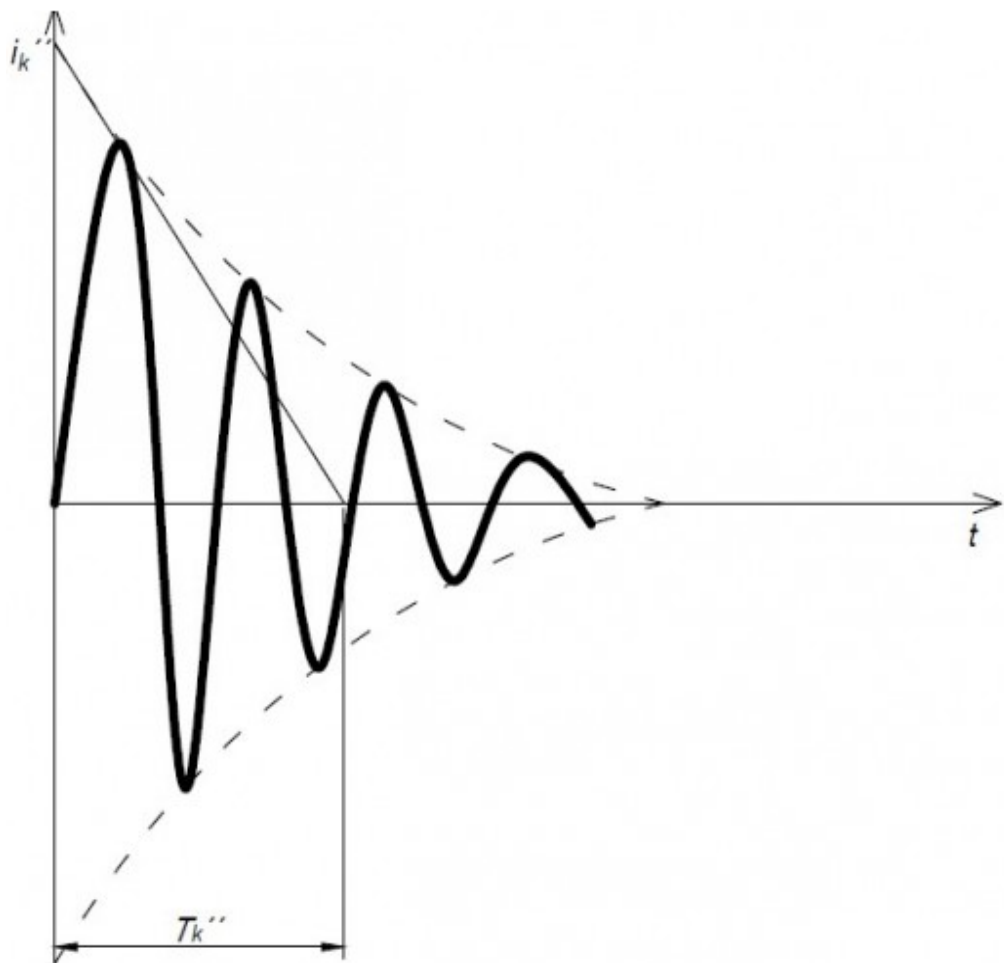


- Vypínání:
 - vypínané obvody induktivního charakteru – při rozpojení vysoká napětí, zapálení elektrického oblouku:
 - **elektrický oblouk** = vodivá dráha mezi kontakty, vytvořená žhavými částmi kontaktního materiálu a vysoce ionizovaným prostředím
 - nejmenší obloukové napětí závisí na materiálu kontaktů, pod touto hodnotou lze přerušit bez oblouku jakýkoliv proud (pohybuje se mezi 12÷20V, nejmenší obloukový proud se pohybuje okolo 0,3A)
 - teplota oblouku se pohybuje kolem 5000°C
 - po zhasnutí oblouku:
 - **zotavené napětí** je napětí, které se objeví na svorkách spínacího přístroje při vypínání ihned po přerušení proudu (zhasnutí el. oblouku), časový průběh zotaveného napětí je superpozicí obnoveného napětí a přechodné složky zotaveného napětí
 - **obnovené napětí** je složka z n o provozním kmitočtu sítě; jeho velikost odpovídá okamžité hodnotě ustáleného provozního napětí, které by v místě uvažovaného vypínacího pólu existovalo mezi jeho kontakty ve vypnutém stavu, za jinak stejných podmínek zapojení sítě z hlediska vypínání



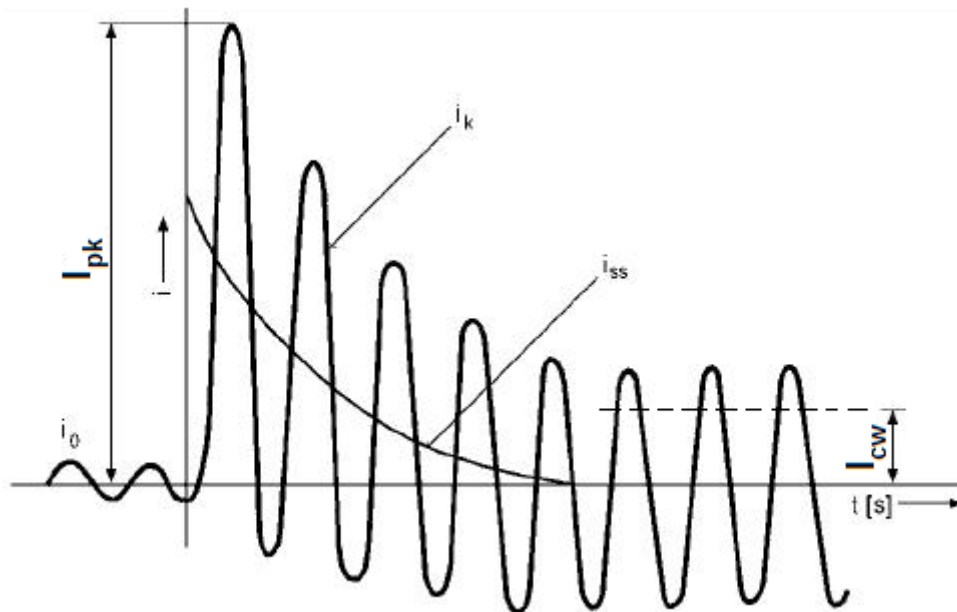
Zkratový proud a vypínací výkon:

- Zkrat:
 - přímé vodivé spojení různých krajních vodičů fází
 - přímé vodivé spojení krajního vodiče fáze se zemí
- Teorie zkratů:
 - samostatný vědecký obor
 - závislost průběhu zkratového proudu na okamžiku, ve kterém nastal zkrat:
 - souměrný zkrat (častá chyba – záměna v případě souběžného zkratu všech tří fází):
 - nastane v případě, kdy nastane zkrat v okamžiku napětí nacházejícího se v amplitudě (nemá DC složku):



- optimální případ, nelze ale spoléhat, že zkrat nastane při $u = U_{\max}$

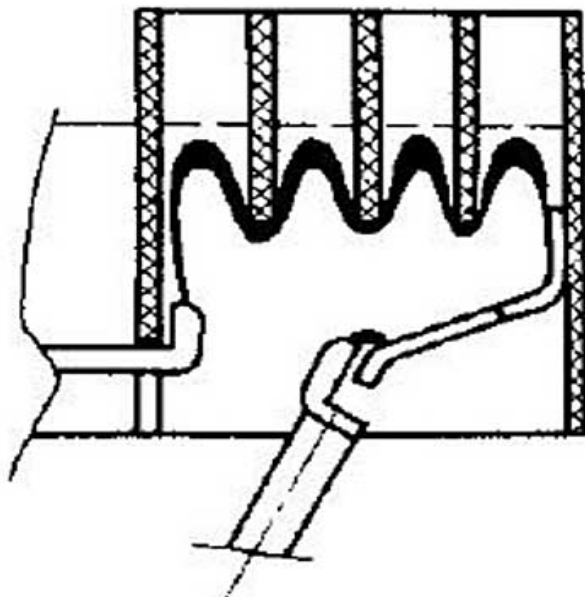
- nesouměrný zkrat (častá chyba – záměna v případě zkratu méně, než tří fází, resp. jedné až dvou fází se zemí):
 - nastane v případě, kdy nastane zkrat v okamžiku napětí nacházejícího se v nule (má DC složku):



- nejhorší případ, nutno brát v úvahu, že zkrat nastane právě v okamžiku $u = 0$.
- Vypínací výkon:
 - $P_{vyp} = U_{obnovené\ fázové} \cdot I_k$
 - $P_{vyp} < P_{vypínače}$

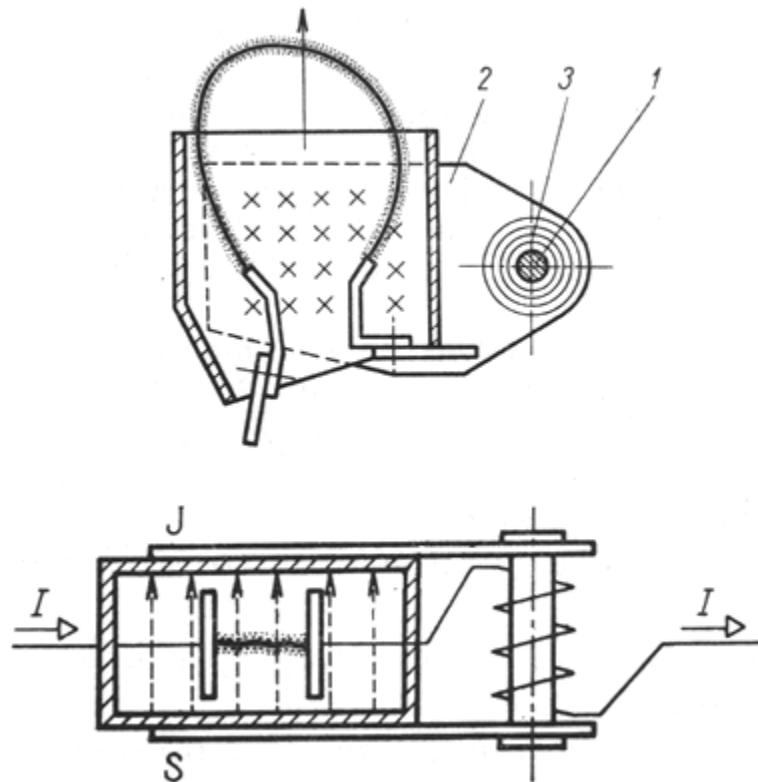
Zhášení oblouku:

- Podmínky pro vznik elektrického oblouku:
 - kritické napětí: silno-obvody vysoce induktivní
 - kritický proud: silno-obvody vždy s velkými proudy
- Zhášení:
 - Mžikové vypínání:
 - nožové kontakty s nožíky na pružině
 - pouze pro nn a menší proudy
 - Dělení oblouku ve zhášecí komoře:



○ „Vyfukování oblouku“:

- vlastní – rozevřením kontaktů se oblouk vyvede na oddalující se šikmé (divergence) hroty - „rohý“, k tomu navíc magnetické a tepelné působení - prodloužení = vyšší intenzita odvádění energie oblouku
- magnetické - do serie je v obvodu vypínacího proudu zapojena „vyfukovací“ cívka, průchodem proudu v ní se vytvoří magnetické pole podle pravidla pravé ruky, toto magnetické pole se uzavírá přes prostor kontaktů ve zhášecí komoře a na oblouk působí síla podle pravidla levé ruky (mimo vlastního tepelného účinku je oblouk magneticky „foukán“ vzhůru, na své cestě narazí na přepážku, protáhne se a zhasne, rychlost pohybu oblouku přímo ovlivní vypínací výkon (zhášecí komora je buď izolační nebo kovová - pro střídavý proud, oblouk se v nich vhání na rošty a do štěrbin)):



○ Cizí zhášení:

- vzduch, olej, SF₆

Části elektrických přístrojů:

- Izolační části:

- izolanty:

- pevné izolanty - mechanicky spojují a současně elektricky oddělují části, mezi nimiž je napětí, používá se tvrzený papír a tkanina, keramické hroty, epoxidové plněné pryskyřice
 - kapalně izolanty - izolují vůči sobě živé části, chladí a hasí oblouk, chrání kontakty proti korozi, nejčastěji se užívá trafoolej, výjimečně chlорованэ uhlodíky.
 - plynné izolanty - vzduch o normálním tlaku, často komprimovaný, stlačený vzduch, fluorid sírový (SF_6).

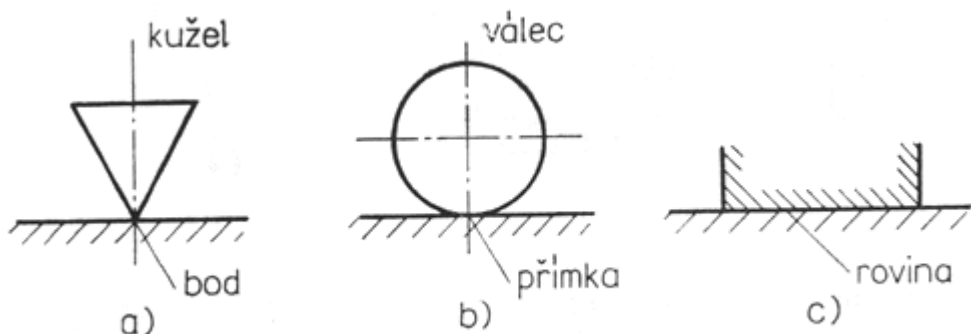
- průchodky a podpěrné izolátory:

- Hlavním konstrukčním problémem je rozložit elektrické namáhání rovnoměrně, aby nedocházelo k sršení a částečným výbojům v dutinách. Venkovní provedení musí mít přechodovou dráhu prodlouženou stříškami.

- Kontakty:

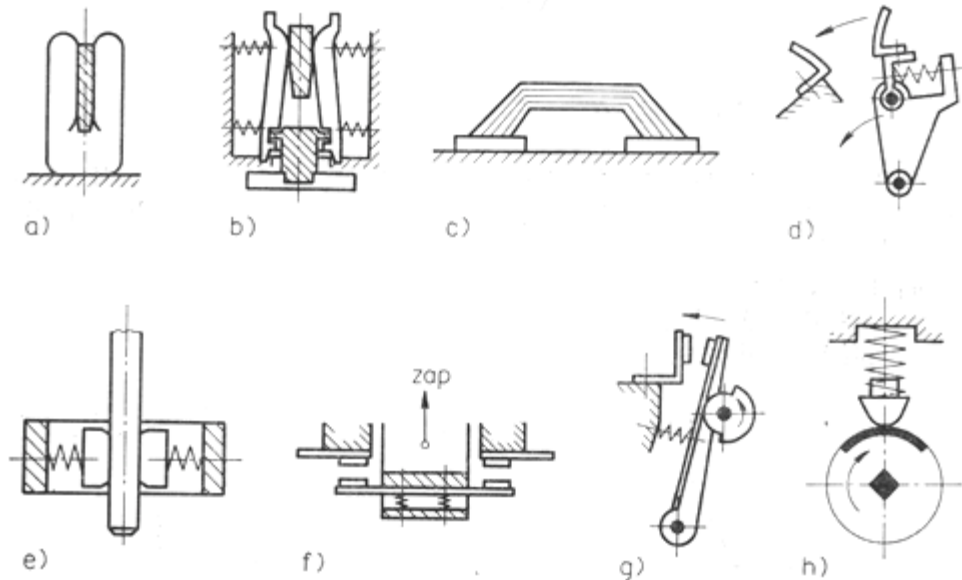
- Tvary kontaktů:

- podle styku:



- a) bodový - malý stykový odpor, nestálý
- b) přímkový - spolehlivý, s výkyvnými kontakty
- c) plošný - nespolehlivý, velký stykový odpor

▪ podle konstrukce



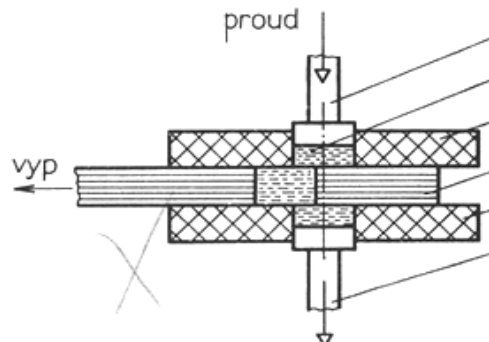
- a) nožové
- b) lamelové
- c) kartáčové
- d) palcové
- e) růžicové
- f) můstkové
- g) kladívkové
- h) válcové

• Materiál kontaktů

- požadavky na kontakty
- trvalý průchod jmenovitého proudu (dobrá vodivost, dobrá tepelná odolnost, odolnost proti korozi)
- odolnost proti účinkům oblouku
- mechanická pevnost
- nejvhodnější materiál je Ag a Cu. Oxid Cu se při spínání automaticky odstraňuje, oxid Ag nezhoršuje vodivost

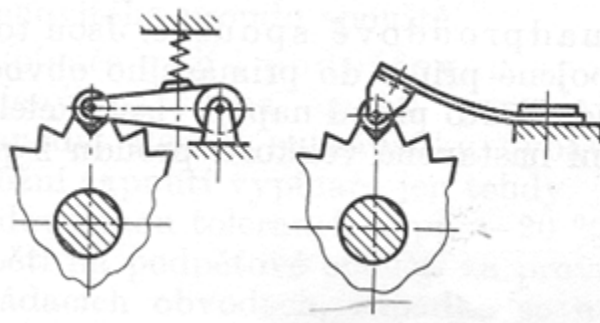
• Tekuté kontakty

- Pro malá napětí a malé proudy. Používá se Hg a vodivé tekuté slitiny



- Svaření kontaktů
 - Při určitém úbytku napětí ΔU může oteplení $\Delta \theta$ dosáhnout teploty tavení kovů a může dojít ke svaření kontaktů. K tomu dochází většinou při zkratu, jestliže zkratový proud trvá delší dobu a povrchová vrstva je natřesena odskokem kontaktů při dynamickém proudu. Ke svaření dotykové vrstvy Cu nebo Ag kontaktů je zapotřebí energie 200J. Z toho můžeme určit maximální možný stykový odpor, při němž průchodem proudu nakrátko v čase ještě nedojde ke svaření kontaktů.
- Spínací mechanismy a pohody elektrických přístrojů
 - Slouží k provedení a dokončení správné funkce spínacích přístrojů. Patří sem zejména:
 - ovládací mechanismy
 - aretační mechanismy
 - volnoběžky
 - vybavovací mechanismy
 - blokovací mechanismy
 - Způsoby ovládání
 - přímé - obsluha ruční, bez zvláštního zdroje energie
 - nepřímé - obsluha ruční nebo dálková, zdroj energie cizí
 - Prostředky ručního ovládání
 - ruční kolečka a kola
 - ovládací páky a rukojeti
 - ovládací tlačítka
 - kloubové mechanismy
 - kulisové mechanismy
 - ozubení a jiné převody
 - Prostředky strojního ovládání
 - elektromagnetické
 - tlakovzdušné
 - motorové
 - střadačové (pružinové)
 - hydraulické
 - Ovládání
 - podle rychlosti pohybu
 - pomalé - kontakty sledují pohyb pohonu odpojovače
 - mžikové - zapnutí a vypnutí provedeno rychle, nezávisle na rychlosti pohybu při ovládání. Mžikové spínání je používáno u všech spínačů, ve kterých se musí uhasit oblouk v krátkém čase.
 - využívá se:
 - působení předem napnutých pružin
 - hydraulika
 - tlakovzdušný pohon

- vlastní energie hořícího oblouku
- Aretační mechanismy
 - zabezpečují žádané (obvykle koncové) polohy spínacího ústrojí. obvykle rohatky a západky, u spínačů VN je aretace páková, bývá součástí volnoběžky:



- Volnoběžky
 - Volnoběžka je umístěna mezi kontaktním ústrojím a ovládacím mechanismem samočinných vypínačů. Plní tyto funkce:
 - přenáší pohyb pohonu na kontakty
 - uvolňuje napnuté pružiny po zapůsobení vybavovacího ústrojí
 - umožňuje VYP i v době trvání zapínacího impulsu je-li přístroj zapínán po zkratu
- Konstrukce volnoběžek je různá. Využívá se:
 - vzpěry a táhla - u jističů
 - skloubené západky - vypínače VN
- Vybavovací mechanismy
 - Je-li vypínač rozepnut, musí být v jeho pohonu naakumulována energie pro ZAPNUTÍ. Na impuls ZAPNOUT se provede spojení kontaktů a současně se naakumuluje energie do vypínacích pružin, takže okamžitě může dojít k VYPNUTÍ. Uvolnění volnoběžky se děje vybavovacím mechanismem: elektromagnetem:
 - impuls z vypínacího tlačítka
 - impuls ochranou pro samočinné vypnutí
 - ručně - např při revizích, nebo nouzové vypnutí
- Prostředky samočinného vypnutí:
 - nadproudové relé - napájení z měřících transformátorů proudu, spíná elektricky
 - primární spouště - elektromagnetem prochází plný proud, vybavení je mechanické, charakteristika spouště je obvykle polozávislá, lze nastavit.
 - podpětové relé nebo spoušť - umožní ZAP jen tehdy, je-li v kontaktech jmenovité napětí s povolenou tolerancí

- Strojní pohony
 - elektromagnetické pohony
 - využití především v oboru přístrojů, obecně tam, kde je velká hustota spínání
 - jističe s dálkovým ovládáním
 - stejnosměrné rychlovypínače
 - tlakovzdušné pohony - tlak vzduchu může provádět ZAP a VYP a) přímo, b) prostřednictvím pružin, obvykle kompresorové stanice s nejčastěji 1,6MPa. Používají se k zajištění velkých závitů při velkých silách.
 - tlakovzdušné vypínače
 - odpojovače VVN- pomalý pohyb
 - máloolejové vypínače staršího provedení
 - motorové pohony - samotný motor s převody a pákami se používá bez akumulátoru energie pouze pro zvláštní případy pomalého pohybu. Obvykle však motorový pohon napíná vypínací střadačové pružiny.
 - ručně - pouze nouzově a při zkouškách
 - elektromotorem - nejčastěji
 - pneumaticky - pneumatický motorek - nepříliš často

Každý stradačový pohon musí být připraven k zapnutí i při výpadku sítě.
 - hydraulické pohony - obsahují výkonné zubové čerpadlo a hydraulický akumulátor, tlak stlačeného plynu při spínání působí na olej. Tlakem oleje se ovládá pohyb kontaktů.
- Spínací přístroje
 - Všechny přístroje členíme podle principů zhášení oblouku:
 - přístroje prosté
 - přístroje, u kterých oblouk nevzniká
 - přístroje bez zvláštního zařízení ke zhášení oblouku
 - přístroje se zhášedly
 - Kloubové spínače

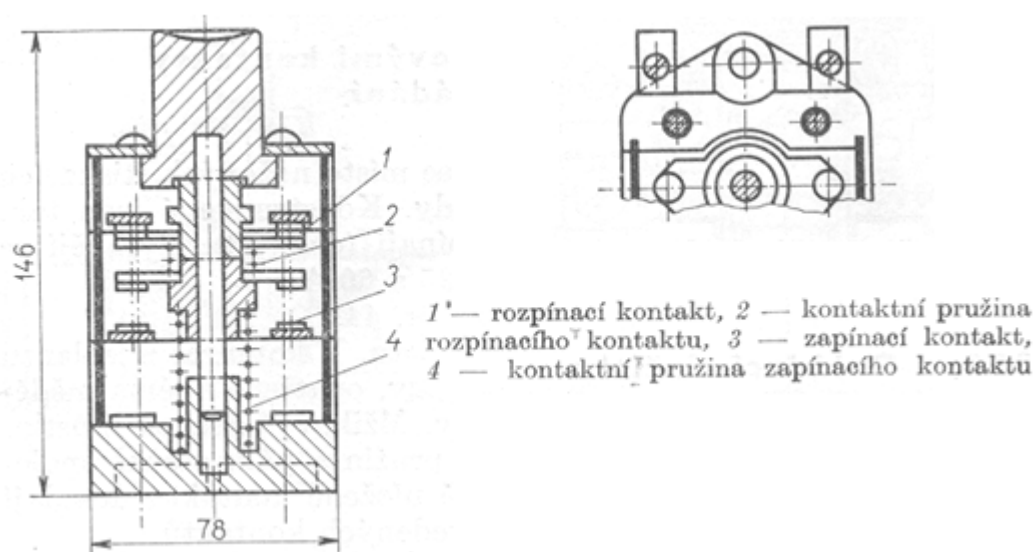
Používají se především k montáži do panelových rozvaděčů. Ovládací páka je přístupná zepředu, nekrytý kontrolní systém je za panelem rozvaděče. Obvykle se používá pouze k odpojování bez proudu.
 - Stiskací vypínače

Vyrábějí se pro spínání všech obvodů do 500V/60A. obvyklé uspořádání je z hlediska bezpečnosti tahem zapni, stiskem vypni. Kontakty jsou můstkové. Uspořádání dvojpólové nebo trojpólové. Základní těleso je z keramiky a jsou k němu přimontovány tři páry kontaktů. V komůrce z izolantu je spínací můstek, který nese tři páry odpružených kontaktů - můstků. Kontakty jsou odpruženy pružinami, které vyvolávají potřebný kontaktní tlak. Mžikové spínání způsobí pružinový ovládací mechanismus. Po stisknutí ovládacího knoflíku se pružiny dostanou do mrtvé polohy spolu s pohybem tlačítka. Těsně před touto polohou jsou ještě kontakty sepnuté

působením kontaktních pružin. Z mrtvé polohy pružiny přejdou do polohy VYP mžikem - nezávisle na ručním pohonu. Zapínání se děje opačným způsobem.

○ Ovládací tlačítka

Jsou to spínače obvykle bez mžikového pohybu kontaktů. Využívají se ke spínání hlavních obvodů prostřednictvím ovládacích obvodů. (např. tlačítkem je ovládáno napětí n cíve stykače a ten svými hlavními kontakty sepne hlavní obvod - motor). Každé tlačítko má zapínací a rozpínací kontakty, obvykle v můstkovém provedení. Tlačítka se sestavují stavebnicově a vytvářejí se tak tlačítkové ovladače. Ovládací knoflík může být poosvětlen a tak může současně sloužit ke světelnému návěstnému stavu.



Po stisknutí ovládacího knoflíku nejprve unášeč rozpojí rozpínací kontakty a vzápětí se spojí zapínací kontakty, každý kontakt má svou vlastní pružinu.

○ Válcové spínače

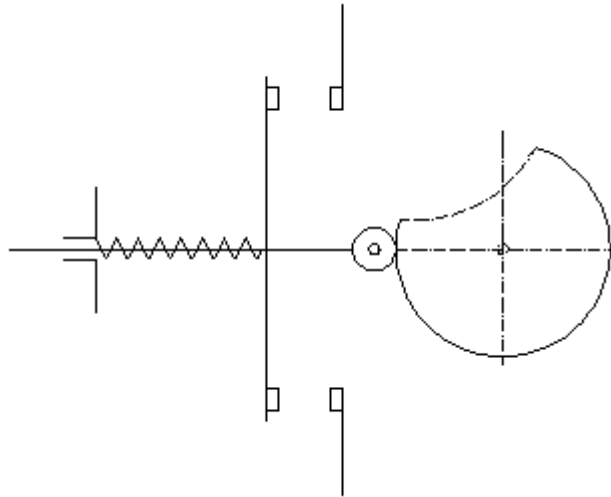
Jsou s otočným pohybem. Používají se pro ruční spínání NN, jsou mechanicky velmi spolehlivé a využívají se pro spínání pracovních strojů. Válcové spínače mají 3 různé názvy:

- válcové - sestava pohyblivých kontaktů na hřídeli má tvar válce
- komorové - jednotlivé kontaktní systémy jsou uzavřeny izolačními přepážkami do komor
- paketové - kontaktní systém s přívodními svorkami tvoří ucelené díly, které se skládají na sebe a pomocí svorníků spojují do svazků - paketů.

Válcové spínače 500V/10A mají kontakty systém pero - nůž. Otáčivé segmenty na hřídeli mají různé tvary pro potřebné zapínací schéma

○ Vačkové spínače

Otáčivé vačky na hřídeli ovládají páry kontaktů. Jeden kontakt dvojice je pevný, druhý otáčivý. Díky stavebnicové konstrukci lze dosáhnout požadovaných kombinací při spínání, mnohem rozsáhlejší než u válcových spínačů.



Kontaktní systém je tvořen pevnými kontakty a pohyblivými kontakty. Pohyblivý kontakt je zvedán vačkou, do jejíhož vybrání zapadne přesně otočná kladička. Ta se pohybuje ve vybrání, ve kterém se posunuje její hřídel. Kontaktní tlak vyvolává tlačná pružina. Vačkový hřídel je čtyřhranný a jsou na něm nasazeny vhodně tvarované izolační vačky. Kontaktní systémy jsou odděleny mezistěnami- Spínacích systémů může být několik desítek.

- Koncové spínače

Mechanicky ovládané, robustní, zabezpečují krajní meze ovládané soustavy, obvykle krajní polohy dráhy. (u jeřábů, výtahů) Kontakty jsou můstkové, mívají mžikové vypnutí, proto je možno je použít k přerušení proudu hlavního obvodu.

- Mikrospínače

Používají se tam, kde je k dispozici pouze malá ovládací síla, vyžaduje se trvanlivost a vysoká četnost spínání. Přepínání je vždy mžikové, s využitím pružných prvků (membrány, pružiny). Použití: signalizace koncových poloh vypínače ve skříní rozvaděče, signalizace polohy např. dvírek, počítání součástí. Kontaktní systémy:

- s jedním přerušením
- se dvěma přerušeními
- s kaskádovou úpravou

- Kontroléry a ovladače

Kontroléry zapojují proudové obvody v předem uvedeném pořadí podle programu, např. při spouštění a brzdění motorů všech druhů. Nahrazují se ovladači se stykači. Uspořádání může být jako u spínačů NN dříve uvedených:

- válcové - vodivé segmenty na otáčivém válci
- vačkové - kladívkové kontakty ovládané vačkami

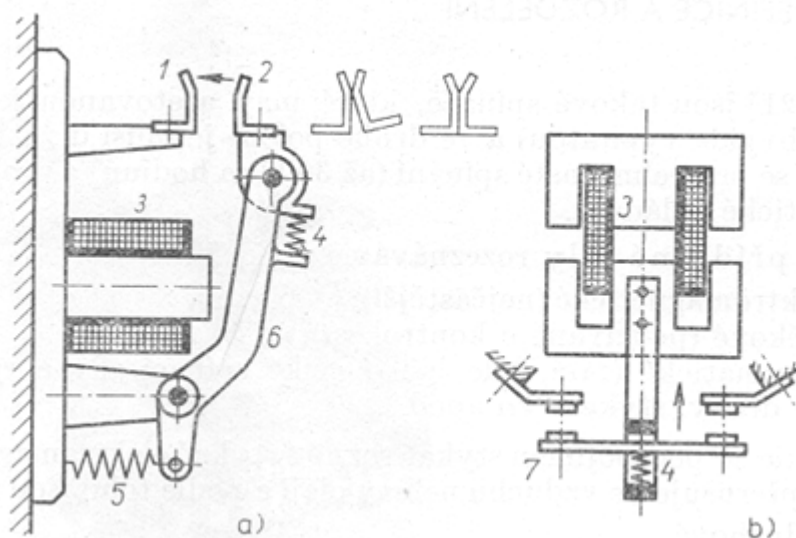
Proudy se pohybují obvykle nad 100 A a proto je kontaktní systém vybaven oddělenými zhášecími komorami. Zhášení je většinou magnetické. Vačkové ovladače jsou bez přídavného zhášecího zařízení pro proudy do 25A/500V. Kontaktní systém se skládá z pevného kontaktu a pohyblivého kontaktu. Ten je uložen na výkyvné páce. Potřebný kontaktní tlak zajišťuje v sepnuté poloze tlačná pružina. D vypnuté polohy je pohyblivý kontakt vrácen tlačnou pružinou. Vlastní sepnutí zajistí vačka, nasunutá na hřídel. Při otáčení vačky se tato dotýká kladky. Toto uspořádání

neumožňuje vynutí svařených kontaktů. Proto se někdy používá opačného uspořádání, kdy vačka kontakty vypíná. Spřažené ovladače - umožňují současné řízení dvou nebo více motorů

- Stykače

Je to dálkově ovládaný přístroj, určený pro časté a převážně krátkodobé spínání. Má stabilní vypnutou polohu. Používá se výhradně kontaktů s čelním stykem. Zapínací mechanismus: vačkový, pneumatický, elektromagnetický. Ovládací elektromagnet je ovládán tlačítkovým ovladačem nebo jiným spínačem. Stykače mají více párů pomocných kontaktů. Počet sepnutí provozních proudů může být 1000/hod i vyšší. Životnost víc jak 10^6 cyklů. Zapínací a vypínací proudy jsou $(6-10)I_n$. Stykače se doplňují časově závislou tepelnou spouští a pak vykonávají i funkci jističe. Pro vypínání zkratů nelze stykače používat - do série je zařazena pojistka. Podle konstrukčního provedení se stykače rozdělují na pákové a suvné, podle zhášení oblouku na vzduchové a olejové.

- Pákové - mají nejčastěji Cu pákové kontakty. Zhášecí komory jsou šterbinové. Toto provedení se používá pro střídavé i stejnosměrné proudy, kdy mají stykače vždy vyfukovací cívku.
- Suvné - vypínají odpadnutím kotvy vlastní vahou. Kontakty jsou můstkové. Staví se pro menší proudy, do 200A střídavých, nemají vyfukovací cívky a zhášecí komory jsou jednoduché. Pro stejnosměrný proud se nepoužívají.



a) vzduchový stykač v pákovém provedení

b) vzduchový nebo olejový stykač v suvném provedení

- Tepelná relé - stykač nevypne zkratový proud, proto mu musí být předřazeny pojistky. Pojistky nereagují s dostatečnou citlivostí na nadproudy a proto se do obvodu zapojují tepelná relé. Charakteristika relé musí přibližně odpovídat charakteristice jištěného spotřebiče. Relé se nastaví na jmenovitý proud spotřebiče, je možná regulace s tolerancí 20%. Používají se tepelná relé bimetalová, vypínající obvod zapínací cívky. Relé se napájí buď přímo, nebo z MTP. Obvyklá sestava pro ovládání motorů: stykače - pojistky - tepelné relé.
 - Olejové stykače - kontaktní ústrojí je můstkové vždy u dna nádoby. Olej plní tyto funkce:
 - hasí oblouk
 - zvětšují izolační pevnost
 - tlumí nárazy při spínání
 - chrání před korozi
 - Stykače na stejnosměrný proud - hašení oblouku stejnosměrného proudu vyžaduje vždy deionizační komoru a vyfukovací cívku. Využívají se v elektrické trakci. Ovládání může být i tlakovým vzduchem, kterého se využije jako přídavného prostředku pro hašení oblouku.
 - Ovládání stykačů: Vzhledem k funkci, kterou plní, převládá dálkové ovládání ruční a ovládání automatické nejvíc běžné je ovládání u elektromagnetických stykačů. Automatické ovládání se využívá např. v řídicích odvodech (automat YD, vodárna, tlakové spínání v kompresorech)- při navrhování obvodů se stykači kreslíme obvodová schémata hlavních obvodů a obvodová schémata pomocných obvodů. Způsob kreslení je mnoho, vycházejí ze základní normy ČSN, s přihlédnutím na podnikové zvyklosti.
- Samočinné vypínače (=jističe)

Silnoproudé obvody ovládáme a současně jistíme před nežádoucími účinky nadproudu nebo podpětí samočinnými vypínači neboli jističi. Jsou to přístroje, slučující do jednoho celku funkci vypínače a pojistky. Vypínací proudy jsou velké - 100násobek I_n . Kontakty jsou v zapnuté poloze zajištěny vhodnou volnoběžkou. Aby vypínač mohl působit jako jistič, musí mít mimo kontaktního systému ovládání, zámek a spoušť. Vybavování je buď ruční nebo dálkové elektromagnetickou spouští. Spoušť může pracovat jako dálkově ovládané provozní vybavovací zařízení, nebo jako samočinná ochrana při poruchových stavech. Podle uspořádání a připojení k síti rozeznáváme spouště:

 - přímé
 - nepřímé
 - primární
 - sekundární

Přístroj stejné konstrukce jako spoušť, ale při svém působení ovládá jenom pomocný obvod, se nazývá relé. Proto je nepřímá spoušť kombinací relé a spouště. Nejdůležitější vlastností spouští a relé je závislost doby působení na velikosti proudu, tzv. časová charakteristika spouště nebo relé. Ta může být závislá, nezávislá, polozávislá.

 - Funkční principy: U jističů jsou elektromagnetický a tepelný. Elektromagnetické principy jsou v podstatě mžikové, lze avšak vhodným přídavným zařízením zpoždit. Tak vznikne kataraktová spoušť - závislá charakteristika nebo při zpoždění hodinovým strojkem docílíme nezávislé zpoždění. Jističe se staví pro vypínací proudy až 105A střídavých. Při stejnosměrném proudu by toto uspořádání nepostačilo pro úspěšné vypnutí. Proto se

pro samočinné vypínání poruchových stavů stejnosměrných obvodů používají rychlovypínače.

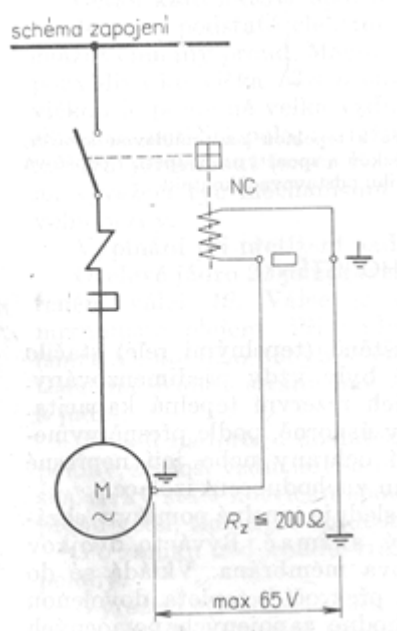
- Druhy nadproudových spouští
 - tepelné (bimetalové)
 - přímo vytápěná - nad 6A
 - nepřímo vytápěná
 - kombinovaná
 - kataraktová spoušť (hydraulická)

Spoušť působí jako zkratová, kombinovaná s nadproudovou. Při zkratu přeskočí kotva a jistič vypne tehdy, je-li jádro ve výchozí poloze. Cívka je zapojena do série se spotřebičem. Protéká-li obvodem jmenovitý proud, je tažná síla jádra v rovnováze se silou vratné pružiny a jádro zůstává ve výchozí poloze. Dojde-li k přetížení, zvýší se proud, tažná síla jádra přemůže tlak vratné pružiny a jádro se pohybuje směrem k hornímu víčku. Pohyb jádra je brzděn náplní silikonového oleje. Rychlost pohybu jádra závisí pouze na přetížení, protože viskozita oleje a mezera mezi jádrem a trubičkou jsou konstantní. Výhodou je snadná přizpůsobitelnost různým vypínacím charakteristikám, nevýhodou jsou vyšší výrobní náklady a nemožnost nastavení jmenovité hodnoty proudu.

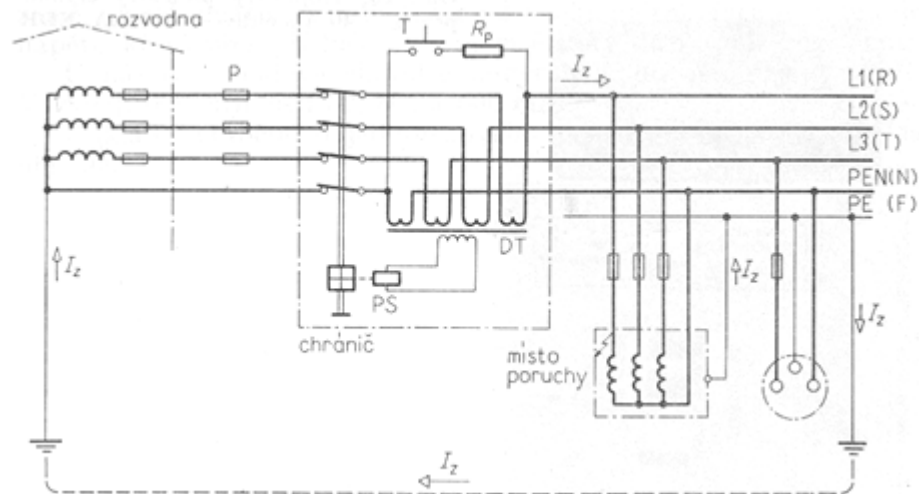
- Chrániče

Jsou samočinné vypínače, chrání živé bytosti před účinky nebezpečného dotykového proudu. Chrániče jsou vybavovány automaticky pomocí ochranné spouště. Má-li přístroj ochrannou spoušť a zkratovou spoušť a nadproudovou, popř. podpětovou spoušť, nazývá se ochranný jistič. Ochranné spouště mohou být:

- Napěťový chránič: Spoušť je vytvořena cívkou, která je zapojena mezi kostru chráněného zařízení a uzemňovací soustavu téhož zařízení. Podmínka správné činnosti - chráněné zařízení nesmí být připojeno na uzemňovací soustavu jinak, než před cívku chrániče. Každý chránič má tlačítko pro pravidelnou kontrolu správné funkce.



- Proudový chránič: V principu diferenciální transformátor. Je - li na některé fázi poškozena izolace, indukuje se v sekundárním vinutí transformátoru napětí a ochranná spoušť provede vybavení chrániče. Důležité je, aby všechny vodiče přes chránič procházely, jinak chránič stále vybavuje. Proudové chrániče spolehlivě vybavují při poruchových proudech $10 \div 500 \text{ mA}$ v čase $t = 10 \div 20 \text{ ms}$. Citlivost nelze nastavit.

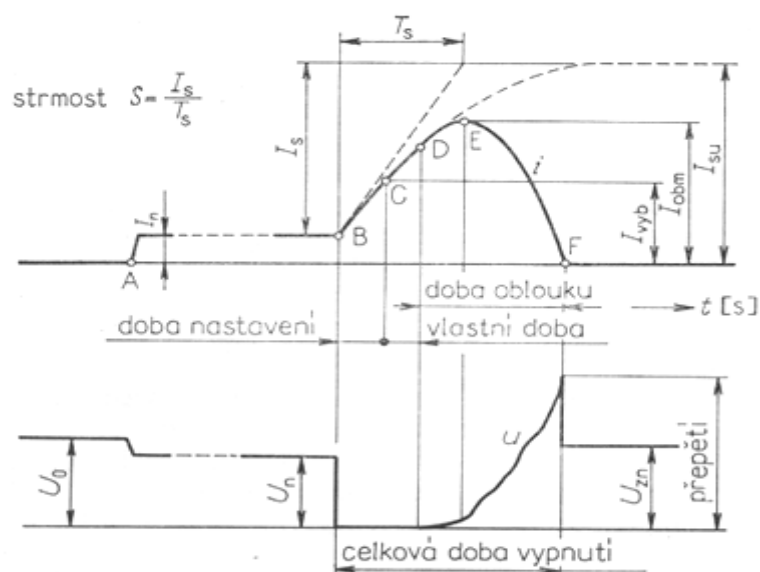


- Silová relé

Velké jističe a výkonové vypínače VN nemusí mít spoušť, která působí přímo na volnoběžku. Impuls k jejich samočinnému vypnutí dávají pomocné přístroje – relé. Relé je impulsní přístroj, uváděný do činnosti změnou kontrolované veličiny a který vyše popud k vypnutí spínače.

- Rychlovypínače

Používají se jako ochranné nadproudové vypínače ve stejnosměrných obvodech pro měniče, usměrňovače, elektrickou trakci. Jejich úlohou je vypnout obvod dřív, než zkratový proud dosáhne ustálené hodnoty, která je u stejnosměrných obvodů značná. Speciální konstrukce jejich mechanismu vypíná zkrat $6 \div 10 \times$ rychleji, než jistič a samočinné vypínače stejní konstrukce.



Rychlovypínač je upraven tak, aby nám omezil velikost proudu, který vypíná. To je umožněno:

- oddálení kontaktů nastavené dříve, než proud dosáhne maxima
- po zapálení oblouku roste rychle jeho odpor, který vyvolá pokles proudu

Spínací přístroje vn a vvn:

- Odpojovače:

Odpojovače VV se vyrábějí pro vnitřní montáž, VVN výhradně v provedení venkovním. Nejmenší In je 200A. Přístroje VN se provádějí jako jediný celek se třemi póly na společném rámu. U VVN se vždy jedná o 3 samostatné jednotky. Využití pohyblivého kontaktu je velké. Tvary kontaktů a celý mechanismus musí být tak upraveny, aby umožňovaly rozdrčení námrazy. Odpojovači lze vypínat i malé proudy.

- Odpojovače vn:

Jsou určeny ke spínání elektrických obvodů bez zatížení a používají se na viditelné odpojení zařízení VN od napětí. Musí se zařadit vždy před příslušný vypínač a jestliže je možnost zpětného proudu, musí být zařazeny z obou stran. Konstrukce musí být provedena tak, aby se případné přepětí vybil do země, nikoliv přes zapnuté kontakty odpojovač. Rozdělení:

- podle pohyblivých kontaktů
 - sklápěcí (nožové - pohyblivý kontakt se pohybuje v rovině pólu)
 - posuvné (pohyblivý kontakt se posouvá v rovině pólu)
 - rotační (pohyblivý kontakt se otáčí na středním izolátoru v rovině kolmé na osu proudu)
 - s dvojitým pohybem (pohyblivá spínací část se před vypnutím nejdříve pootočí a potom vysune z pevného kontaktu)
- podle účelu
 - přípojnicové - slouží ke spojování a rozpojování přípojníc (podélná a příčná spojka)
 - vývodové - určené ke spínání vývodů - vývodový odpojovač
- podle provedení
 - pro vnitřní montáž (do 35 kV)
 - pro venkovní montáž (do 400kV a více)
 - podle ovládání
 - ruční - výjimečně při revizích
 - tlakovzdušné

Kontakty odpojovačů musí být dimenzovány tak, aby i po průchodu zkratového proudu se daly bezpečně rozpojit. Kromě toho musí být pojištěny proti účinkům dynamických sil při zkratu. U klasických kobkových odpojovačů jsou kontakty nožové, pevné kontakty lamelové, nebo roubíkové. Vsuvné odpojovače ve skříňových rozvaděcích mají kontakty růžicové + roubíky.

- Odpojovače vvn:

S výjimkou zapouzdřených rozvodů jsou vzduchem izolované v provedení pro venkovní montáž s otáčivým středním izolantem nebo se dvěma otáčivými podpěrami. Potom je pomaluběžný tlakovzdušný, výjimečně motorový.

- Úsečníky

Jsou odpojovače k montáži na venkovní vedení VN v místě odboček, křižovatek a transformátorů. Používají se pouze při opravách a revizích, pohon táhlem ze země.

- Odpínače

Jsou to spínače, které jsou schopny zapínat a vypínat provozní proudy v rozsahu své jmenovité spínací schopnosti. Mají jednoduché zhášení oblouku, nejčastěji autopneumatický nebo plynotvorný princip. Odpínače se kombinují s výkonovými pojistkami, odpínač tak vypíná jmenovité proudy, pojistka přetížení a zkrat. Pohyb nožů je výborný, používají pásy.

- Máloolejové vypínače

Olej se používá ke zhášení oblouku a plní funkci izolantu v rozepnuté kontaktní dráze. Máloolejové vypínače využívají příčné přerušování oblouku. Olej proudí kolmo k ose hořícího oblouku. Tím se docílí intenzivnějšího chladícího účinku a rozměry zhášecích komor vycházejí menší.

- Máloolejové vypínače VN

Proudová dráha je tvořena: horní přívodní svorka, horní kontaktní růžice, spínací svorník, opatřený opalovacím nástavcem, spodní průchodná kontaktní růžice a spodní přívodní svorník. Na horní i spodní vývody se napojí kontaktní růžice, takže vypínač může sloužit jako odpojovač na stínícím rozvaděči. Při vypínání působí svorník jako píst v uzavřeném izolačním válci. Teplem oblouku tlak oleje vzrůstá, pohybujícím svorník odchýlí připouštěcí lamely ve zhášecí komoře. Oblouk je zhášen vzduchovým polštářem v expanzní komoře. Náhlého počátečního tlaku oleje se dosáhne kuličkovým ventilem ve víku expanzní komory. Přes kuličky vačky se horký olej a páry dostávají do vyrovnávacího prostoru. Ve víku jsou díry, pro vyrovnávací tlak.

- Tlakovzdušné vypínače

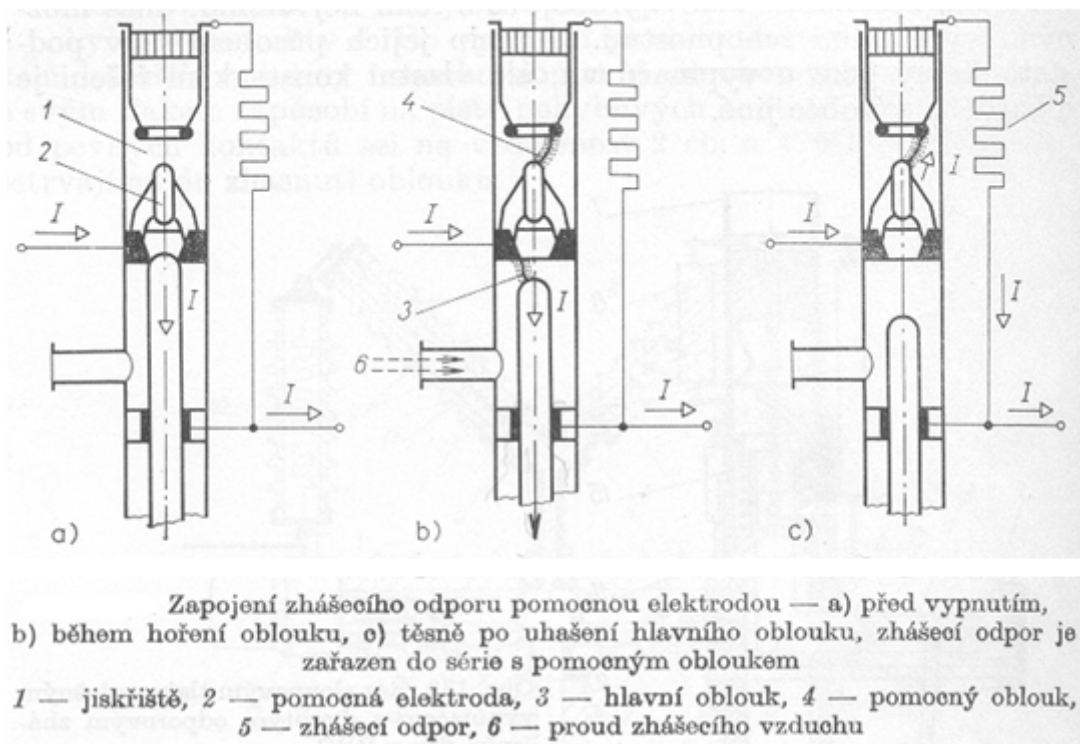
Stlačený vzduch ze zásobníku zabezpečuje:

- pohon vypínače
- zhášení oblouku - jedná se o systém s cizí zhášecí energií
- příčné opalování - příliš rychlé trhání oblouku – moc se nepoužívá
- podélné opalování - oblouk je ofukován osově, tak je udržován malý průřez oblouku. Při průchodu proudu nulou uhašen a čerstvý vzduch nedovolí opětovné zapálení. Pohyb kontaktů se vyznačuje časovou prodlevou v optimální vyzkoušené vzdálenosti pevného a pohyblivého kontaktu.

Provoz je bezpečný, nebezpečí požáru není, rychlá deionizace, proto vhodné pro opětovné zapínání.

- Tlakovzdušné vypínače vn - vypínání s odporovým zhášením:

Používá se pro ztlumení kmitů zotavného napětí, protože tlakovzdušný vypínač zháší malé proudy až příliš rychle. Princip spočívá v tom, že k obvodu kontaktů připojí na dobu asi 50ms zhášecí odpor.



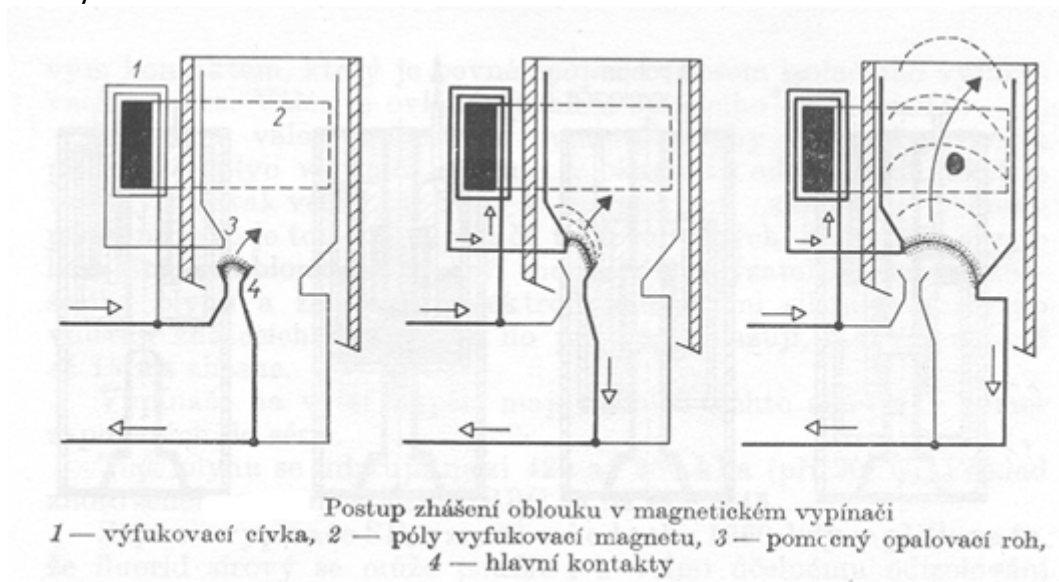
Při přerušení obvodu vznikne hlavní oblouk, který je intenzivně hašen. Ionizovaný vzduch je vháněn vzhůru do prostoru tlumiče a proto se zapálí i pomocný oblouk. Tak se připojí ke kontaktnímu ústrojí zhášecí odpor. V prodlevě hlavního oblouk zhasne, ale pomocný oblouk ještě hoří. Proces deionizace je v prostoru jiskřiště ukončen později. Zhášecí odpor proto zatlumí průběh zotaveného napětí a omezí tak velikost spínacího přepětí. Zapojení zhášecího odporu může být i na jiném principu, často se zapojují postupně dva odpory, druhý větší. Nevýhodou tlakovzdušných vypínačů je kolísající elektrická pevnost vzduchu. Proto ve vypnutém stavu se ještě vypíná odpojovač, zejména u vypínačů s odporovým zhášením.

- Tlakovzdušné vypínače vvn:

Využívají též odporového zhášení. Kontakty jsou stavebnicové, pro venkovní montáž. Každý pól má svůj samostatný pohon a je tvořen několika do série zapojenými zhášecími komorami. Komory jsou uloženy vodorovně a jsou v nich kontakty. Připojení zhášecího odporu (svislé) se děje přes jiskřiště, na kterém vznikne oblouk později. Po uhašení oblouku se elektrody oddálí, protože se postupně vyrovnávají tlaky před a za pístem jiskřiště v pomocném zhášedle. V poslední fázi se kontakty oddálí větší vzdáleností a komora je trvale pod tlakem, v zapnutém stavu jsou komory větrány a kontakty se zapojují pomocí pružin.

- Magnetické vypínače vn:

Zhášení oblouku se děje stejně jako u rychlovypínačů v keramické zhášecí komoře, kde se oblouk natahuje ve štěrbinách a intenzivně ohlazuje. Při vypínání nevzniká téměř přepětí, protože oblouk se uhasí postupně a odpor vypínací dráhy mezi kontakty se postupně zvyšuje. Vypínače se hodí pro spínání VN motorů velkých výkonů.



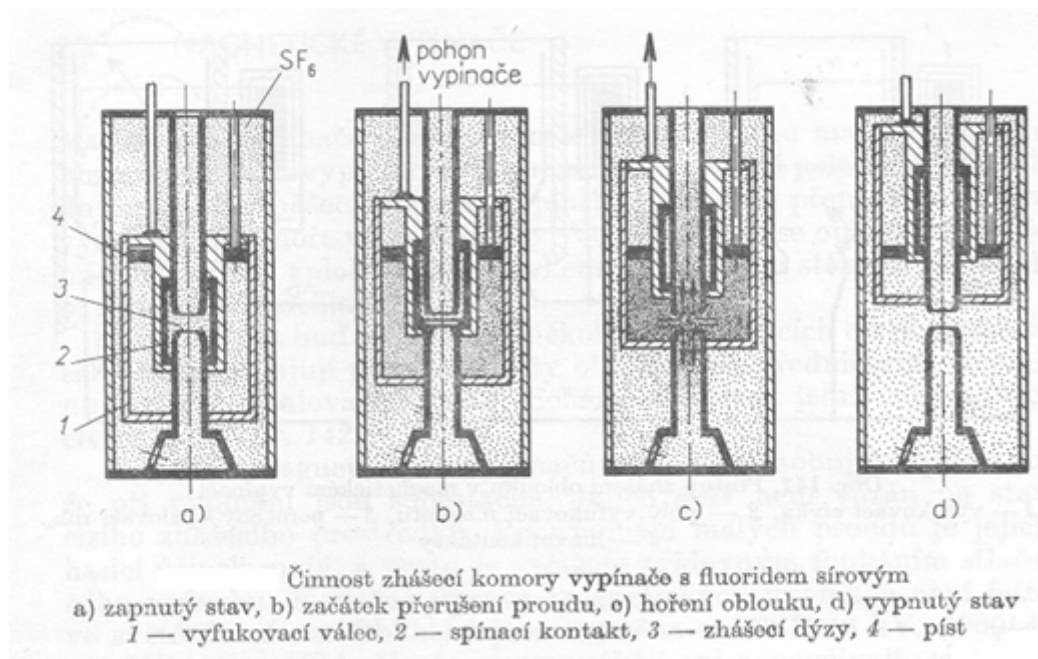
Oblouk se zapálí mezi hlavními kontakty. Protože je horký, stoupá vzhůru a přeskočí na opalovací roh. Tím se připojí do série výfukovací cívky a oblouk je magneticky vyfukován do prostoru keramické zhášecí komory. Prostor komory se zionizuje a oblouk přeskočí i na druhý opalovací roh. Při průchodu štěrbinami zhášecí komory zhasne.

- Vypínače s fluoridem sírovým

Též zapouzdřené vypínače s rozvody. Plyn má vynikající vlastnosti:

- izolační pevnost asi 3x větší než u vzduchu
- špatně vede zvuk - vhodné i do městských čtvrtí
- dobře vede teplo

Jedinou nevýhodou jsou jedovaté zplodiny po hoření oblouku - přísné bezpečnostní předpis pro provádění revizí.



Proudění plynu potřebné ke zhasnutí oblouku se vytvoří pohybem vyfukovacího válce proti pevnému pístu. Proudovou dráhu v zapnutém stavu vytvářejí dva pevné kontakty upravené jako zhášecí dýzy přemostěné posuvným tulipánovým kontaktem, který je pevně spojen s tělesem izolačního vyfukovacího válce. Válec se ovládá táhlem pomocí spínacího mechanismu. Pohybem válce směrem do vypnuté polohy proti pevnému pístu se plyn ve válci stlačuje. V okamžiku oddělení kontaktů je vzniklý tlak tak velký, že postačí k energickému zhasnutí oblouku, stejně jako u tlakovzdušných vypínačů. Zhášení je urychleno tím, že oblouk, který hoří mezi dvěma dýzami, je tlakem zhášecího plynu a elektrodynamickými silami vehnán do vnitřního prostoru zhášecích dýz, kde se intenzivně ochlazuje a v čase 5÷25ms zhasíná. Vypínače na vyšší napětí mají několik zhášecích komor, řazených do série. Tlak plynu je asi 400kPa. SF_6 má velmi dobré izolační vlastnosti, tak že se začal používat i k odizolování všech živých částí mezi sebou a zemí. Tak vznikly tzv. zapouzdračené rozvody, jsou v uzavřených kovových utěsněných blocích, naplněných stlačeným SF_6 .

- Vakuové vypínače

Působí tak, že k oddělení kontaktů dochází ve vakuu, které obsahuje velmi málo vodivých částí, kterými by se mohl oblouk mezi kontakty udržovat. Při vypínání se oddělí kontakty o několik mm, oblouk vznikne odpařením kovu stykových ploch. Vysokou teplotou oblouku mají kovové páry vysoký tlak a při nejbližším průchodem proudem nulou snadno expandují do okolí s nepatrným tlakem. Mezi kontakty se ve velmi krátkém čase vakuum obnoví. Výhodou je malá tepelná energie oblouku, malá vzdálenost kontaktů a krátké trvání oblouku.

- Výbušné vypínače

Používají se ve speciálních případech tam, kde se vyžaduje extrémně krátký vypínací čas, např. tehdy, když může ojediněle zkratový proud překročit vypínací schopnost vypínače, a kde by jeho dimenzování na krajní hodnotu vypínacího proudu bylo mechanicky nebo technicky nemožné.

- Vypínače s polovodičovými elementy

V reléové technice nn je jejich používání běžné. U silnoproudé elektrotechniky je

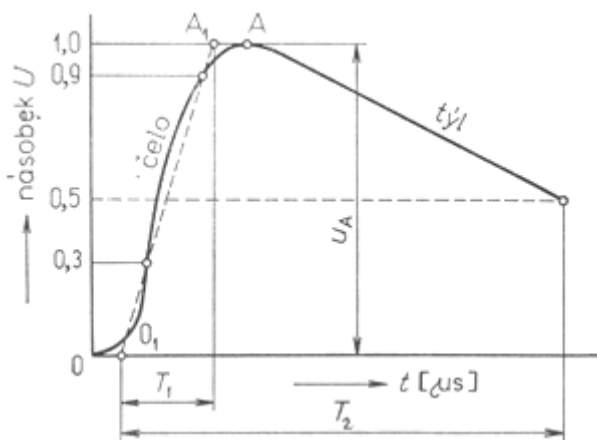
použití nn spínacích polovodičových prvků stále častější. Především se používají tyristory, triaky, IGBT transistory a to ke spínání pohonů s pulzním řízením, např. v elektrických trakcích.

Svodiče přepětí:

- Přepětí:

V elektrických soustavách vznikají přepětí, která jsou charakterizována vrcholovou hodnotou a strmostí a polaritou. Přepětí mohou být:

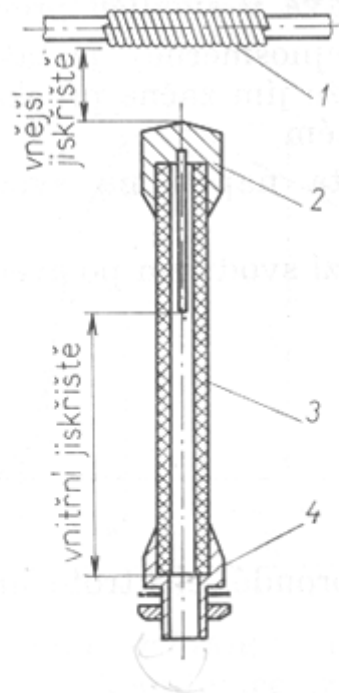
- provozní - jsou vyvolána náhlou změnou stavu sítě, např. Při vypínání zkratových proudů, vypínání transformátoru naprázdno, při spínání dlouhých kabelových vedení naprázdno, při přerušovaném zemním spojení, při funkci rychlovypínače a pojistek.
- atmosférická - jsou vyvolána atmosférickými výboji. Izolaci ohrožují především atmosférická přepětí, při kterých vznikají na vedení napěťové vlny se strmým čelem a s velmi krátkou dobou trvání, tzv. rázové vlny. Při zkouškách přístrojů vn se používají normalizované rázové vlny s dobou trvání čela 1, 2 μs , s dobou trvání půltýlu 50 μs .



Úlohou ochrany přepětí je:

- omezit velikost provozních přepětí - především konstrukcí přístrojů
 - volit elektrická zařízení s co nejmenší izolační pevností - dáno současným stavem technologie a konstrukčními závadami
 - koordinovat izolaci jednotlivých částí rozveden. Koordinace znamená účelné odstupňování izolačních hladin souboru zařízení ve společné elektrické soustavě. Nejnižší izolační hladiny mají právě svodiče přepětí, které zaručují, aby přepětí bylo na vhodném místě bez poruchy na zařízení svedeno do země a přerušen následný proud. Ochrana je preventivní a následná.
- Konstrukce svodičů přepětí
 - ochranná jiskřiště (koordinační jiskřiště) - používají se např. u venkovních izolátorů, průchodek, odpojovačů, obvykle pouze hroty nebo tuby s jednoduše nastavitelnou vzdáleností. *Nevýhoda: závislost na okolních podmínkách. Používají se u podřadných odboček a jako ochranná jiskřiště podpěrek přístrojů - chrání pouze izolátor před zničením elektrickým obloukem.*

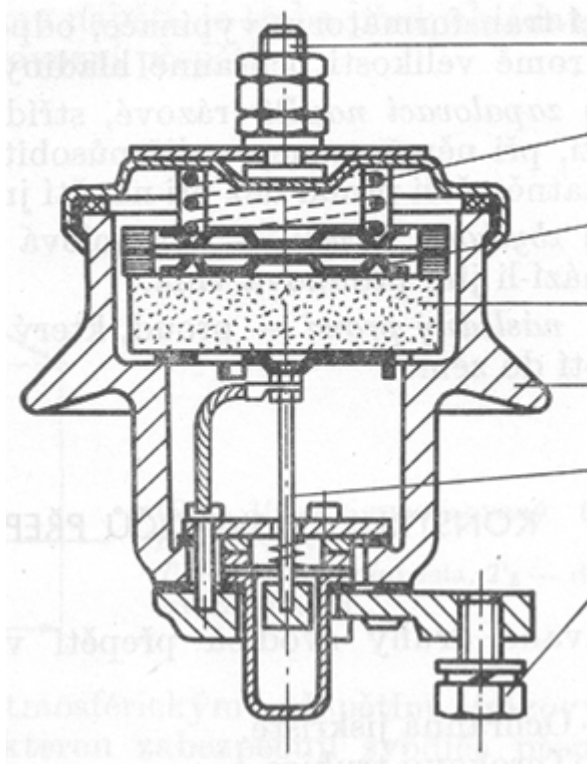
- výbušné bleskojistky (Torokovy trubice):



Torokova vyfukovací
bleskojistka
1 — fázový vodič zesílený proti
opalu, 2 — elektroda, 3 — izolační
trubka, 4 — uzemněná protielek-
troda

Bleskojistka se skládá ze dvou sériových jiskřišť. Vnější jiskřiště je tvořeno válcovou elektrodou bleskojistky a elektrodou, která je spojena s venkovním vedením. Dojde-li k přepětí, vznikne přeskok mezi elektrodami obou jiskřišť, oblouk, který vzniká ve vnitřním jiskřišti, opaluje vnitřní povrch trubky bleskojistky, která je zhotovena z materiálu, vytvářejícího plyny. Prudkým vývinem plynů vznikne přetlak, který vyfoukne dutou elektrodou a při nejbližším průchodu proudu nulou oblouk přeruší. Vnější jiskřiště slouží pouze jako samočinný odpojovač pro Torokovu trubici, Výhodou jsou malé výrobní náklady. Použití převážně na VN k ochraně malých transformoven. Torokovy trubice se staví do 35kV a používají se na ochranu rozvodu VN.

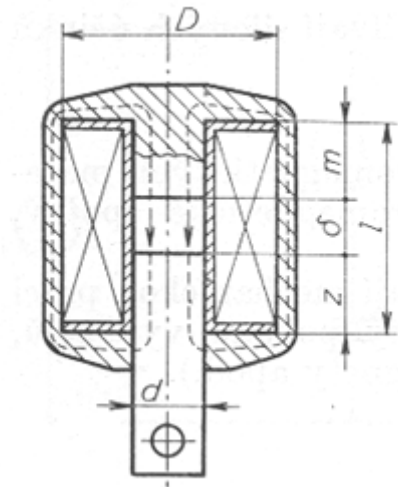
- bleskojistky ventilové - skládají se ze dvou aktivních částí:
 1. jiskřiště
 2. sériový odpor



Jiskřiště je tvořeno z určitého počtu profilových kruhů s výčnělky, které jsou udržovány v izolační vzdálenosti vložkami ze slídy. Sériový odpor je tvořen válečkem s pórovitým materiálem, jehož odpor silně závisí na napětí. Keramická hmota válečku má mikroskopické póry, vzduch v těchto pórech se vlivem přepětí rychle ionizuje, tím klesne odpor a napěťová vlna se svede do země. Po zániku přepětí se proto keramického válečku neionizuje, odpor vzroste na původní hodnotu a následný proud se přeruší. Ventilové bleskojistky se používají na vn i vvn. Vyšším u napětí odpovídá větší počet keramických válečků. Jednotku tvoří jedno jiskřiště a jeden kotouč. Vypínací proud je do 10kA, průměry odporových bloků do 150mm.

Elektromagnety:

- Kontrukce:



- Funkce:

Magnetický obvod tvoří pevný válcový pól s výškou m , pohyblivá kotva a vnější plášť. Navrhuje se obvykle tak, aby v každé jeho části byla stejná magnetická indukce B . Budící cívka je navinuta na kotvě, která je nasazena na mosazné trubce, v níž se kotva volně pohybuje. Budící cívka má N závitů, protéká jí proud I a vytvoří magnetomotorické napětí $F_m = NI$ [A, -, A]. F_m protlačí magnetický tok magnetickým obvodem a vzduchovou mezerou.

- Tažná síla jednofázového elektromagnetu:

U střídavého elektromagnetu je amplituda magnetického toku dána vztahem $\Phi = U / (4,44 \cdot N \cdot f)$. Ze vztahu pro Φ je vidět, že magnetický tok a tedy i magnetická indukce je konstantní, a kdyby nebylo rozptylů, byla by tažná síla střídavého magnetu po dobu celého zdvihu stálá, protože stálému toku Φ odpovídá stálá B_0 a stálé B_0 odpovídá stálá tažná síla.

- Závit nakrátko

Slouží k odstranění chvění a hluku jednofázového elektromagnetu a vkládá se na póly nesymetricky k ose pólu. Třífázový střídavý elektromagnet jej nepotřebuje. V závitě nakrátko se indukuje proud I_k , který vytváří magnetické pole Φ_k , které je posunuto o 90° proti hlavnímu toku Φ_n . Výsledná síla elektromagnetu je dána součtem síly vytvoření hlavním magnetickým tokem a magnetickým tokem Φ_k .