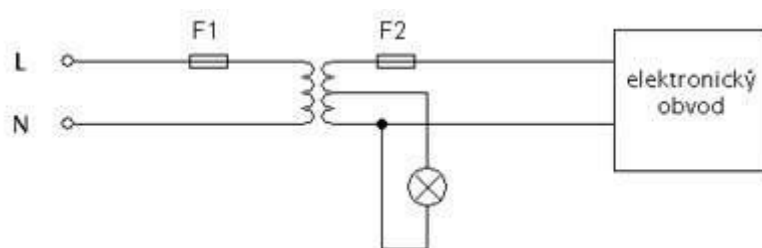


Bezpečnost elektrických zařízení - použití pojistek



Pojistka může být ochranným prvkem při zkratu i při přetížení! Jako ochrana při zkratu musí být pojistka zapojena na vstupu do zařízení, pojistka jako ochrana při přetížení může být předřazena před libovolný jištěný obvod.

Následující příklad ukazuje možné použití pojistek v obvodu napájeného transformátorem



Použití pojistek v obvodu s transformátorem

Pojistka F1 je použita pro jištění při zkratu, pojistka F2 je použita pro jištění transformátoru při přetížení.

V praxi se v rámci typových zkoušek elektrických zařízení provádějí i zkoušky při abnormálním provozu a simulují se nejnejpříznivější závady, u některých zařízení se simulují dokonce všechny závady, ke kterým může při provozu zařízení dojít.

Nejpříznivější závada, například pro transformátor, nemusí být zkrat na sekundárním vinutí, ale třeba simulace proraženého kondenzátoru v sekundárním obvodu. Dejme tomu, že se v důsledku této poruchy proud sekundárním vinutím zvýší 2krát a proud primárním vinutím 1,2krát. Zařízení navenek může pracovat dál, ale začne se více zahřívat izolace mezi primárním a sekundárním vinutím. Při maximální deklarované pracovní teplotě okolí bude tato izolace zahřívána více, než je pro danou třídu izolace povoleno a zařízení prostě při zkouškách nevyhoví. Pojistka F1 na takový nepatrný nárůst proudu nebude reagovat. Pokud ale po nějakém čase zareaguje pojistka F2, je vše v pořádku, protože k tepelnému přetěžování izolace vinutí transformátoru nedojde. Tím se dostáváme k tzv. vypínacím charakteristikám pojistek. Pojistky se vyrábí s různými vypínacími charakteristikami, jejichž označení je následující:

FF - velmi rychlé pojistky;

F - rychlé pojistky;

T - pomalá pojistka.

pojistky bez označení mají normální vypínací charakteristiku

Také se můžeme setkat s označením M nebo MT (středně rychlá pojistka) nebo, podle mého názoru s ne zcela správným označením, FT (tzv. „pomalorychlá“ pojistka).

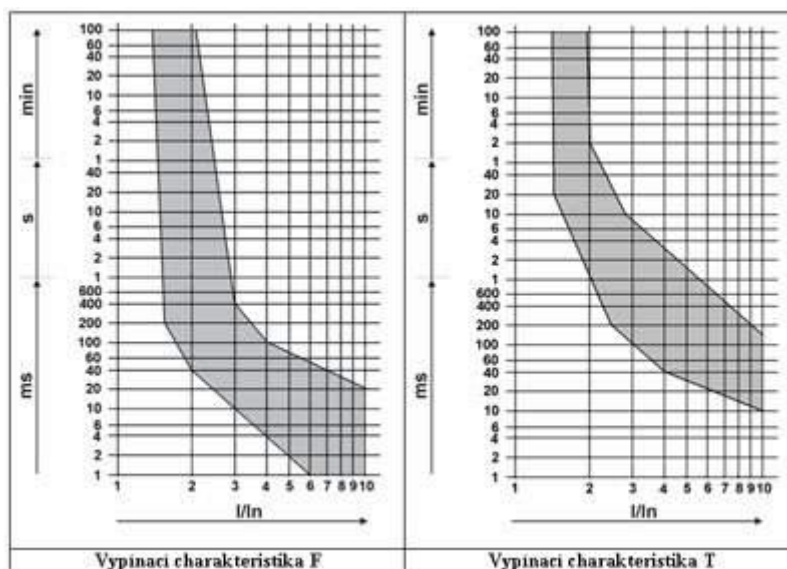
Důležitým údajem je také vypínací schopnost pojistky. Vypínací schopnost znamená, že pojistku lze použít pro přerušení proudu jen do určité hodnoty. U trubičkových pojistek se většinou setkáme s vypínací schopností 35 A, což je proud, který je pojistka ještě schopná vypnout. Při větším proudu může dojít k vytažení oblouku nebo k přenesení proudu přes vodivé plochy, vzniklé napařením roztaveného kovu při přetavení pojistkového drátu na vnitřním skleněném krytu pojistky.

Větší vypínací schopnost mají pojistky, které jsou plněny křemičitým pískem. Ty mívají označení E (zvýšená vypínací schopnost) nebo H (vysoká vypínací schopnost). Naopak pojistky označené písmenem L mají malou vypínací schopnost.

Vrátím se nyní k úvodu tohoto článku, kdy jsem prohlásil, že údaj proudu, který je na pojistce vyznačen, je mnohdy chápán jako hodnota proudu, při kterém se pojistka přetaví. Tak tomu ale není. Hodnota proudu na pojistce znamená, že

pojistka je určena pro trvalé zatížení vyznačeným proudem. Vždy je ale nutné pro konkrétní aplikaci vybrat správný typ pojistky podle její vypínací charakteristiky.

Porovnejme nyní vypínací charakteristiky rychlé a pomalé pojistky.



Vypínací charakteristiky

Na svislé ose charakteristik je vyznačena doba, za kterou pojistka vypne nadproud I . Na vodorovné ose je vynesena poměr nadproudu I , při kterém se pojistka přetaví (vypne) a jmenovitého proudu pojistky I_n .

Zvýrazněná plocha na grafu, ohraničená křivkami, označuje oblast, kde je umístěna reálná vypínací charakteristika.

Okamžik kdy pojistka vypne je ovlivněn především teplotou okolí pojistky při normálním provozu. Pojistku je tedy vhodné umístit co nejdále od zdrojů tepla. Zdrojem tepla se v některých případech může stát i nedokonalý spoj mezi kontakty držáku pojistky a pojistkou samotnou. Nezapomínejme ani na teplotu okolí, ve kterém celé zařízení bude pracovat.

Vliv na životnost pojistky má také použitý vypínač, který, pokud je náchylný k vytváření kmitů při zapínání a vypínání, může způsobovat velice krátké jehlové proudové impulsy, jejichž špičkový proud může být v řádu desetinásobků jmenovitého proudu zařízení.

Z uvedených grafů, které jsem uvedl jen pro názornost a které jsem si pro účely tohoto článku poněkud zjednodušil vyplývá, že pojistka trvale vede proud, který je přibližně 1,5 násobkem jmenovitého proudu (tedy proudu, který je na pojistce vyznačen).

Z uvedeného je tedy patrné, že předimenzovávat pojistky je nejen zbytečné, ale může to být také nebezpečné!

Z praxe:

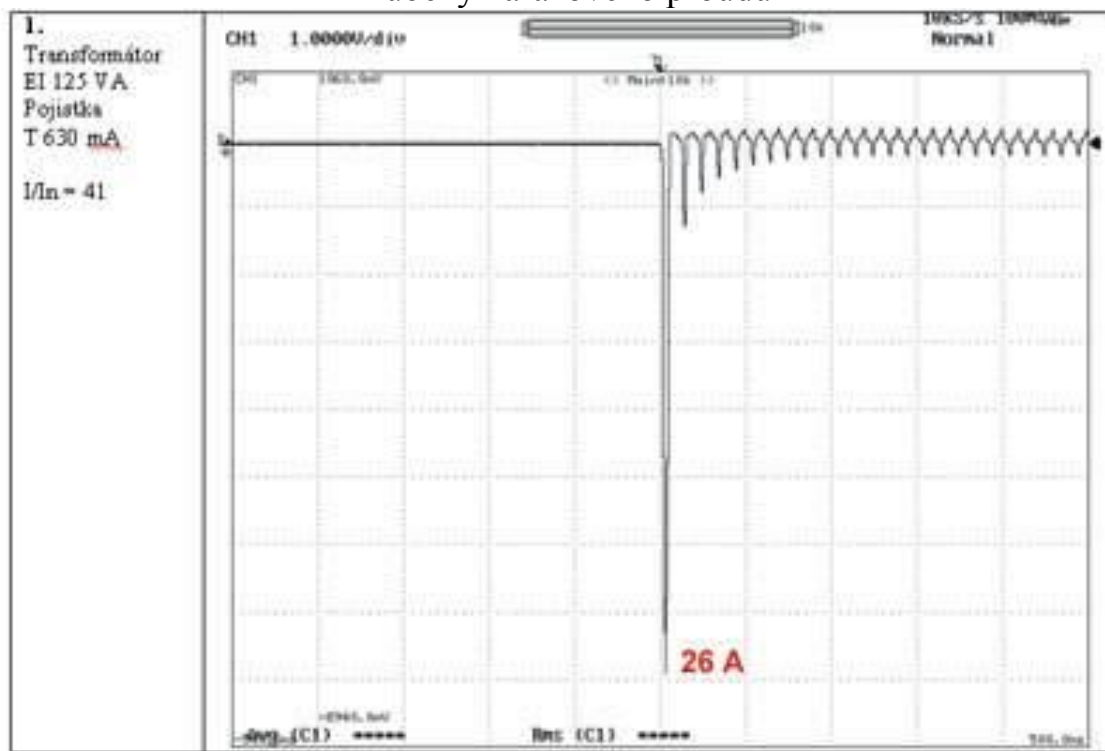
Vybral jsem tři příklady ze zkoušek konkrétních zařízení, kdy byly použité pojistky, předřazené před transformátor, vysoce předimenzovány. Ve všech případech výrobce zařízení tvrdil, že před transformátor se musí použít podstatně „silnější“ pojistky než jaké požaduje výrobce transformátoru, protože nárazový proud při připojení transformátoru k síti je několikanásobně vyšší. Ověřil jsem si tedy zda má pravdu výrobce transformátoru, nebo konstruktér, který transformátor použil ve svém zařízení.

Ve všech případech jsem před transformátor předřadil trubičkovou pojistku požadovanou výrobcem transformátoru. Při napájecím napětí 253 V (230 V + 10 %) jsem každý transformátor 50krát zapnul bez zatížení. Zvolil jsem tedy nejnejpříznivější podmínky.

Poznámka: Nejvyšší nárazový proud vznikne na transformátoru v případě, že transformátor není zatížen a zapnutí je provedeno v okamžiku průchodu napájecího napětí nulou.

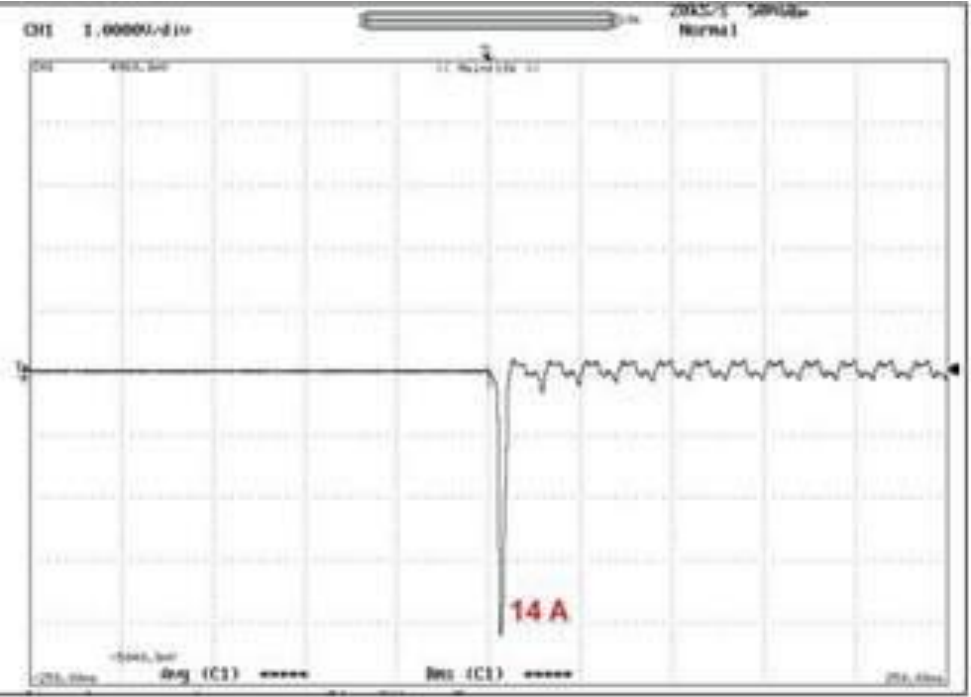
Při každém zapnutí jsem zaznamenával, průběh nárazového proudu. Průběhy nejvyššího naměřeného nárazového proudu u každého transformátoru

Průběhy nárazového proudu



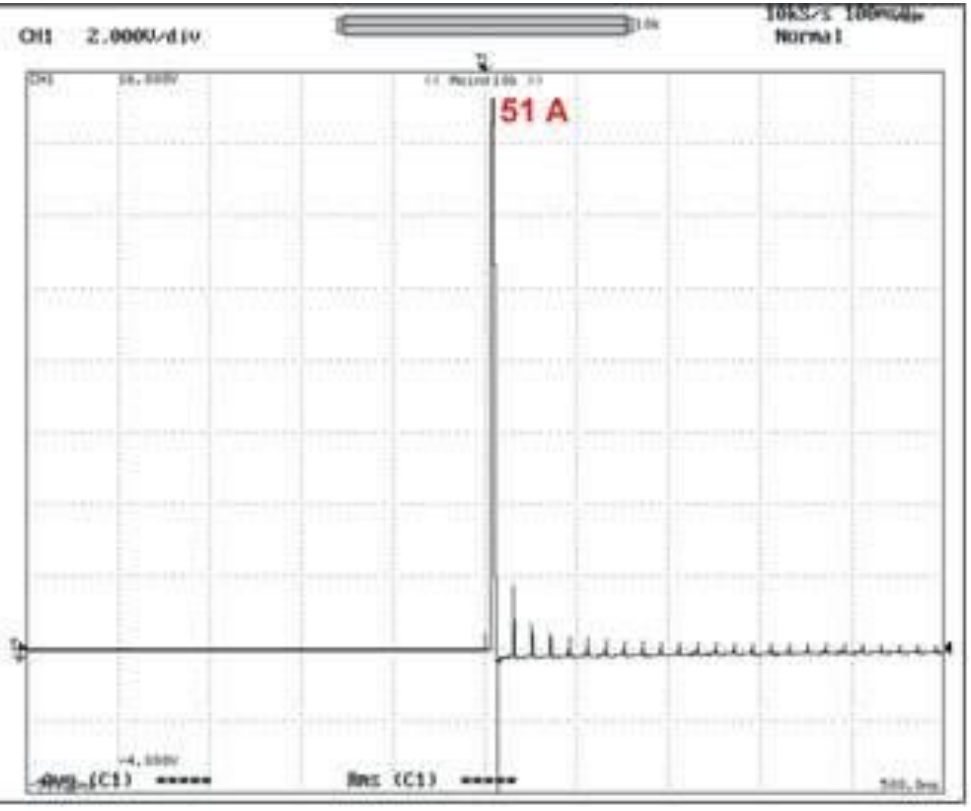
2.
 Vysokonapěťový
 transformátor EI
 Sec 3000 V,
 0,018 A
 Pojistka
 T 315 mA

 $I/n = 44$

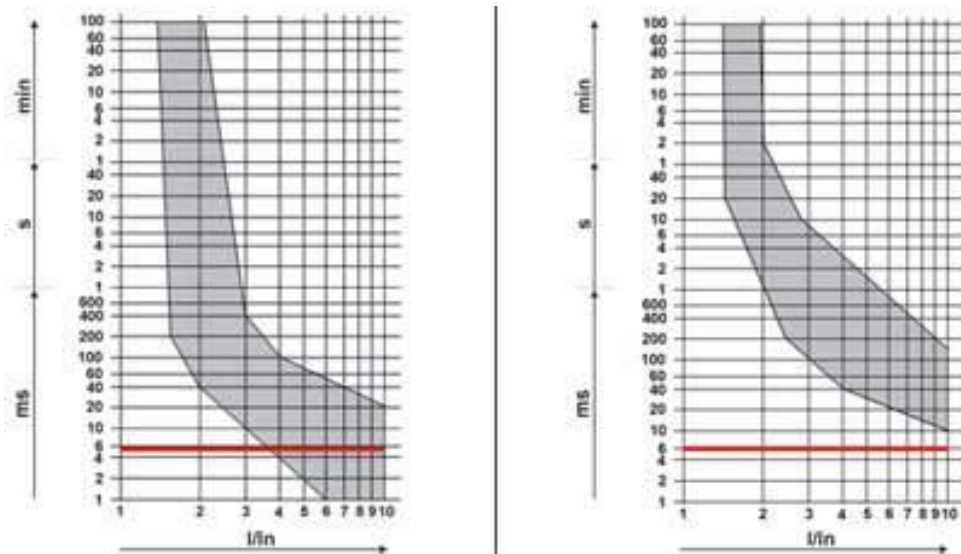


3.
 Toroidní
 transformátor
 300 VA
 Pojistka
 T 1,6 AL

 $I/n = 32$



U všech zobrazených průběhů je šířka proudového impulsu 7 ms a menší. Poměry I/I_n pro jednotlivé transformátory jsou pro porovnání s vypínacími charakteristikami pojistek uvedeny v tabulce. S uvedenou šířkou impulsu se pak u již uvedených vypínacích charakteristik F a T dostaneme do pásma, kdy pojistka F vypne, ale pojistka T proudový náraz přeneše.



Vypínací charakteristiky pro 6 ms

Ani v jednom případě (50 zapnutí u každého transformátoru) nedošlo k vypnutí pojistky udávané výrobcem transformátoru.

Závěr je tedy jednoznačný: věřte výrobcům transformátorů!

V souvislosti s používáním pojistek v obvodech s transformátory si dovoluji poukázat ještě na jeden velice častý nedostatek, a tím je tzv. „nesprávné použití součástky“. Znamená to, že použijeme součástku jinak, než doporučuje výrobce nebo mimo parametry jí udávané.

Na štítku transformátoru obvykle najdeme údaj o požadavcích na jištění jednotlivých vinutí



Štítek transformátoru

Pokud není při použití transformátoru splněn požadavek výrobce, v tomto případě použití pojistky T 315 mA v primárním obvodu, je transformátor nesprávně použit! Neznamená to sice, že proto celé zařízení musí být nevyhovující, ale simulací všech možných poruch se při zkouškách musí prokázat, že způsob použití transformátoru v konkrétním zařízení nezpůsobí nebezpečí.