

Vypínání relé a stykačů jako zdroj přepětí

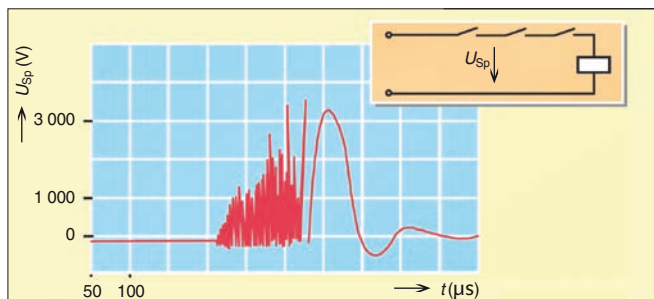
Snadné řešení problému s výrobky společnosti Siemens

Ing. Zdeněk Gec, Siemens, s. r. o.

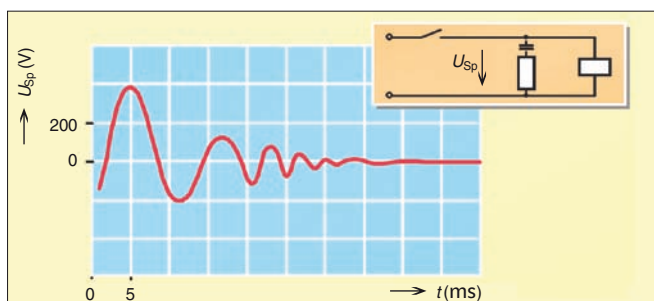
V odborných časopisech lze nalézt mnoho článků řešících otázku ochrany před účinky přepětí. Tyto články se převážně zabývají jen problematikou atmosférických přepětí. Dalším a poněkud neprávem opomíjeným zdrojem přepětí jsou přechodové jevy při spínání. Spínací přepětí sice nejsou doprovázena tak efektními úkazy, jakými jsou například bleskové výboje, ale jejich důsledky mohou být stejně závažné. V tomto příspěvku je věnována pozornost pouze úzké části problematiky spínacích přepětí, a sice přepětím, která vznikají při vypínání ovládacích cívek relé a stykačů.

Pro zajištění spolehlivé činnosti řídicích systémů je nezbytně nutné brát v potaz i podmínky elektromagnetické kompatibility (EMC – *Electro-Magnetic Compatibility*) mezi jednotlivými prvky instalace. Přestože jsou tyto podmínky pro standardní instalace poměrně měkké, při použití elektronických řídicích systémů, určitých metod měření a dalších aplikací požadavky na úroveň EMC rychle rostou. A právě přechodové jevy při spínání jsou častým zdrojem rušení.

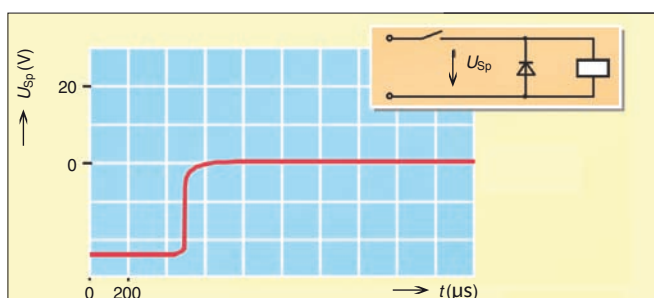
Jednou z nejběžnějších příčin vzniku přepětí je spínání, nebo lépe řečeno vypínání indukčních zátěží. Je nutné si uvědomit, že výstupy elektronických řídicích systémů jsou většinou přímo připojeny právě ke svorkám cívek relé a stykačů. Při vypínání takovéto indukční zátěže se energie magnetického pole snaží zabránit přerušení toku proudu obvodem cívky a v obvodu cívky poté vznikají tlumené, přechodné oscilace napětí a proudu. S ohledem na vysoké hodnoty rezonanční impedance rozpojeného obvodu cívky může oscilující napětí dosáhnout maximální hodnoty až 10 kV s typickou strmostí náběhu 1 kV/ μ s. V důsledku rychlého vzniku vysoké hodnoty zotaveného napětí dochází k opětovnému zapalování oblouku mezi otevírajícími se kontakty do doby, než hodnota dielektrické pevnosti mezi kontakty překročí hodnotu zotaveného napětí a dojde ke konečnému uhasnutí oblouků mezi kontakty. Tyto přechodové jevy způsobují sil-



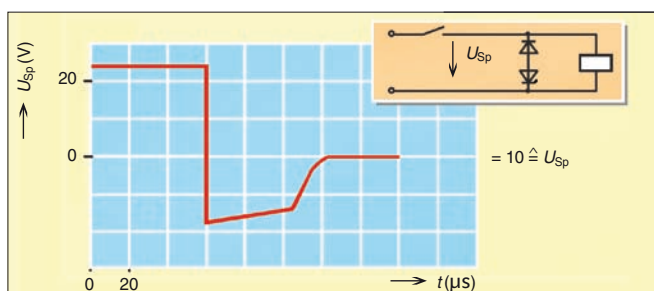
Obr. 1. Průběh spínacího přepětí při vypínání cívky pomocného stykače s cívkou 230 V, 50 Hz, 10 V-A



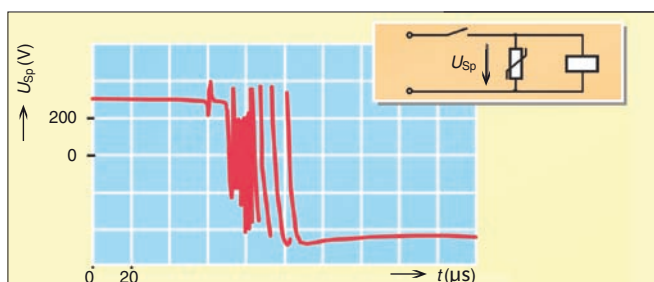
Obr. 2. Průběh spínacího přepětí při vypínání cívky pomocného stykače s cívkou 230 V, 50 Hz, 10 V-A s připojeným RC členem 110 Ω , 0,22 μ F



Obr. 3. Průběh spínacího přepětí při vypínání cívky pomocného stykače s cívkou 24 V DC, 3 W s připojenou nulovou diodou



Obr. 4. Průběh spínacího přepětí při vypínání cívky pomocného stykače s cívkou 24 V DC, 3 W s připojenou kombinací diod



Obr. 5. Průběh spínacího přepětí při vypínání cívky pomocného stykače s cívkou 230 V, 50 Hz, 10 V-A s připojeným varistorem 275 V (omezení přepětí do asi 3 ms)

né opalování kontaktů, a podstatně tak zkracují jejich životnost a současně ohrožují napěťově citlivé prvky připojené paralelně k cívkám relé a stykačů. Navíc jsou zdrojem závažných rušivých signálů, které se mohou kapacitní vazbou přenést i do dalších ovládacích obvodů a mohou zásadně ovlivňovat činnost řídicích systémů, popř. je i poškodit.

Proto se v praxi doporučuje vyloučit spínací přepětí přímo v místě jejich vzniku, tedy na svorkách cívek. Jakým způsobem lze zaměřit vzniku spínacích přepětí? Nejjednodušším řešením je použití omezovačů přepětí.

Obecně se pro tuto funkci používají:

- RC členy,
- diody anebo kombinace diod,
- varistory.

Na obr. 1 je typický oscilogram průběhu spínacího přepětí při vypínání cívky pomocného stykače (230 V, 50 Hz, 10 V·A). Tento přechodový jev trvá přibližně 250 μs a maximální amplituda kmitů dosahuje hodnoty asi 3,5 kV.

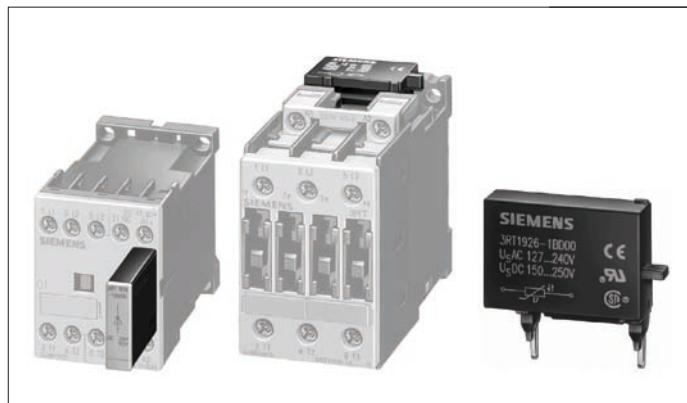
Omezovače přepětí s RC členy

RC členy se převážně používají pro stykače s cívkami napájenými střídavým napětím. Mohou být ale použity i u cívek napájených stejnosměrným napětím.

Podstatným zvýšením kapacitance obvodu cívky dochází k omezení amplitudy přepětových kmitů na dvoj- až trojnásobek ovládacího napětí při současném snížení strmosti vlny. Tím je vyloučen vznik opakovaných výbojů mezi kontakty. Napětí osciluje do hodnoty maximálně 400 V a tyto kmity jsou rychle utlumeny. Správně vybrané RC členy mají

malý vliv na doby spínání stykačů, obecně je zpoždění vypnutí menší než 1 ms.

RC členy jsou zvláště vhodné pro ochranu výstupů citlivých na rychlé změny napětí du/dt (např. triaky). V případě použití kondenzátorů o větší kapacitě (>10 nF) se ale zvyšuje



Obr. 6. Stykače značky Siemens řady 3RT10 velikosti 500 a 50 s osazenými omezovací přepětí a detail bloku varistoru

je riziko, že může být nepříznivě ovlivněna funkce dolních propustí frekvenčních filtrů. Na obr. 2 je typický oscilogram průběhu spínacího přepětí na cívce stejného stykače jako na obr. 1, ale s připojeným RC členem.

Omezovače přepětí s diodami

Omezovače přepětí s diodami se používají pro stykače s cívkami napájenými stejnosměrným napětím. Při zapojení je bezpodmínečně nutné dodržet správnou polaritu zapojení. Spínací přepětí je omezeno maximální hodnotou 0,7 V.

Diody způsobují prodloužení doby vypínání na šesti- až devítinásobek. Těto vlastnosti se v praxi využívá při vyloučení krátkodobých výpadků ovládacího napětí (v jednotkách ms). Na obr. 3 je typický oscilogram průběhu spínacího přepětí na cívce stejného

stykače jako na obr. 1, ale s připojeným členem s nulovou diodou.

Nulové diody jsou v praxi použitelné pro stykače do výkonu 5,5 kW. Pro větší stykače se doporučuje použít kombinaci diod. V případě použití omezovače přepětí s kombinací diod (diody a Zenerovy diody) dojde k omezení spínacího přepětí na hodnotu do 10 V.

Použití kombinace diod vede k prodloužení doby vypínání na dvoj- až šestinásobek. Na obr. 4 je typický oscilogram průběhu spínacího přepětí na cívce stejného stykače jako na obr. 1, ale s připojeným členem s kombinací diod.

Omezovače přepětí s varistory

Varistory – napěťově závislé odpory – omezují maximální hodnotu přepětí tím, že se stanou vodivými po dosažení prahového napětí. Průběh přepětí je zde podobný jako u obvodu bez omezovacího členu, ale s mnohem kratší dobou trvání. Na rozdíl od RC členu neomezuje varistor strmost nárůstu napětí. Varistory mohou být použity pro stykače s cívkami napájenými střídavým i stejnosměrným napětím. Omezovače přepětí s varistory neovlivňují funkce dolních propustí frekvenčních filtrů, ale jsou méně vhodné pro ochranu výstupů citlivých na změnu du/dt .

Použití varistoru vede k prodloužení doby vypínání o asi 2 až 5 ms. Na obr. 5 je typický oscilogram průběhu spínacího přepětí na cívce stejného stykače jako na obr. 1, ale s připojeným vhodným varistorem.

Z uvedeného textu je zřejmé, že v podstatě jednoduchým a finančně nenáročným řešením lze účinně zabránit rušení a současně prodloužit životnost jednotlivých součástí. Stačí si uvědomit riziko a včas je vyloučit.

[Siemens: Switching, Protection and Distribution in Low-Voltage Network. Příručka, 1994.]

Tab. 1. Přehled výhod a nevýhod použití jednotlivých typů omezovacích členů

Aktivní prvek	Ovládací napětí cívky	Prodloužení doby vypínání	Definovaná mez omezení přepětí	Hodnocení	Doporučené použití
dioda	DC	velké	ano (U_D)	<i>výhody:</i> - snadná realizace - spolehlivost - nenáročné dimenzování <i>nevýhody:</i> - dlouhé zpoždění vypnutí - pouze pro malé stykače (do 5,5 kW)	nestabilní ovládací povely/ovládací napětí
kombinace diod	DC	střední	ano (U_{ZD})	<i>výhody:</i> - nenáročné dimenzování <i>nevýhody:</i> - omezení pouze do hodnoty U_{ZD}	problémy s EMC u sousedních komponent
varistor	AC/DC	malé 2 až 5 ms	ano (U_{VDR})	<i>výhody:</i> - pohlcení energie - snadná realizace - nenáročné dimenzování <i>nevýhody:</i> - omezení pouze do hodnoty U_{VDR}	vhodné pro většinu aplikací
RC člen	AC/DC	velmi malé 1 ms	ne	<i>výhody:</i> - potlačení RF rušení - výhodné pro AC - útlum závislý na úrovni signálu <i>nevýhody:</i> - velký zapínací proud - citlivost na harmonické	jsou-li vyžadovány krátké doby vypínání