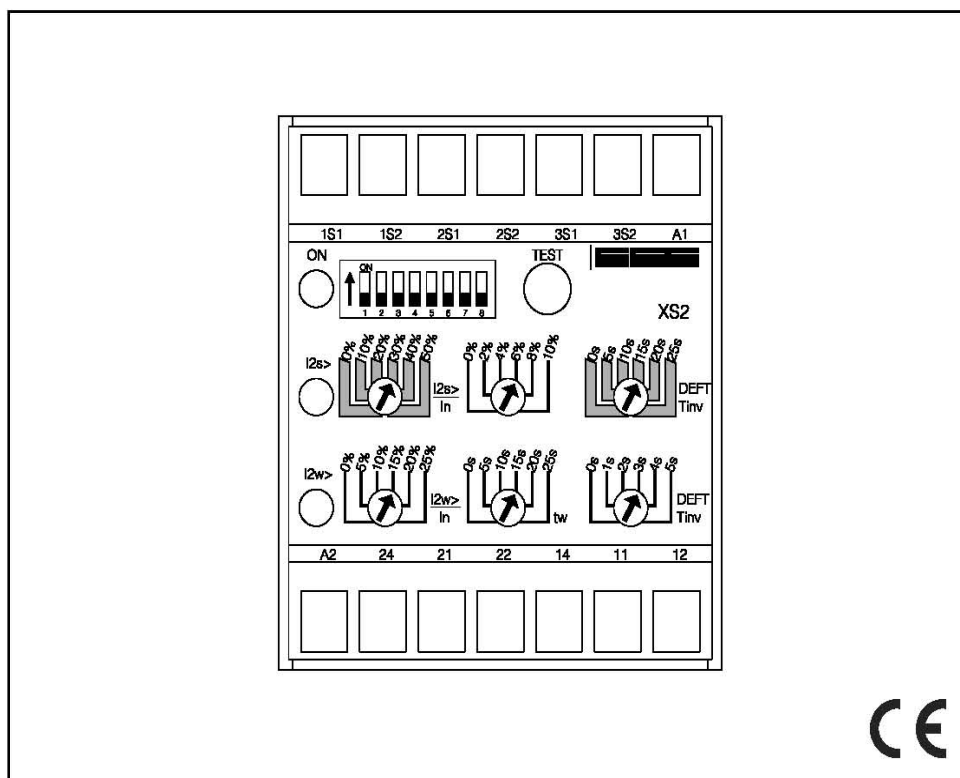


XS2 - Relé proudové nesymetrie



Obsah

1. Úvod a použití

2. Připojení relé

3. Princip činnosti

3.1 Princip ochrany před zpětnými složkami proudu

3.2 Princip měření

4. Funkce a nastavení

4.1 Nastavení spínačů DIP

4.2 Nastavení vypínacích hodnot

4.3 Komunikace pomocí adaptéru sériového rozhraní XRS 1

5. Reléová skříň a technické údaje

5.1 Reléová skříň

5.2 Technické údaje

5.3 Vypínací charakteristika

1. Úvod a použití

XS2 je ochranné relé proti zpětným složkám proudu s univerzálním použitím. Slouží k ochraně trojfázových generátorů proti nesouměrnému zatížení fází. S velkým množstvím různých vypínacích charakteristik, možností nastavení, je možno přizpůsobit vypínací charakteristiku relé téměř každému typu generátoru s ohledem k jeho vlastní tepelné časové konstantě.

Je možná volba mezi nezávislou a časově inverzní vypínací charakteristikou. V případě nesouměrného nízkého zatížení je po nastavitelné prodlevě vydána výstraha. V případě nepřijatelně vysokého zatížení relé XS2 vypíná podle nastavené charakteristiky.

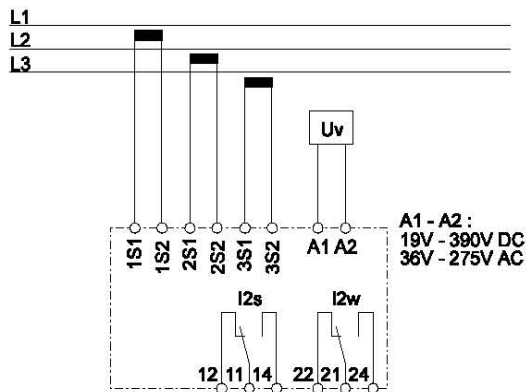
Ve srovnání s konvenčním ochranným zařízením všechna relé PROFESSIONAL LINE vynikají přednostmi číslicové ochranné techniky s následujícími vlastnostmi:

- Vysoká přesnost měření s číslicovým zpracováním dat
- Indikace poruch pomocí LED
- Extrémně široký pracovní rozsah napájecího napětí v důsledku široko rozsahového zdroje napájení
- Velmi jemně odstupňované, široké rozsahy nastavení
- Výměna dat se systémem řízení procesů pomocí adaptéru sériového rozhraní XRS1, který může být dodatečně doplněn
- Extrémně krátký čas odezvy
- Kompaktní konstrukce relé daná technologií SMD.

K tomu navíc má relé XS2 následující speciální vlastnosti:

- Mohou být zvoleny následující ochranné funkce, t.j. určený čas nadproudové ochrany a časově inverzní nadproudová ochrana
- Uvažování tepelné časové konstanty generátoru
- Oba dva stupně: výstraha a vypnutí relé, jsou nezávisle nastavitelné.

2. Připojení relé



Obr. 2.1 Připojení relé

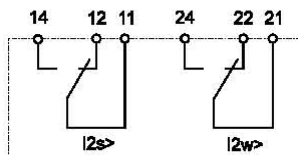
Analogové vstupy

Fázové proudy jsou připojeny k ochrannému relé prostřednictvím samostatných proudových transformátorů na svorky 1S1 - 3S2 relé.

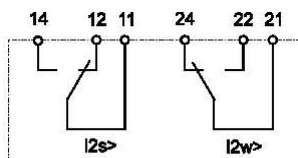
Napájení pomocným napětím

Jednotka XS2 potřebuje oddělený zdroj pomocného napětí. K tomu musí být použito stejnosměrné nebo střídavé napětí. Jednotka XS2 má zabudován širokorozsahový zdroj napájecího výkonu. Na přípojné svorky A1 a A2 může být přivedeno napětí 19 - 390 V DC nebo 36 - 275 V AC.

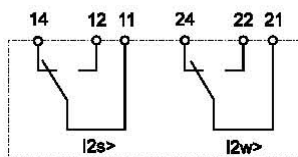
Polohy kontaktů



Práce bez poruchy nebo jednotka vypnuta



Výstraha zpětných složek fázových proudů (I2w > překročeno)



Vypnutí při nepřijatelných zpětných složkách fázových proudů - při velké nesymetrii (I2s > a I2w > překročeno)

Obr. 2.2 Polohy kontaktů výstupních relé

3. Princip činnosti

Sekundární proudy hlavních proudových transformátorů chráněného zařízení jsou přeměněny na napěťové signály úměrné proudům zatížených vstupních transformátorů. Šumové signály způsobené induktivními nebo kapacitními vazbami jsou potlačeny analogovým filtračním obvodem RC.

Analogové napěťové signály jsou vedeny do A/D převodníku mikroprocesoru a jsou převedeny na číslicové signály obvodu se vzorkováním a ukládáním. Analogové signály jsou vzorkovány při $f = 50$ Hz (60 Hz) se vzorkovací frekvencí 600 Hz (720 Hz), vzorkovací doba 1,66 ms (1,38 ms) pro každou měřenou veličinu.

Základní částí relé XS2 je výkonný mikroprocesor. Všechny úkony, od analogově - digitální konverze až po rozhodnutí o vypnutí relé, jsou prováděny digitálně mikroprocesorem.

Vypočtené skutečné hodnoty proudů zpětných složek fází jsou porovnávány s hodnotami nastavenými. Jestliže proud zpětné složky fáze překročí přípustnou hodnotu, je spuštěn poplach a po uplynutí nastavené vypínací prodlevy je aktivováno odpovídající vypínací relé.

3.1 Princip ochrany proti zpětným složkám proudu

Nesouměrné zatížení může být způsobeno nestejným rozdělením proudů v síti v důsledku různého zatížení, nesymetrických zkratů fází (jednofázových a dvoufázových), přerušením vedení a také spínacími pochody.

Nesouměrné zatížení se projeví zpětnými složkami proudů ve statoru, které vybudí vyšší harmonické lichých řádů ve statorovém vinutí a vyšší harmonické sudých řádů v rotorovém vinutí. Zvláště je ohrožen rotor, protože vyšší harmonické kladou přídatné zatížení na rotorové vinutí a indukují vířivé proudy v masivním železe rotoru, což může vést až k tavení kovu nebo ke zničení kovové konstrukce.

Nesouměrné zatížení je však do určité míry přípustné s ohledem na tepelnou mez zatížení generátoru. Aby se předešlo předčasnému výpadku generátoru v případě nesouměrného zatížení, je vypínací charakteristika upravena - přizpůsobena tepelné charakteristice generátoru.

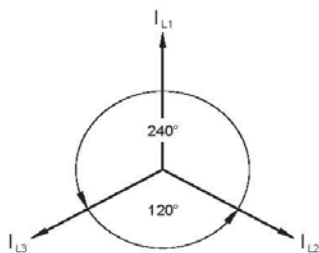
V zásadě je konstatováno, že čím lépe se chladí rotor, tím nižší jsou obecně přípustné hodnoty zpětných složek. Je to kvůli tomu, že při lepším chlazení rotoru může být maximální souměrné zatížení zvoleno vyšší, avšak nesouměrné zatížení je pak povoleno nižší. U turbogenerátorů je přípustné nesouměrné zatížení poměrně nízké. Obvyklé hodnoty jsou přibližně 10 - 15 % zatížení, které je přípustné při souměrné zátěži.

Relé XS2 ochrany proti zpětným složkám proudu má velký počet nastavitelných vypínacích charakteristik. Tím je umožněna ochrana téměř každého typu generátoru.

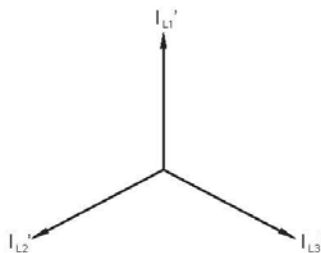
V případě nesouměrných zkratů v síti relé ochrany proti zpětným složkám také normálně zasáhne. Aby se zajistila selektivita ochran, je třeba zvolit vypínací čas v míře, jakou dovolí přetížitelnost generátoru- delší, než čas ochrany v síti (např.: ochrana proti přetížení)..

3.2 Princip měření

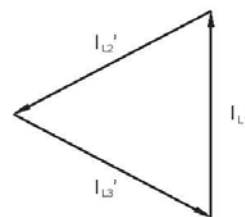
Točivá trojfázová soustava může být podle metody „Souměrných složek“ rozložena na souslednou soustavu, zpětnou soustavu a nulovou soustavu. Proud zpětné soustavy je měřítkem velikosti nesouměrného zatížení. Relé XS2 produkuje zpětnou soustavu s rotujícím vektorem proudu I_{L2} posunutým o 240° a vektorem proudu I_{L3} posunutým o 120° .



Trojfázová soustava při souměrné zátěži.



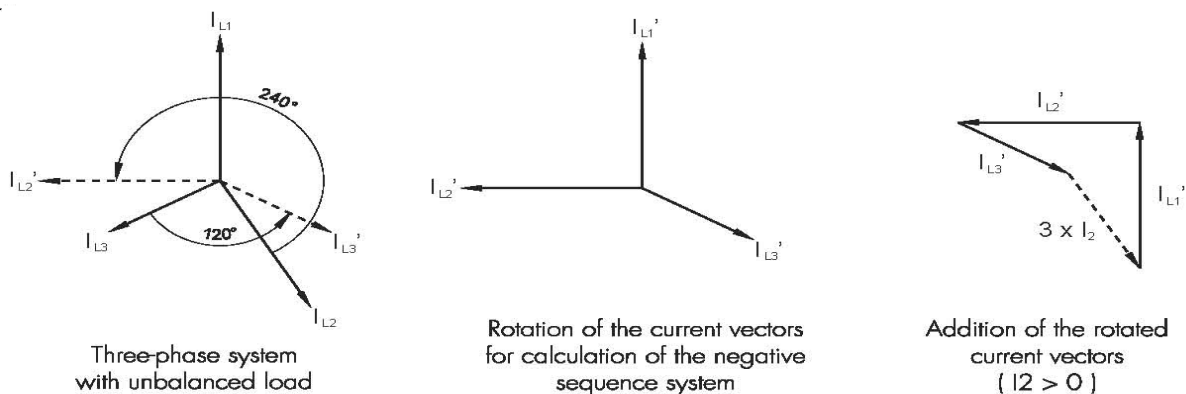
Otáčení vektorů proudů pro výpočet zpětné soustavy



Součet točivých vektorů proudů ($I_L = 0$)

Obr. 3.1

Rotační pole se otáčejí v opačných směrech. Jestliže se sečtou proudy této zpětné soustavy, součet je nula v případě souměrného zatížení.



Trojfázová soustava při nesouměrné zátěži

Otáčení vektorů proudů pro výpočet zpětné soustavy

Součet točivých vektorů proudů ($I_2 > 0$)

Obr. 3.2

Obr. 3.2 ukazuje vektory proudů nesouměrně zatíženého generátoru. Relé XS2 vytváří otáčivou zpětnou soustavu a sčítání proudových vektorů. Vypínání se uskutečňuje podle nastavené vypínací charakteristiky. Pro přesné otáčení proudových vektorů po 120° nebo 240° je nezbytné přesné nastavení kmitočtu soustavy.

Definice zpětného proudu (I_2)

Zpětný proud (proud zpětné soustavy) je výsledný proud ve zpětné soustavě po rozdělení nesouměrné soustavy na tři souměrné složky. Příklad: v případě, že trojfázový generátor je zatížen jmenovitým proudem jen v jedné fázi, je zpětný proud $I_2 = 1/3 \times I_N$.

Přizpůsobení pro generátor

Pro přizpůsobení relé XS2 příslušnému generátoru je třeba vyžádat od jeho výrobce dva důležité parametry:

a) Trvale přípustný proud zpětné soustavy vztážený na jmenovitý proud generátoru

$$K_2 = I_{2S} / I_N$$

To je obvykle dáno v %, kde I_{2S} je trvale přípustný proud zpětné soustavy.

b) Konstanta generátoru, která závisí na jeho konstrukci

$$K_1 = K_2^2 \times T_{INV}$$

Pro generátory chlazené vzduchem jsou následující hodnoty společné:

Výkon generátoru	< 100 MVA	< 20 MVA
Trvale přípustné nesouměrné zatížení K_2	přibližně 8 ... 10 % x I_N	přibližně 20 % x I_N
Konstanta generátoru K_1	5 ... 30 60

Další hodnoty je možno vzít z DIN 57 530 část 1 /IEC VDE 0530 část 1.

Maximálně přípustný čas T_{perm} proudu zpětné soustavy I_2 je dán:

$$t_{perm} = \frac{T}{(I_2 / I_{2S})^2 - 1} \text{ with } T = K_1 / K_2^2$$

Následující tabulka ukazuje nesouměrnosti proudu při různých asymetrických jevech a dává informace o výsledcích zkoušek při různých případech nesymetrie, založených na trojfázovém zdroji výkonu s nastavitelným úhlem proudů.

Proud						Proud zpětné soustavy
$I_{L1} (x I_n)$	úhel (°)	$I_{L2} (x I_n)$	úhel (°)	$I_{L3} (x I_n)$	úhel (°)	$I_2 (x I_n)$
1,00	-	0	-	0	-	0,33
0	-	1,00	-	0	-	0,33
0	-	0	-	1,00	-	0,33
1,00	0	1,00	240	1,00	120	0
1,00	0	1,00	120	1,00	240	1,00
1,00	0	1,00	180	0,00	-	0,578
0	-	1,00	0	1,00	120	0,33

Příklad nastavení

Jsou dány následující parametry:

Jmenovitý proud generátoru:

800 A

Převod proudového transformátoru:

1000/5

Trvale přípustné nesouměrné zatížení K_2 :

12,5 %

Teplotní konstanta generátoru K_1 :

$K_2^2 \times t = 8 \text{ s}$

Jako první následuje přepočítání jmenovitého proudu generátoru na sekundární stranu proudového transformátoru:

$$I_{Nsec} = 800 \text{ A} \times 5 / 1000 = 4 \text{ A}$$

Trvale přípustný zpětný proud vztažený na sekundární stranu proudového transformátoru dosahuje:

$$I_{2Ssec} = K_2 \times I_{Nsec} \quad K_2 = 12,5 \%$$

$$I_{2Ssec} = 0,125 \times 4 \text{ A} = 0,5 \text{ A}$$

Špičková hodnota I_{2S} zpětných proudů (vztaženo na $I_N = 5 \text{ A}$) může být vypočtena:

$$I_{2S} = 0,5 \text{ A} / 5 \text{ A} = 0,1 (10\%)$$

Časová konstanta T pro výběr vypínací charakteristiky může být vypočítána takto:

$$K_1 = 8 \text{ s} \quad K_2 = 12,5 \%$$

$$T = K_1 / K_2^2 = 8 \text{ s} / 0,125^2 = 512 \text{ s} \approx 500 \text{ s}$$

Pro výstražný stupeň je použito poněkud nižší hodnoty než I_{2S} (na př.: 10 %). Nastavení hodnoty I_{2W} pak bude provedeno takto:

$$I_{2W} = 10 \% \times I_N / \text{převod proudového transformátoru} / I_{Nsec}$$

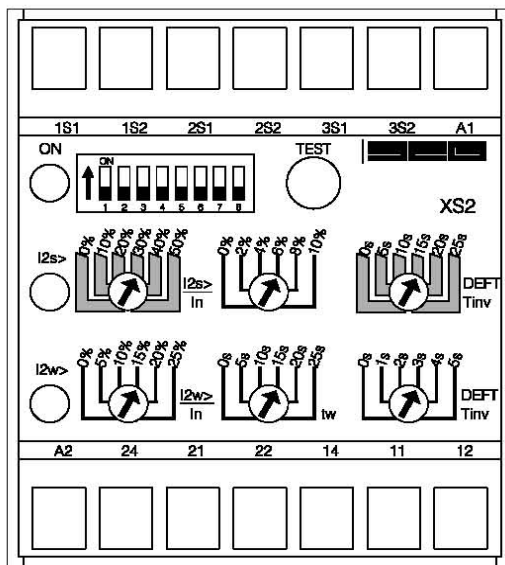
$$I_{2w} = \frac{0,10 \cdot 800 \text{ A}}{\frac{1000}{5} \cdot 4 \text{ A}} = 0,064 \text{ (6,4 \%)}$$

Doporučuje se, aby časové zpoždění t_w pro výstrahu zpětné soustavy bylo nastaveno na zhruba 5 s.

4. Funkce a nastavení

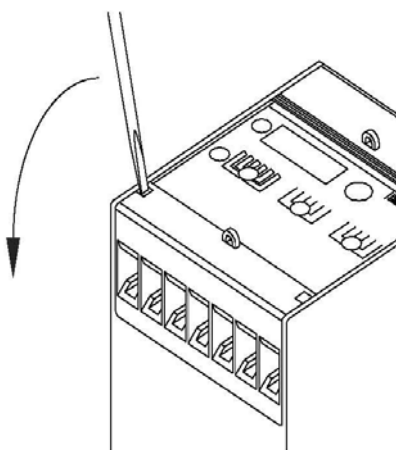
Všechny ovládací prvky potřebné pro nastavení parametrů jsou umístěny na předním panelu XS2, stejně tak i všechny zobrazovací prvky.

Z toho důvodu mohou být všechna nastavení jednotky provedena nebo změněna bez odpojení relé od nosné lišty DIN.



Obr. 4.1 Přední panel relé

Pro nastavení jednotky je třeba otevřít průhledný kryt, jak je zobrazeno. Nepoužívejte síly! Průhledný kryt má dvě zásuvky pro štítky.



Obr. 4.2 Otevření průhledného krytu

LED (svítivé diody)

LED "ON" je použita pro zobrazení připravenosti k práci (při připojení pomocného napětí U_v). Svítivé diody I2s> a I2w> signalizují dosažení špičky (blikáním) nebo vypnutí (trvalým svícením) odpovídající funkce.

Zkušební tlačítko

Toto tlačítko se používá pro zkušební vypnutí jednotky a když se stlačí po dobu 5 s, provede se kontrola zařízení (hardware). Obě výstupní relé se vypnou a všechny LED pro vypnutí se rozsvítí.

4.1 Nastavení spínačů DIP

Blok spínačů DIP na přední desce XS2 se používá pro nastavení jmenovitých hodnot a funkčních parametrů:

DIP	Spínač	OFF (vypnut)	ON (zapnut)	Funkce
	1	DEFT	TINV	Přepíná inverzní čas / stanovený čas vypnutí ($I_{2s}>$)
	2			
	3	x1	x 10	časový násobič pro charakteristiku DEFT ($I_{2s}>$)
	4	x 10	x 100	časový násobič pro charakteristiku INV ($I_{2s}>$)
	5	x 1	x 10	časový násobič pro t_w ($I_{2w}>$)
	6	50 Hz	60 Hz	jmenovitý kmitočet
	7			
	8			

Tabulka 4.1 Funkce spínačů DIP

Vypínací charakteristika

Vypínací charakteristika vyvolaná ochranou proti proudové nesouměrnosti, může být nastavena použitím:

spínač DIP - 1:

spínač DIP 1 OFF (vypnut) = charakteristika se stanoveným časem (DEFT) se zvoleným $I_{2s}>$

spínač DIP 1 ON (zapnut) = časově inverzní charakteristika (INV) se zvoleným $I_{2s}>$

Jmenovitý kmitočet

Pomocí spínače DIP 6 je možno nastavit jmenovitý kmitočet na 50 nebo 60 Hz podle dané sítě.

4.2 Nastavení vypínacích hodnot

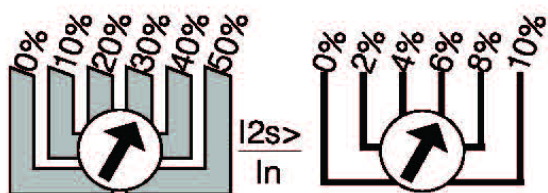
Jednotky PROFESSIONAL LINE mají jedinečnou schopnost velmi přesného a jemného nastavení. K tomu jsou použity dva potenciometry. Potenciometrem pro hrubé nastavení lze nastavit jednotlivé stupně po 10 %. Druhým potenciometrem s jemným nastavením lze plynule nastavit konečných 0 - 10 %. Součet těchto dvou hodnot dává přesnou vypínací hodnotu.

Prvek zpětného proudu $I_{2s}>$

Vypínací hodnota $I_{2s}>$ může být nastavena v rozsahu 3 - 60 % pomocí potenciometru zobrazeného v následujícím schématu.

Příklad:

Je třeba nastavit vypínací hodnotu 36 % I_n . K hodnotě na potenciometru pro hrubé nastavení se připočítá hodnota na pravém potenciometru. (Šipka na potenciometru pro hrubé nastavení musí směřovat doprostřed vyznačeného pásu, jinak není nastavená hodnota určena).



Obr. 4.3 Příklad nastavení potenciometrů

Výstraha zpětného proudu

Prvek zpětného proudu $I_{2w>}$ je plynule proměnný a může být nastaven v rozsahu 3 - 25 % I_n .

Časové zpoždění (DEFT) nebo (INV)

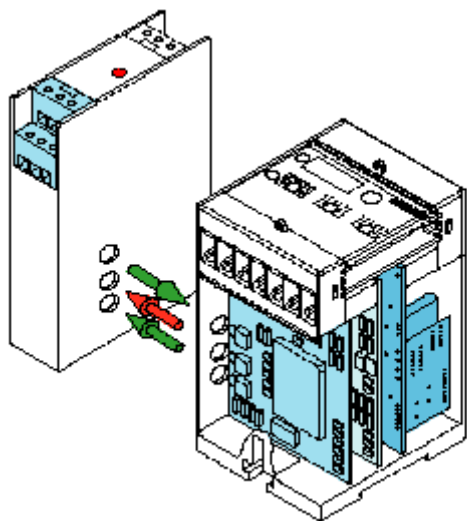
Časové zpoždění vypínání nesouměrného proudu $I_{2s>}$ (spínač DIP 1 OFF = DEFT) může být nastaveno plynule v rozsahu 0 - 30 s nebo 0 - 300 s. Pro časově inverzní charakteristiku (spínač DIP-1 ON (zapnut) = INV) je časová konstanta generátoru nastavitelná v rozsahu 100 - 300 s nebo 100 - 3000 s.

Časové zpoždění t_w

Časové zpoždění pro výstrahu proudové nesouměrnosti $I_{2w>}$ může být nastaveno v rozsahu 0 - 25 s nebo 0 - 250 s.

Vypínací charakteristika má vždy určený čas.

4.3 Komunikace pomocí adaptéru sériového rozhraní XRS1



Obr. 4.4 Princip komunikace

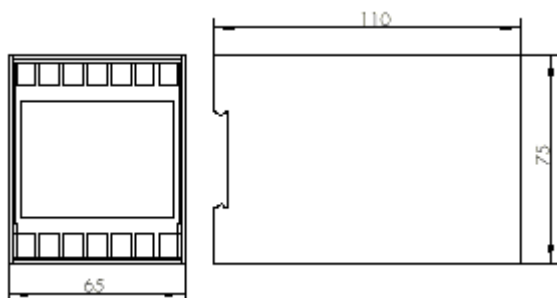
Pro komunikaci mezi jednotkami a vyšším řídicím systémem je k dispozici adaptér XRS1 pro přenos dat včetně operačního software pro naše relé. Tento adaptér je možno dodatečně připevnit k boční straně relé. Šroubové svorky usnadňují jeho instalaci. Optický přenos umožňuje galvanickou izolaci adaptéru vůči relé. Pomocí software je možno zpracovat měřené hodnoty, nastavit parametry relé a ochranné funkce naprogramované na výstupních relé. Podrobné informace o XRS1 lze získat z popisu dotyčné jednotky.

5. Skříň relé a technické údaje

5.1 Skříň relé

Relé XS2 je navrženo pro upevnění na lištu DIN podle DIN EN 50022, stejně tak jako všechny relé řady PROFESSIONAL LINE.

Přední panel relé je chráněn těsnícím průhledným krytem (IP40).



Obr. 5.1 Rozměrový náčrtek

Připojovací svorky
Je možno připojit vodiče až do průřezu $2 \times 2,5$ mm². Přitom se musí sejmut ochranný kryt (viz obr. 4.2).

5.2 Technické údaje

Vstupní měřicí obvody

Jmenovitý kmitočet fn: 50/60 Hz

Tepelná odolnost v proudových obvodech:

musí vydržet půl vlny	250 x I _n
po dobu 1 s	100 x I _n
po dobu 10 s	30 x I _n
trvale	4 x I _n

Příkon	při I _n = 1 A	0.1 VA
v proudovém obvodu :	při I _n = 5 A	0.1 VA

Pomocné napětí

Jmenovité pomocné napětí U_v/ příkon: 19 - 390 V DC nebo 36 - 275 V AC / 4 W (svorky A1 a A2)

Maximální přípustné přerušení pomocného napětí t_U: U_v = 24 V DC : t_U = 8 ms, U_v = 48 V DC : t_U = 35 ms, U_v > 60 V DC : t_U = 50 ms

Obecné údaje

Poměr poklesu ke špičce:	< 97 %
Čas zotavení po špičce:	< 50 ms
Čas znovuzapnutí:	200 ms
Minimální čas inicializace po zapnutí napájecího napětí:	120 ms
Minimální čas odezvy při napájecím napětí:	70 ms

Výstupní relé

Počet relé:	2
Kontakty:	1 přepínací kontakt pro každé vypínací relé
Maximální vypínací schopnost:	ohmická 1250 VA / AC resp. 120 W / DC induktivní 500VA / AC resp. 75 W / DC

Max. jmenovité napětí:	250 V AC 220 V DC ohmické zatížení, I _{max.} = 0,2 A induktivní zatížení, I _{max.} = 0,1 A při L/R ≤ 50 ms
------------------------	--

24 V DC induktivní zatížení, I_{max.} = 5 A

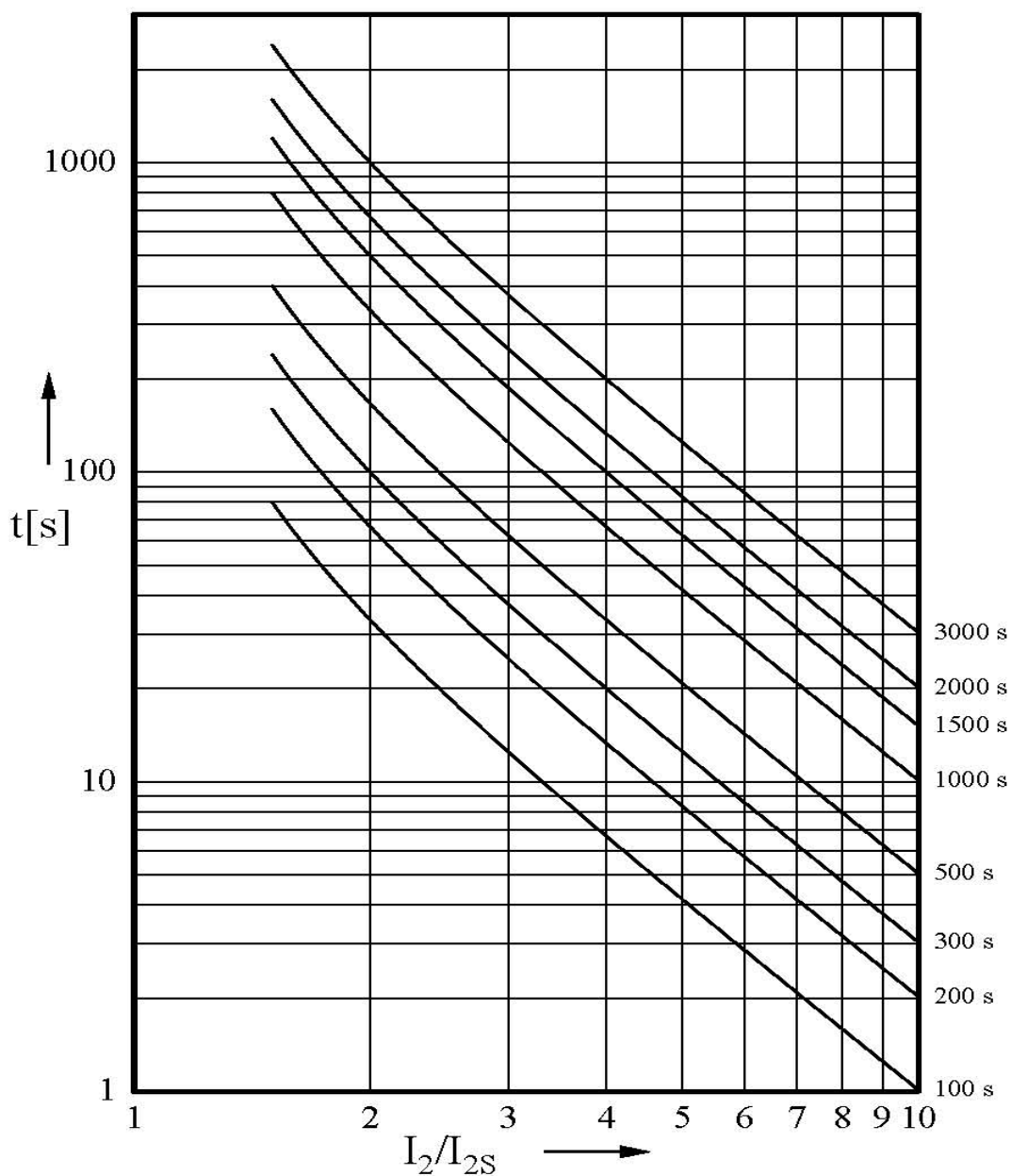
Minimální zatížení:	1 W / 1 VA při U _{min} ≥ 10 V
Maximální jmenovitý proud:	5 A
Pracovní proud (16ms):	20 A
Životnost kontaktů:	10 ⁵ sepnutí při max. vypínacím proudu
Materiál kontaktů:	AgCdO
Údaje systému	
Norma pro návrh:	VDE 0435 T303; IEC 0801 část 1-4; VDE 0160; IEC 255-4; BS142; VDE 0871
Rozsah teplot pro skladování a pro práci:	- 25°C až + 70°C
Stálé podnebí třídy F podle DIN 40040 a DIN IEC 68, část 2-3:	více než 56 dní při 40°C a 95 % relativní vlhkosti
Zkouška vysokým napětím podle VDE 0435, část 303	
Zkouška přiloženým napětím:	2,5 kV (ef.) / 50 Hz; 1 min
Zkouška napěťovým rázem:	5 kV; 1.2/50 μs, 0.5 J
Zkouška vysokou frekvencí:	2,5 kV / 1 MHz
Elektrostatický výboj (ESD) podle IEC 0801, část 2:	8 kV
Zkouška na vyzářené elektromagnetické pole podle IEC 0801, část 3:	10 V/m
Rychlý přechodný stav (skok) podle IEC 0801, část 4:	4 kV / 2,5 kHz, 15 ms
Zkouška omezení rádiového rušení podle DIN 57871 a VDE 0871:	mezí hodnota třídy A
Přesnost opakování:	1 %
Přesnost základního časového zpoždění:	0,5 % nebo ± 25 ms
Základní přesnost proudu:	2 % I _n
Přesnost časového zpoždění:	3 % DEFT / 7,5 % INV / nebo ± 30 ms
Přechodný překmit při okamžité operaci:	≤ 5 %
Vliv teploty:	0,02 % na K
Vliv kmitočtu:	3 % na K - odchylka od jmenovité hodnoty
Mechanická zkouška:	
Náraz:	třída 1 podle DIN IEC 255-21-2
Vibrace:	třída 1 podle DIN IEC 255-21-1
Stupeň ochrany	
Přední deska:	IP40 při zavřeném předním krytu
Váha:	přibližně 0,5 kg
Montážní poloha:	libovolná
Materiál skříně relé:	samozhášivý

Parametr	Rozsah nastavení	Odstupňování
I_{2s}	3 - 60 % I_n	Plynule proměnné
I_{2w}	3 - 25 % I_n	Plynule proměnné
DEFT / INV	0 - 30 s / 0 - 300 s 100 - 300 s / 100 - 3000 s	Plynule proměnné
t_w	0 - 25 s / 0 - 250 s	plynule proměnné

Tabulka 5.2 Rozsahy nastavení a odstupňování

Technické údaje podléhají změnám bez oznámení!

5.3 Vypínací charakteristika



Obr. 5.2 Vypínací charakteristika

Seznam nastavení XS2

Projekt: _____ Práce SEG č. _____

Funkční skupina: _____ Umístění: _____ Kód relé: _____

Funkce relé: _____ Datum: _____

Nastavení parametrů

Funkce		Jednotka	Standartní nastavení	Skutečné nastavení
I2s>	Vypnutí zpětné soustavy	% In	0	
I2w>	Výstraha zpětné soustavy	% In	3	
t DEFT/INV	Zpoždění vypnutí	s	0	

Spínač DIP	Funkce	Standartní nastavení	Skutečné nastavení
1	Přepínání inverzní čas /stanovený čas vypnutí (I2s>)	DEFT	
2			
3	čas. násobitel pro charakteristiku DEFT (I2s>)	x 1	
4	čas. násobitel pro charakteristiku INV (I2s>)	x 10	
5	čas. násobitel pro tw (I2w>)	x 1	
6	jmenovitý kmitočet	50 Hz	
7			
8			

Původní manuál v anglickém jazyce naleznete na:

<http://search.woodward.com/PDF/IC/DOK-TD-XS2E.pdf>



AvK Generátory s.r.o.
Benátky 1891
755 01 Vsetín

tel : +420 571 413 322, fax : +420 571 413 322
e-mail: kujal@woodward-seg.cz
www.woodward-seg.cz

Woodward SEG GmbH & Co.KG
Krefelder Weg 47
D-47906 Kempen
Deutschland