

■ Vlastnosti

- ochrana umožňuje rychlý odečet fázových proudů, proudu I_0 , proudovou nesymetrii vyjádřenou poměrem $\Delta I / I_{max}$, oteplení motoru a stupeň oteplení rotoru,
- v ochraně je možno indikovat popudy všech ochran, což je velmi výhodné při činnosti ochrany s časovým zpožděním,
- působení libovolné ochrany nebo skupiny ochran je signalizováno červenou LED diodou, zmáčknutím dvou tlačítek současně / ESC a MENU / lze odečíst působení jednotlivých druhů ochran a provést rychlý návrat do hlavního MENU,
- programová sekvence „TEST“ umožňuje dokonalou kontrolu vnějších obvodů, lze testovat jednotlivé ochrany samostatně,
- registrátor / zapisovač / událostí umožňuje :

- rychlý odečet parametrů rozběhu motoru / proud, čas / i správnost nastavení ochran
- „kontrola rozběhu“,
- datum, čas i proud tekoucí po dobu působení jednotlivých ochran,
- datum a čas ukončení změn nastavení ochran



■ Popis jednotlivých ochran

1 - Nadproudová ochrana mžiková $I>>$, nadproudová ochrana s časovým zpožděním $I>$ - ochrany před mezifázovými zkraty :

v okamžiku zapnutí motoru se objeví náraz rozběhového proudu I_{roz} , který vyžaduje, aby mžiková nadproudová ochrana $I>>$ byla nastavena na hodnotu vyšší, např. $12 I_n$ motoru.

Tak vysoké nastavení může způsobit ztrátu selektivity působení ochran. Aby k tomu nedošlo je instalována dodatečně nadproudová ochrana $I>$ s časovým zpožděním $t>$. Doporučuje se, aby zpoždění této ochrany $I>$ bylo cca 100 ms a popudový proud byl 1,2-násobek „ustáleného rozběhového“ proudu motoru. Rozsah nastavení obou ochran je v rozmezí 2 až $20 I_r$, ne více jak 100 A.

Z důvodu vyloučení chybných působení ochrany při jmenovitém sekundárním proudu motoru I_{ns} se doporučuje nastavit „pracovní“ proud ochrany I_r na hodnotu (1,02 - 1,1) I_{ns} .

Rozsah nastavení časového zpoždění $t>$ je v rozmezí 0 až 500 ms. Velké hodnoty proudů umožňují použití ochrany $I>$ i u transformátorů.

2 - Nadproudová ochrana s časovým zpožděním $I_t>$:

Rozsah nastavení proudu ochrany $I_t>$ je v rozmezí 0,4 až $20 I_r$, rozsah nastavení časového zpoždění $t_t>$ je v rozmezí 1 s až 300 s. Ochrana $I_t>$ je určena pro signalizaci překročení nastavené hodnoty proudu, v systémech „automatic“ může být použita např. pro řízení pohonu transportéru nebo zapnutí přídatných zařízení při paralelní spolupráci. Při aplikaci u transformátorů chrání před vnějšími zkraty.

3 - Podproudová ochrana s časovým zpožděním $I_t<$:

Rozsah nastavení proudu ochrany $I_t<$ je v rozmezí 0 až $5 I_r$, rozsah nastavení časového zpoždění $t_t<$ je v rozmezí 1 min až 60 min. Ochrana $I_t<$ je určena pro technologické účely, obecně se přidává u motorů čerpadel, která nesmí pracovat při chodu naprázdno.

4 – Ochrana „zablokovaného rotoru“ ZR :

Rozsah nastavení proudu ochrany ZR je v rozmezí 0,5 až $4 I_r$, rozsah nastavení časového zpoždění je 1 s až 20 s. Je to nadproudová ochrana blokována po dobu rozběhu.

Rozběh je definován následovně – proud se změní od „nuly“ / jako „nula“ se považuje proud menší než $0,1 I_r$ / do hodnoty větší než $1,5 I_r$; za konec rozběhu se považuje hodnota proudu kdy se sníží pod hodnotu $1,5 I_r$; přestane působit ochrana rotoru „OR“ – kontrola rozběhu a začíná působit ochrana „zablokovaný rotor“ ZR. Ochrana ZR je nastavena na hodnotu cca $2,5 I_r$ a vypíná motor; po ukončení rozběhu se vyznačí takový proud, který odpovídá překročení kritického momentu motoru. Působení ochrany ZR při nastavení časového zpoždění, např. 2 s, je rychlejší než působení ochrany „dlouhého rozběhu“ nebo ochrany „tepelný model“ I_c . Ochrana ZR nedovolí přehřátí motoru kdy je zablokovaný rotor, dále ochrana ZR zajišťuje dodatečnou ochranu při závitovém zkratu v motoru.

5 - Tepelná ochrana / tepelný model / I_c :

Ochrana sestává ze tří „tepelných“ ochran, které spolupracují s tepelným modelem podle vztahu :

$$\Delta\theta \text{ } \% = I / I_{ns}^2 \times T \times 1 - \exp(-T/T) \times 100 \text{ } \%, \quad \text{kde} \quad \begin{array}{ll} I_{ns} & \text{jmenovitý sekundární proud motoru / A /} \\ I & \text{maximální fázový proud motoru / A /} \\ \Delta\theta & \text{oteplení modelu motoru / } \%, \\ T & \text{časová konstanta motoru / min /} \end{array}$$

Pro hodnotu proud $I = I_r$ / nastavená hodnota na ochraně – pracovní proud ochrany / oteplení modelu dosáhne hodnoty 100 % - po dlouhé době zahřívání, která je několikanásobně delší, než stálá časová konstanta motoru T . Hodnoty oteplení je možno pozorovat na displeji nebo na obrazovce PC. Pro oteplení větší než 100% působí ochrana θ_v na vypínání motoru. Dodatečně pro uživatele jsou využitelné další dva „tepelné“ stupně ochrany - θ_s – signalizační stupeň / nastavitelný v rozsahu 50 % až 95 % / a θ_b – blokovací stupeň / blokuje „znovuzapnutí“ motoru, kdy následující rozběh by mohl aktivovat působení vypínacího členu θ_v ; θ_b – blokovací stupeň je nastavitelný v rozsahu 30 % až 95 % /.

Tepelný model „vzorkuje“ oteplení motoru i tehdy, když je proud menší než I_r / prakticky jmenovitý proud motoru /, například po dobu vypnutí motoru / stojící motor /; motor není chlazený a „chladne“ mnohem pomaleji, než při jeho chodu. Pro stojící motor lze časovou konstantu chlazení k-násobně prodloužit, k je v rozmezí 1 až 10. Po výpadku pomocného napájení ochrany si pamatuje „tepelný model“ skutečný tepelný stav motoru, který se uloží do paměti; při obnovení pomocného napájení je pak výchozí stav ten „uložený“. Jestli není oteplení θ_v přiřazeno vypínací funkci / 100 % /, „pracuje“ tepelný model dále až do hodnoty 144 %.

6 - Ochrana kontroly rozběhu OR / $I^2 \times t$ = nastavená hodnota I , N_{stud} / počet dovolených rozběhů ze studeného stavu I , N_{tep} / počet dovolených rozběhů z teplého stavu I :

Jedná se o ochrany rotoru, nastavují se následující funkce :

- doba rozběhu motoru t_{6x} , která odpovídá 6 násobku I_r v rozsahu 1 až 60 s,
- doba regenerace t_{REGEN} / doba blokády / motoru po rozběhu, je doba po které je možno opakovat rozběh, po vyčerpání dovolených rozběhů, v rozsahu 5 až 120 min / doporučená hodnota minimálně 30 min /,
- počet dovolených rozběhů ze studeného stavu N_{stud} , rozsah nastavení 1 až 5,
- počet dovolených rozběhů z teplého stavu N_{tep} , rozsah nastavení 1 až 3,

Ochrana kontroly rozběhu OR kontroluje počet dovolených rozběhů N_{stud} a N_{tep} a působí tak, že každý úspěšný rozběh zvětšuje počet N_{tep} /% / o 100% / N_{tep} a počet N_{stud} /% / o 100% / N_{stud} , přičemž ochrana N_{tep} působí pouze tehdy, kdy oteplení tepelného modelu $\Delta\theta$ se zvětší o 30%. Hodnoty N_{tep} /% / a N_{stud} /% / je možno odečítat na displeji i na obrazovce PC. Tyto ochrany musí působit na výstupní relé, které blokuje „znovuzapnutí“ motoru; po zapůsobení budou blokovat zapnutí motoru po nastavenou blokovací dobu t_{REGEN} .

Ochrana rotoru OR kontroluje dobu rozběhu motoru na základě kontroly vztahu $I^2 \times t$ = nastavená hodnota, což odpovídá měření oteplení, které vzniká v rotoru po dobu rozběhu. Dvojnásobné snížení proudu způsobuje čtyřnásobné prodloužení času. Působení ochrany podle takového vztahu je nezbytné, poněvadž hodnota proudu se mění po dobu rozběhu. V ochraně se nastaví doba odpovídající působení ochrany OR při proudu $6 I_r$, tedy t_{6x} .

Ochrana přestává být v činnosti, když proud motoru bude menší než $1,5 I_r$. Ochrana rotoru OR spolupracuje s ochranou N_{tep} - počet dovolených rozběhů z teplého stavu. Po působení ochrany OR ochrana N_{tep} dosáhne automaticky hodnoty 100% a blokuje možnost zapnutí motoru bez ohledu na nastavení a počet předchozích rozběhů. Následující rozběh by se mohl uskutečnit až po skončení t_{REGEN} .

Působení ochrany lze naprogramovat na některé z pěti výstupních relé. Oteplení $\Delta\theta$ a současně N_{tep} /% / a N_{stud} /% / lze resetovat / kvitovat / a tím skončí blokování zapnutí motoru.

7 - Ochrana proti nesymetrii I_2 :

Ochrana I_2 měří rozdíly mezi maximálním a minimálním fázovým proudem v poměru k maximálnímu proudu. Tento poměr v /% / je nesymetrie, rozsah nastavení nesymetrie je v rozmezí 5 až 90 %, časové zpoždění 1 až 60 s. Ochrana I_2 zapůsobí jestliže je přerušeno vinutí motoru nebo při závitovém zkratu.

8 - Zemní proudová ochrana I_0 :

Rozsah nastavení proudu ochrany I_0 je v rozmezí od 10 mA do 500 mA, rozsah nastavení časového zpoždění ochrany I_0 je v rozmezí 0,05 s do 10 s. Ochrana obsahuje filtr zajišťující selektivní působení i při oboukóvých zkratech. Nesměrová zemní ochrana na indikaci zemního spojení $I_0 >$ indikuje zemní spojení ve vinutí motoru a v jeho přívodu.

Nastavení členu $I_0 >$ dáno velikostí zemního proudu motoru a zemního proudu sítě V_n do které je motor připojen. Nastavení lze vhodně realizovat pokud je poměr zemních proudů cca 1 : 3 nebo větší, jinak je zapotřebí směrová zemní ochrana nebo zemní ochrana na admitančních principech.

9 - Technologické ochrany B1,B2,B3,B4 – „binární“ vstupy :

Tyto „ochrany“ jsou určeny pro ochranné funkce, technologické funkce, případně pro funkce modulů automatiky. Působení těchto „ochran“ je realizováno pomocí binárních vstupů a po nastaveném čase lze působit na zvolené výstupní relé. Všechna působení jsou zapisována v registrátoru událostí / historie událostí / a současně na displeji jako působení ochrany.

Pro „ochrany“ B1 a B2 lze nastavit časové zpoždění od 1 s do 300 s. V automatikách jich lze použít pro zapnutí nebo vypnutí skupiny motorů s dodržением předepsaného postupu.

Pro „ochrany“ B3 a B4 lze nastavit časové zpoždění od 0 ms do 300 ms. Nejčastěji jsou „ochrany“ použity pro vypnutí motorů impulsem od společné podpěťové ochrany nebo od teplotních čidel. Při použití ochrany pro chránění transformátorů se využívají vstupy B3 a B4 pro působení plynových ochrany / Buchholz /.

■ Obsluha klávesnice

Pro obsluhu ochrany z klávesnice jsou použita 4 tlačítka – ESC,+,-,MENU. Struktura programu je založena „smyčkách“. **Po obvodu smyček se lze pohybovat jen v jednom směru pomocí tlačítka ESC. Přechod do jiných smyček se realizuje tlačítkem MENU.**

Program začíná ve smyčce „měření“, kde je i nabídka „hlavní menu“, vstup do hlavní smyčky se provede tlačítkem MENU, z hlavní smyčky do smyčky „měření“ lze přejít tlačítkem ESC.

Z hlavní smyčky lze přejít do následujících smyček:

HISTORIE událostí,
RESET tepelného modelu,
TEST vstupů a výstupů,
DATA / DATUM, ČAS /,
EDITACE parametrů,
PROHLÍŽENÍ parametrů,

Funkce tlačítek :

„+“ a „-“	zvětšuje a zmenšuje nastavení parametrů, posouvá registrátor, prohlíží ochrany,
„MENU“	umožňuje přechod do nové smyčky, posouvá kurzor při nastavování hodnot, potvrzuje heslo, provádí TEST, „resetuje“ / nuluje / oteplení modelu, potvrzuje nastavení,
„ESC“	umožňuje přechod na následující pozici uvnitř smyčky,

Jestliže se nacházíme v „EDITACI parametrů“ a provedeme potřebné změny, pro potvrzení změny je z nabídky Zapis MENU/Ignore ESC zapotřebí zmáčknout variantu MENU.

Základní rozsah ovládání obsluhy:

Zelená LED dioda označuje správnou činnost ochrany / ochrana je READY /, červená LED dioda označuje působení jedné nebo několika ochrany. Pro rychlou orientaci, které ochrany působily zmáčknou se současně tlačítka ESC a MENU – na displeji se objeví symboly ochrany u kterých došlo k působení. Stiskem tlačítka ESC se provede návrat na informaci měření proudu ve fázi L1 – IL1. popsáním způsobem lze provést návrat z libovolné pozice menu / programu / na počátek. Opětovné zmáčknutí tlačítka ESC a MENU nabízí informaci o aktuálním působení ochrany. Potvrzená informace o působení ochrany je dostupná v registrátoru událostí. V normálním provozu lze odečítat měřené údaje postupně tlačítkem ESC.

Jestliže dojde k poškození ochrany pak relé pro kontrolu napětí spíná klidový kontakt a dioda pro kontrolu napájení svítí červeně.

■ Technické parametry:

Pomocné napětí U_n univerzální zdroj AC,DC
 Spotřeba 6 W
 Dovolena teplota okolí $+5^\circ\text{C} + 40^\circ\text{C}$

Nastavení pracovního proudu I_r 1,0 až 7,5 A

Nadproudová ochrana, mžiková $I>>$

Popudový proud $I>>$ $2 \div 20 I_r$
 časové zpoždění do 20 ms

Nadproudová ochrana s časovým zpožděním $I>$

Popudový proud $I>$ $2 \div 20 I_r$
 časové zpoždění $t>$ $0 \div 500$ ms

Nadproudová ochrana s časovým zpožděním $I_t>$

Popudový proud $I_t>$ $0,4 \div 20 I_r$
 časové zpoždění $t_t>$ $1 \div 300$ s

Podproudová ochrana s časovým zpožděním $I_t<$

Popudový proud $I_t<$ $0 \div 5 I_r$
 časové zpoždění $t_t<$ 1 až 60 min

Ochrana „zablokovaného rotoru“ ZR :

Popudový proud I $0,5 \div 4 I_r$
 časové zpoždění t $1 \div 20$ s

Tepelná ochrana / tepelný model / I_c :

Blokovací stupeň θ_b $30 \div 90$ %
 Signalizační stupeň θ_s $50 \div 95$ %
 Vypínací stupeň θ_v 100 % - fix

Ochrana kontroly rozběhu OR, Nstud, Ntep :

Doba rozběhu motoru t_{bx} 1 až 60 s,
 Doba regenerace t_{REGEN} 5 až 120 min
 doporučená hodnota minimálně 30 min)
 počet Nstud 1 až 5
 počet Ntep 1 až 3

Ochrana proti nesymetrii I_2 :

Nesymetrie I_{max} $5 \div 90$ %
 časové zpoždění t_2 1 až 60 s

Zemní proudová ochrana I_o :

Popudový proud I_o $10 \div 500$ mA
 časové zpoždění t_o 0,05 až 10 s

Technologické ochrany B1,B2,B3,B4 – „binární“ vstupy :

časové zpoždění B1,B2 1 až 300 s
 časové zpoždění B3,B4 0 až 300 ms

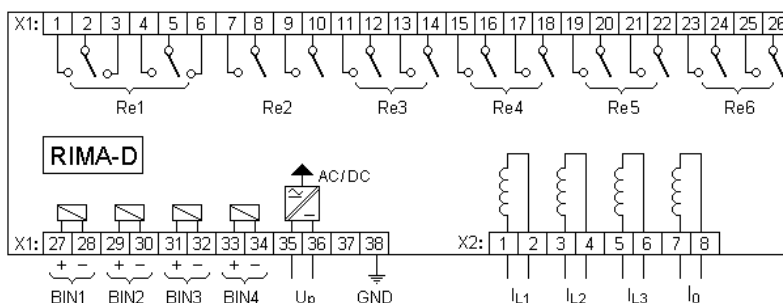
Výstupní relé

typ relé RELFMZPA – 1 x
 počet kontaktů 2P
 trvalý proud 5 A
 typ relé RELEM4 – 5 x
 počet kontaktů 2P
 trvalý proud 5 A

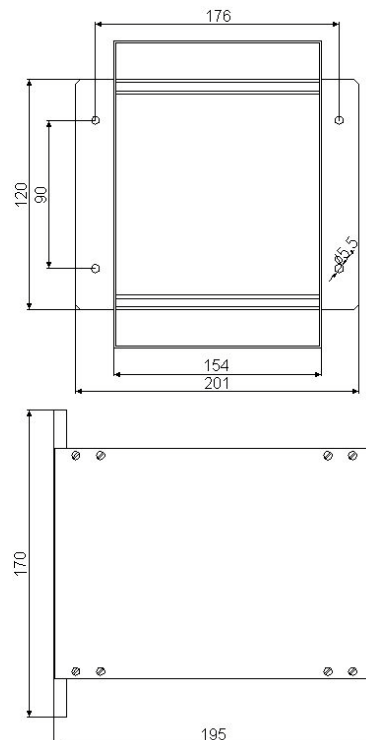
Provedení kovová skříňka
 Krytí IP 40
 Rozměry 175 x 155 x 195 mm
 Váha 1,2 kg

Ochrana RIMA-D vyhovuje testu EMC dle zkušebních předpisů
 ČSN EN 61000-4-2, ČSN EN 61000-4-3, ČSN EN 61000-4-4,
 ČSN EN 61000-4-5 ČSN EN 61000-4-6

■ Schéma zapojení:



■ Základní rozměry:



■ Ovládání ochrany pomocí PC:

