

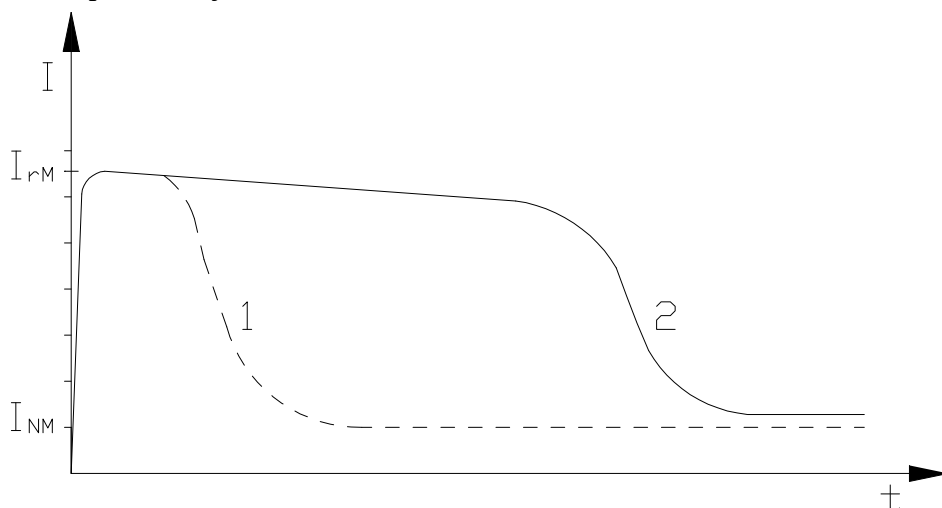
Dokumentacja techniczno-ruchowa		nr AB_02	str. 1/6
		Temat: Rozrusznik gwiazda-trójkąt	

Spis treści:

1	Rozruch bezpośredni	str.1
2	Rozruch za pomocą rozrusznika stycznikowego Y/Δ	str.2
3	Przeznaczenie	str.3
4	Budowa	str.3
5	Schemat połączeń	str.4
6	Zasada działania	str.4
7	Sposób montażu	str.5
8	Parametry techniczne	str.5
9	Dobór aparatów-przykładowe zamówienie	str.6

1. Rozruch bezpośredni.

Wśród silników trójfazowych najbardziej popularne (ze względu na koszt produkcji, prostą budowę i niezawodność) to silniki indukcyjne klatkowe. Są one uruchamiane najczęściej poprzez rozruch bezpośredni (uzwojenie silnika połączone w trójkąt). Podczas takiego rozruchu jeszcze przy nieruchomym wirniku silnik pobiera z sieci bardzo duży prąd rozruchowy, natomiast moment rozruchowy w tym czasie się nie zwiększa. Współczynnik krotności prądów rozruchowych $k_F = I_{rM}/I_{NM}$ dla silników indukcyjnych klatkowych zawiera się w przedziale od 4 do 8. W zależności od rodzaju rozruchu (ciężki, lekki) nie zwiększa nam się wartość prądu rozruchowego I_{rM} a jedynie czas rozruchu (rys.1). Czas rozruchu zawiera się w przedziale od dziesiątych sekundy -przy rozruchach lekkich (silniki startujące bez obciążenia często małej mocy np. zasilające pompy czy wentylatory) do kilkunastu, rzadziej kilkudziesięciu sekund przy rozruchach ciężkich (silniki startujące pod obciążeniem często dużej mocy np. zasilające zasypane młyny). Duże prądy rozruchowe i długie czasy rozruchów powodują znaczne spadki napięć w sieci oraz co się z tym wiąże zakłócenia w sieci. Dlatego niektóre z norm ograniczają moce silników indukcyjnych klatkowych (np. do 5,5kW), które mogą być łączone bezpośrednio do sieci publicznej.



Rys.1. Przebieg prądu rozruchowego silnika indukcyjnego klatkowego przy rozruchu bezpośrednim. 1-rozruch lekki, 2-rozruch ciężki.

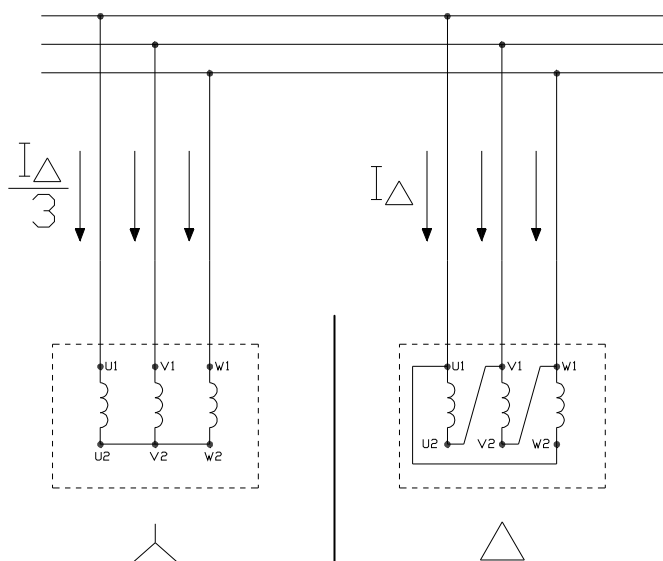


Temat:

Rozrusznik gwiazda-trójkąt

2. Rozruch za pomocą rozrusznika stycznikowego Y/Δ.

Przełącznik Y/Δ stosujemy w celu ograniczenia prądów rozruchowych silników indukcyjnych klatkowych przez zmniejszenie napięcia na zaciskach uzwojeń stojana (zamiast napięcia przewodowego podajemy napięcie fazowe). W pierwszej fazie rozruchu uzwojenie połączone jest w gwiazdę, następnie zostaje przełączone w trójkąt. Z poniższych zestawień wynika, iż zastosowanie rozrusznika Y/Δ zmniejsza trzykrotnie prąd rozruchowy silnika a co za tym idzie również trzykrotnie moment rozruchowy.



Rys.2. Łączenie uzwojeń tego samego silnika do sieci 3-fazowej. Połączenie w gwiazdę-Y, połączenie w trójkąt-Δ

$$U_f = \frac{U_p}{\sqrt{3}}$$

$$I_f = I_p = \frac{U_f}{Z_f} = \frac{U_p}{\sqrt{3} \times Z_f}$$

$$U_f = U_p$$

$$I_p = \sqrt{3} \times I_f = \sqrt{3} \times \frac{U_p}{Z_f}$$

$$\frac{I_{pY}}{I_{p\Delta}} = \frac{U_p}{\sqrt{3} \times Z_f} \times \frac{Z_f}{\sqrt{3} \times U_p} = \frac{1}{3}$$

$$P_Y = 3 \times U_f \times I_f \times \eta \times \cos \varphi$$

$$P_Y = 3 \times \frac{U_p}{\sqrt{3}} \times \frac{U_p}{\sqrt{3} \times Z_f} \times \eta \times \cos \varphi$$

$$P_Y = \frac{U_p^2}{Z_f} \times \eta \times \cos \varphi$$

$$P_{\Delta} = 3 \times U_f \times I_f \times \eta \times \cos \varphi$$

$$P_{\Delta} = 3 \times U_p \times \frac{U_p}{Z_f} \times \eta \times \cos \varphi$$

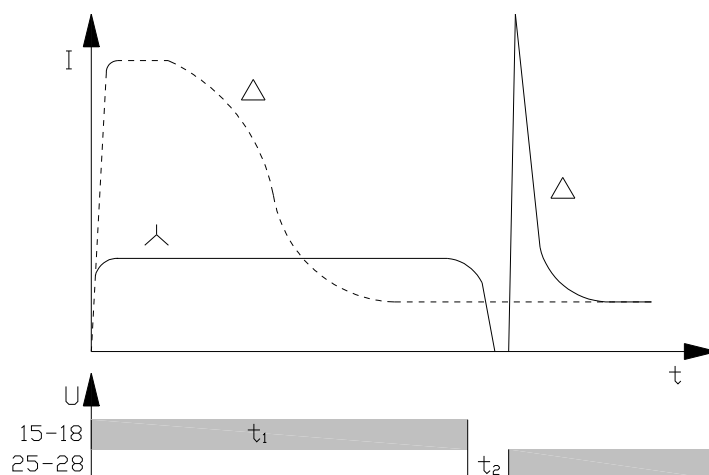
$$P_{\Delta} = 3 \times \frac{U_p^2}{Z_f} \times \eta \times \cos \varphi$$

$$\frac{P_Y}{P_{\Delta}} = \frac{1}{3} \quad \text{jesli } (P = M \times \omega) \quad \text{to} \quad \frac{M_Y}{M_{\Delta}} = \frac{1}{3}$$

Dokumentacja techniczno-ruchowa		nr AB_02	str. 3/6
		Temat: Rozrusznik gwiazda-trójkąt	

3. Przeznaczenie.

Przełącznik Y/ Δ zmniejsza trzykrotnie prąd rozruchowy silnika. Stosujemy go w celu zmniejszenia prądu pobieranego z sieci podczas rozruchu (Rys.3). Uzwojenie stojana łączone są w gwiazdę tylko na czas rozruchu. Wówczas spadki napięć w instalacji są trzykrotnie mniejsze niż w przypadku rozruchów bezpośrednich. Ponieważ moment rozruchowy również jest trzykrotnie mniejszy, dlatego rozrusznik stosujemy, gdy rozruch odbywa się przy niewielkim obciążeniu – rozruch lekki. Ponadto rozrusznik stosujemy do uruchamiania silników średnich mocy (15kW) oraz silników, które standardowo podczas ciągłej pracy pracują z uzwojeniami połączonymi w trójkąt.



Rys.3. Przebieg prądu rozruchowego silnika indukcyjnego klatkowego przy rozruchu bezpośrednim i przez rozrusznik Y/ Δ . Oba przebiegi dotyczą tego samego silnika.

4. Budowa.

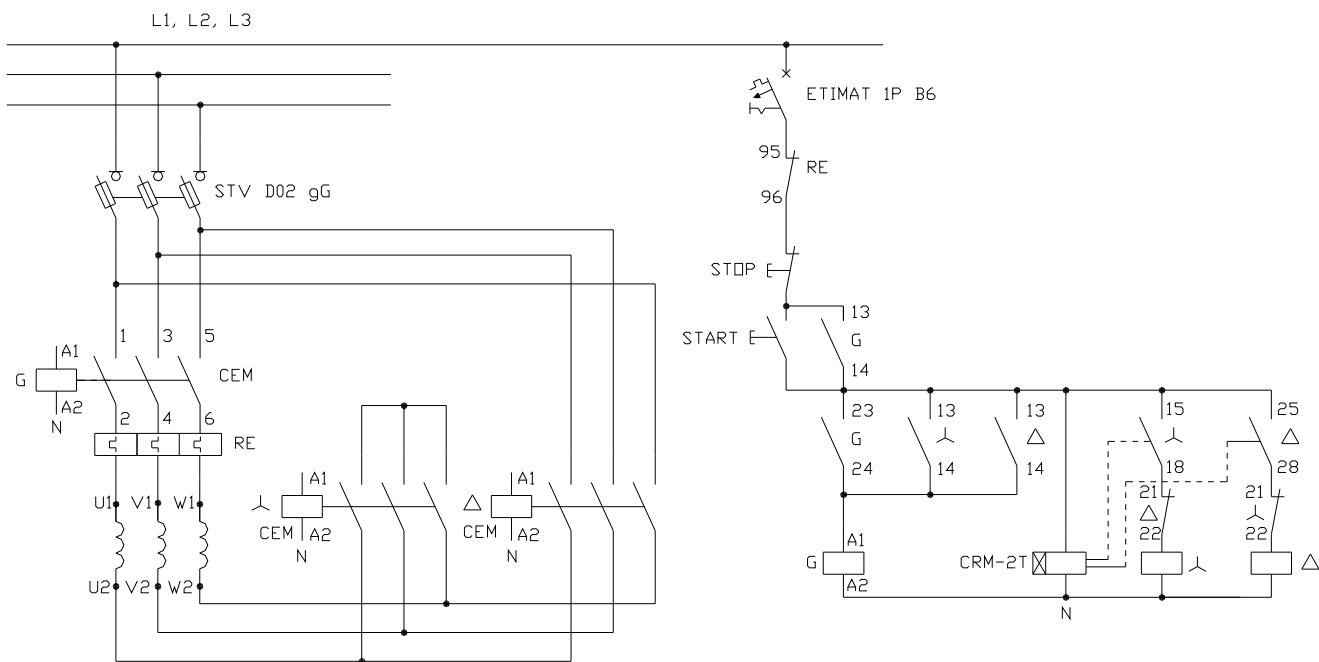
Część prądowa układu składa się z trzech styczników powietrznych CEM dobranych odpowiednio do mocy silnika, rozłącznika z bezpiecznikami STV D02 (LTL dla większych mocy) jako zabezpieczenie zwarciovie silnika oraz przekaźnika termicznego RE jako zabezpieczenie przeciążeniowe. Za pomocą styków pomocniczych rozwiernych realizowana jest tzw. blokada elektryczna która uniemożliwia jednoczesne załączenie dwóch styczników Y i Δ . Sterowanie odbywa się za pomocą przekaźnika czasowego gwiazda-trójkąt CRM-2T. Obwody sterownicze są zabezpieczone wyłącznikiem ETIMAT 10 1P B6.



Temat:

Rozrusznik gwiazda-trójkąt

5. Schemat połączeń.



Rys.4. Schemat samoczynnego rozruchu silnika za pomocą przełącznika stycznikowego Y/Δ oraz przekaźnika CRM-2T

6. Zasada działania.

- 1) po naciśnięciu przycisku START zostaje podane napięcie na cewkę przekaźnika CRM-2T. Zestyk przekaźnika 15-18 zostaje zamknięty i zostaje podane napięcie na cewkę stycznika Y. W tym momencie zostaje stycznik Y się zamyka i zwiera końce uzwojeń silnika U2, V2, W2 łącząc go w gwiazdę. Również w tym czasie zostaje odmierzany czas t_1 -czas rozruchu gwiazdy.
- 2) Jednocześnie zamyka się styk pomocniczy zwierny 13-14 stycznika Y podając napięcie na stycznik G (główny). Stycznik G się zamyka wraz ze stykami pomocniczymi zwiernymi 13-14 i 23-24. Po zwolnieniu przycisku START zasilanie na styczniku G podtrzymują styki 13-14 i 23-24. Silnik startuje.
- 3) Po odmierzaniu czasu t_1 (do kilkunastu sekund) styk 15-18 zostaje rozarty ściągając napięcie z cewki stycznika Y. W tym momencie gwiazda zostaje otwarta.
- 4) Zostaje odmierzany czas t_2 (do 1s.). Po tym czasie styki 25-28 zostają zwarte i napięcie zostaje podane na stycznik Δ. W tym momencie uzwojenie silnika zostało napięte na trójkąt i silnik kontynuuje rozruch (Rys.3).
- 5) Po naciśnięciu przycisku STOP, lub zadziałaniu przekaźnika termicznego RE (styki 95-96), lub zadziałaniu wyłącznika ETIMAT 1P B6 układ powraca w stan początkowy. Przy takim rozwiązaniu po zaniku zasilania i powrocie nie ma możliwości samoczynnego rozruchu. Dopiero świadome załączenie układu przez załogę (przez wciśnięcie przycisku START) spowoduje ponowny rozruch.

Dokumentacja techniczno-ruchowa		nr AB_02	str. 5/6
		Temat: Rozrusznik gwiazda-trójkąt	

UWAGA 1:

Ponieważ prąd znamionowy silnika (jak i pozostałe dane znamionowe) podaje się dla uzwojenia połączanego w trójkąt i jest prądem znamionowym płynącym w gałęziach zasilających silnik (rys.3) to przekaźnik termiczny włącza się w szereg z uzwojeniami silnika z nastawą:

$$I_f = \frac{I_p}{\sqrt{3}} = \frac{I_N}{\sqrt{3}} = 0,58 \times I_N$$

UWAGA 2:

Przełączenie uzwojeń z Y na Δ powinno odbyć się w momencie, kiedy prędkość obrotowa osiągnie wartość bliską znamionowej (wówczas możliwy jest krótki udar prądowy ok. 5ms.). Jeśli przełączenie nastąpiłoby zbyt wcześnie wówczas przebieg czasowy prądu udarowego przyjąłby wartości jak dla uzwojenia połączanego w trójkąt (Rys.3)

7. Sposób montażu.

Wszystkie aparaty w gałęziach sterowniczych można zapiąć na szyny TH-35, natomiast styczniki robocze można zapiąć na szynę TH-35 lub za pomocą wkrętów przymocować do płyty montażowej.

8. Parametry techniczne.

Napięcie znamionowe	2x400/230 V, 50 Hz
Napięcie znamionowe obwodów sterowniczych	230 V, 50 Hz
Moc znamionowa silnika AC3	do 250 kW (w zależności od styczników)
Układ logiczny	przełącznikowo-stycznikowy
Czas rozruchu przy uzwojeniu połączonym w gwiazdę t1	0,1s-100 dni
Zwłoka czasowa między przełączeniem z gwiazdy na trójkąt t2	0,1-1s.
Montaż	na szynie TH-35 lub płycie montażowej
Zakres temperatury pracy	od -20 °C do +50 °C



Temat:

Rozrusznik gwiazda-trójkąt

9. Dobór aparatów -przykładowe zamówienie.

TAB.1

Zestawienie aparatów wraz z nastawą dla rozrusznika Y/Δ dla sieci 3-fazowej 400/230V. Zalecane wkładki o char. aM. Można stosować również wkładki gG (zalecane -podnieść wartość wkładki o 1 stopień)

dane silnika				prąd znam. wkładki		aparaty elektryczne ETI-POLAM									
P	cosφ	η	I _{NM}	I _F		rozłącznik x 1	wkładka bezpiecznikowa x 3	stycznik x 2 (G+Δ)	stycznik x 1 (Y)	przełącznik termiczny	nastawa przek. termicznego	BCXMF10		BCXMF01	
kW	-	%	A	A	szt.							szt.			
1,1	0,83	77	2,49	4	4	VLC 10x38 3p	CH10x38 aM 4A	CEM9.10	CEM9.10	RE27D-1,8	1,45	1	1	2	
1,5	0,83	78	3,36	4	4	VLC 10x38 3p	CH10x38 aM 4A	CEM9.10	CEM9.10	RE27D-2,8	1,95	1	1	2	
2,2	0,83	81	4,74	6	6	VLC 10x38 3p	CH10x38 aM 6A	CEM9.10	CEM9.10	RE27D-4	2,75	1	1	2	
3	0,84	81	6,39	10	10	VLC 10x38 3p	CH10x38 aM 10A	CEM9.10	CEM9.10	RE27D-4	3,71	1	1	2	
4	0,84	82	8,42	10	10	VLC 10x38 3p	CH10x38 aM 10A	CEM9.10	CEM9.10	RE27D-6,3	4,88	1	1	2	
5,5	0,85	83	11,30	16	16	VLC 10x38 3p	CH10x38 aM 16A	CEM9.10	CEM9.10	RE27D-8	6,55	1	1	2	
7,5	0,86	85	14,87	16	16	VLC 10x38 3p	CH10x38 aM 16A	CEM12.10	CEM9.10	RE27D-10	8,62	1	1	2	
11	0,86	87	21,31	25	25	VLC 14x51 3p	CH14x51 aM 25A	CEM18.10	CEM9.10	RE27D-12,5	12,36	1	1	2	
15	0,86	87	29,06	32	32	VLC 14x51 3p	CH14x51 aM 32A	CEM25	CEM12.10	RE27D-17	16,85	3	2	2	
18,5	0,86	88	35,43	40	40	VLC 14x51 3p	CH14x51 aM 40A	CEM25	CEM18.10	RE27D-23	20,55	3	2	2	
22	0,87	89	41,18	50	50	VLC 22x58 3p	CH22x58 aM 50A	CEM25	CEM18.10	RE27D-32	23,88	3	2	2	
30	0,87	90	55,53	63	63	VLC 22x58 3p	CH22x58 aM 63A	CEM40	CEM25	RE67.1D-40	32,21	4	2	2	
37	0,87	90	68,48	80	80	HVL00 3P 3-p SP.70 P	WT-00C/aM 80A K	CEM50	CEM25	RE67.2D-57	39,72	4	2	2	
45	0,88	91	81,44	100	100	HVL00 3P 3-p SP.70 P	WT-00C/aM 100A K	CEM65	CEM32	RE67.2D-57	47,24	4	2	2	
55	0,88	91	99,54	125	125	HVL00 3P 3-p SP.70 P	WT-00/aM 125A	CEM65	CEM40	RE67.2D-63	57,73	4	2	2	
75	0,88	91	135,73	160	160	HVL00 3P 3-p SP.70 P	WT-00/aM 160A	CEM95	CEM50	RE117.1D-97	78,73	4	2	2	
90	0,88	92	161,11	200	200	HVL1 3P M10-M10	WT-1/aM 200A K	CEM105	CEM65	RE117.1D-112	93,44	4	2	2	
110	0,88	92	196,91	200	200	HVL1 3P M10-M10	WT-1/aM 200A K	CEM150E.22	CEM80	RE317.1D-150	114,21	1	1	1	
132	0,88	92	236,3	250	250	HVL1 3P M10-M10	WT-1/aM 250A K	CEM180.22	CEM80	RE317.1D-150	137,05	1	1	1	
160	0,88	93	283,3	315	315	HVL2 3P M10-M10	WT-2/aM 315A K	CEM250.22	CEM105	RE317.1D-215	164,34	1	1	1	
200	0,88	93	354,2	400	400	HVL2 3P M10-M10	WT-2/aM 400A K	CEM250.22	CEM150E.22	RE317.1D-310	205,42	0	0	0	