

Autorzy projektu:

Jerzy Batykowski 132 036

Błażej Cieślowski 132 044

PRZEMYSŁOWE SYSTEMY AUTOMATYKI

Temat Projektu:

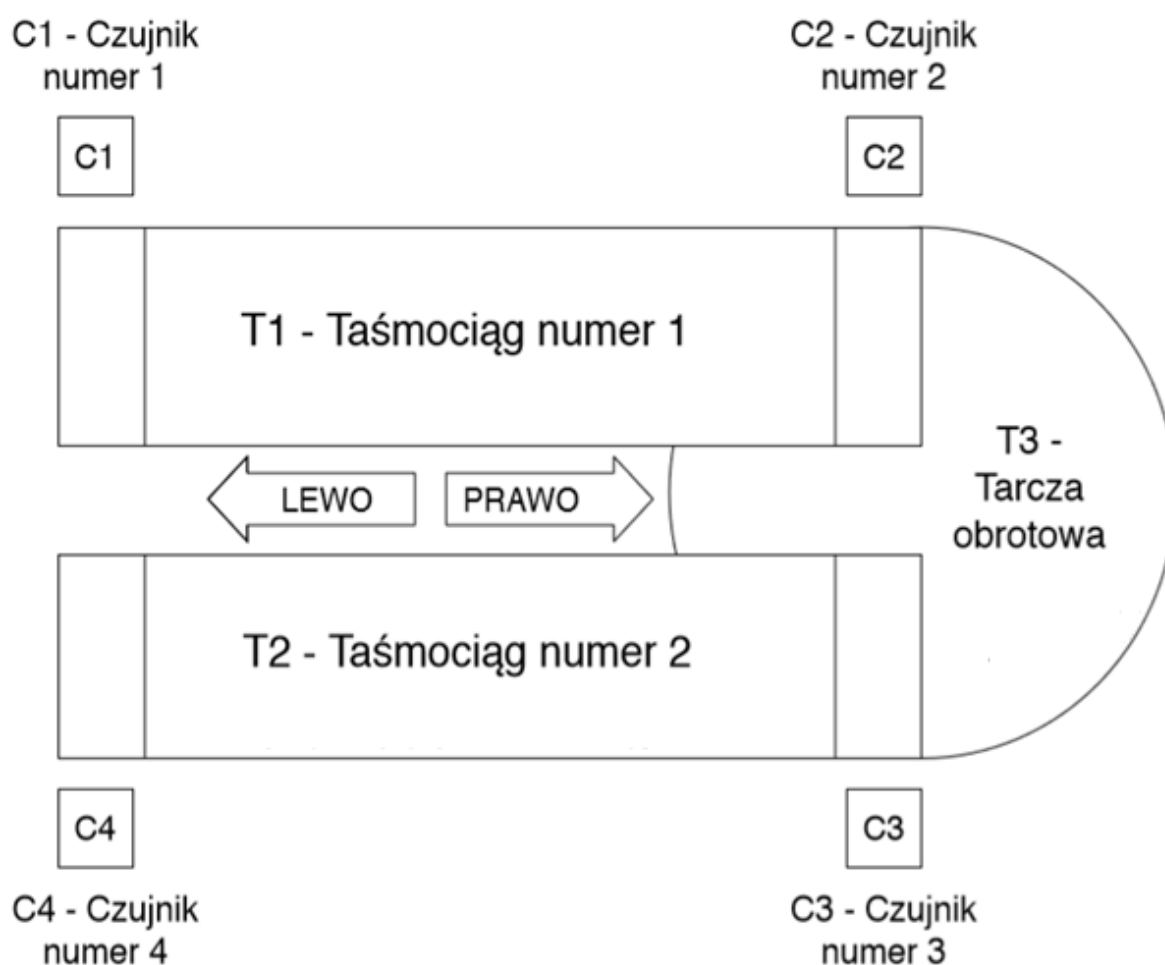
*Sterowanie ruchem wózków na
zakręcie taśmociągu*

Spis treści

- 1. Opis projektu**
- 2. Założenia projektowe**
- 3. Obliczenie wartości zabezpieczeń**
- 4. Algorytm działania układu**
- 5. Spis elementów**
- 6. Widok zewnętrzny szafy**
- 7. Schemat rozmieszczenia elementów w rozdzielnicy**
- 8. Schematy elektryczne**

1. Opis projektu

Zadaniem układu jest sterowanie ruchem wózków przemysłowych o masie ok. 10 kg, poruszających się po dwóch taśmociągach oraz obrotowej tarczy. Wózki mogą poruszać się w dwóch kierunkach. Cały układ posiada zabezpieczenia mechaniczne przed uszkodzeniem wózków oraz wypadnięciem z toru jazdy. Możliwa jest praca zarówno w trybie ręcznym jak i automatycznym. W trybie automatycznym do załączania i wyłączania silników sterujących wykorzystywany jest sygnał z 4 czujników optycznych. Poruszający się obiekt aktywuje kolejne czujniki, powodując załączanie kolejnych taśmociągów lub tarczy. Poza tym czujniki wykorzystywane są do wyłączania silników napędowych tarczy lub taśmociągów, jeżeli po 5 sekundach (lub upływie innego zadanego czasu) nie pojawił się żaden nowy wózek na początku taśmociągu lub tarczy.



Rysunek 1. Schemat toru jazdy taśmociągów z zaznaczonymi czujnikami.

2. Założenia projektowe

- Praca w dwóch trybach – ręcznym i automatycznym w zależności od preferencji operatora
- Ruch systemu taśmociągów i tarczy w jedną lub drugą stronę
- Tryb automatyczny wykorzystujący osobne przełączniki czasowe dla każdego z silników, dzięki czemu w razie awarii jednego, nie jest konieczne wyłączenie całego układu
- Czas zatrzymania się urządzeń w celu oszczędzania energii może być regulowany
- Czujniki wykrywające obiekty wykonane z różnego rodzaju materiałów
- Przejrzysta sygnalizacja stanów pracy poszczególnych elementów systemu transportującego
- Możliwość awaryjnego wyłączenia działania systemu na wypadek niebezpiecznego incydentu
- Szafa elektryczna wykonana zgodnie z normą IP65.

3. Obliczenie wartości zabezpieczeń i przekroju poprzecznego przewodów zasilających

Zabezpieczenia nadprądowe silników:

Wartość prądu zabezpieczenia nadprądowego jest określona poprzez ramy, które wyznacza prąd znamionowy odbiornika oraz maksymalna długotrwała obciążalność prądowa przewodu. Opisuje to zależność:

$$I_0 > I_B > I_z.$$

gdzie:

I_0 – Obciążalność prądowa przewodu.

I_B – Prąd aktywujący zabezpieczenie.

I_z – Prąd znamionowy odbiornika.

W naszym przypadku przyjmujemy $I_0 = 20 \text{ A}$ (zgodnie z normą PN-IEC 60364-5-53:2001) oraz $I_z = 3.75 \text{ A}$, ponieważ tyle będzie wynosił prąd płynący przez najmocniejszy silnik.

Zgodnie z powyższym ustalamy wartość prądu zadziałania zabezpieczenia $I_B = 16 \text{ A}$.

Przewody zasilające dla silników

W celu zapobiegnięcia zniszczenia się izolacji przewodów w wyniku przegrzania, a co za tym idzie ryzyka wypadku, dobieramy odpowiednią grubość przewodów doprowadzających prąd do silników. Odpowiedni bilans cieplny jest zachowany, gdy prąd płynący w żyłę I_B będzie mniejszy od prądu dopuszczalnego długotrwale I_z .

Prąd I_B obliczamy z zależności:
$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot \cos \varphi} = 2.28 \text{ A}$$

gdzie:

P – moc najmocniejszego odbiornika P = 1500 W

U_N – wartość skuteczna międzyfazowego napięcie zasilania równa 400 V

$\cos \varphi$ - współczynnik mocy równy 0.95

Otrzymujemy, że $I_z > 2.28$ A, przez co dobieramy przewód o przekroju $2,5 \text{ mm}^2$, o napięciach znamionowych 450/750 V. Dobrany celowo zapas może w przyszłości umożliwić wymianę silników na mocniejsze.

Dobór przewodu dla całej rozdzielni

Sumując moce silników wykorzystanych do zasilania urządzeń otrzymujemy moc równą 3500 W, która musi zostać dostarczona do rozdzielni. Prąd płynący przez główny kabel będzie wynosił 8.75 A. Biorąc ponownie pod uwagę możliwość dodania silników do układu zgodnie z wcześniejszą normą dobieramy przewód o średnicy 4 mm^2 i maksymalnym obciążeniu prądowym równym 27 A. Dzięki temu przewód nie będzie się również nagrzewał.

Maksymalna długość przewodów zasilających

W celu ponownego zapewnienia zgodności z normą PN-IEC 60364-5-53:2001 określamy maksymalną długość przewodów zasilających tak, aby nie wystąpiły zbyt wysokie spadki napięć – maksymalnie do 5% napięcia zasilania.

a) Długość maksymalna dla pojedynczego silnika:

Zakładając równomierne rozłożenie spadku napięcia dla przewodów szukaną wartość obliczymy za pomocą poniższej zależności:

$$D = \frac{X * K * U * p}{2 * I * 100\%} \approx 386 \text{ m}$$

gdzie:

D - szukana długość przewodów

K – przewodność właściwa miedzi = $58.6 \cdot 10^6 \frac{1}{\Omega \cdot m}$

U – napięcie wejściowe = 400 V

p – pole przekroju poprzeczny = $2,5 \text{ mm}^2$

I – prąd w przewodzie dla najmocniejszego silnika = 3.75 A

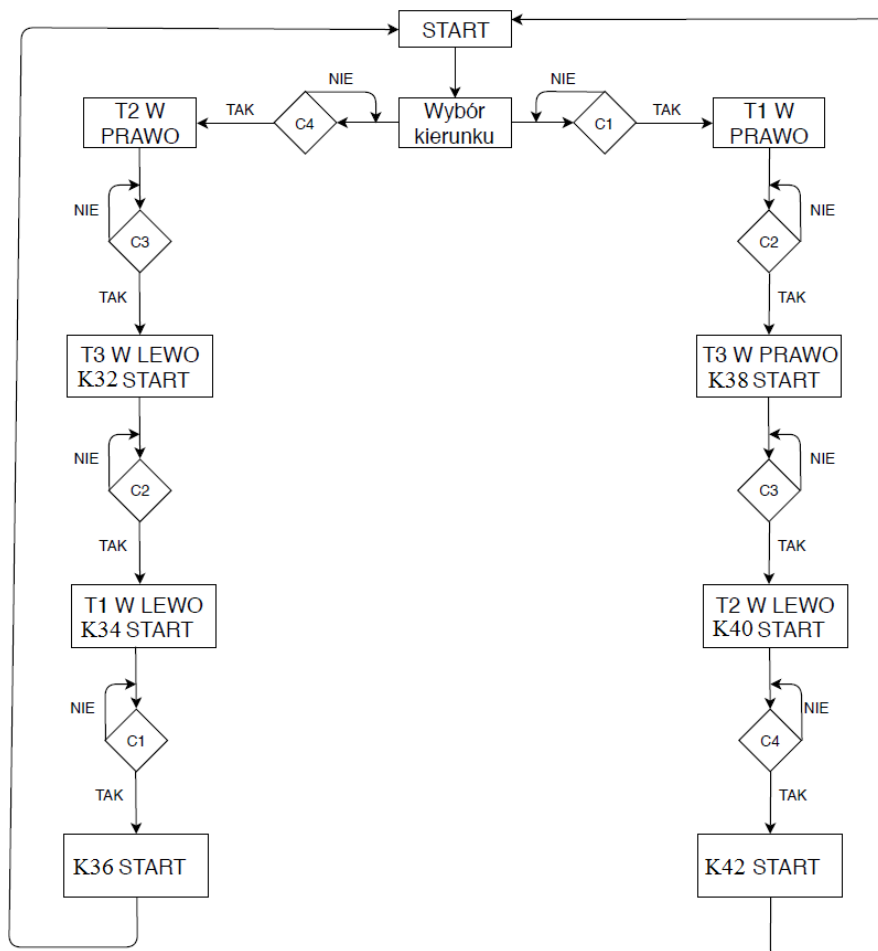
b) Długość maksymalna dla całej rozdzielni:

Korzystając ponownie z powyższej zależności podstawiając wartość prądu dla całej rozdzielni równą $I = 8.75$ A otrzymujemy długość maksymalną przewodu doprowadzającego zasilanie do rozdzielni.

$$D = \frac{X * K * U * p}{2 * I * 100\%} \approx 265 \text{ m}$$

Otrzymane wielkości są bardzo duże i w zupełności wystarczą w zastosowaniu w przemyśle. Dla naszego projektu przyjmujemy wartości odpowiednio 70 m dla głównego przewodu zasilania i 25m dla przewodów zasilających silniki. Elementy sygnalizacyjne oraz przekaźniki z racji niewielkiej mocy zostały pominięte w obliczeniach. W celu ich połączenia wykorzystane zostaną przewody o przekroju 1 mm².

4. Algorytm działania układu



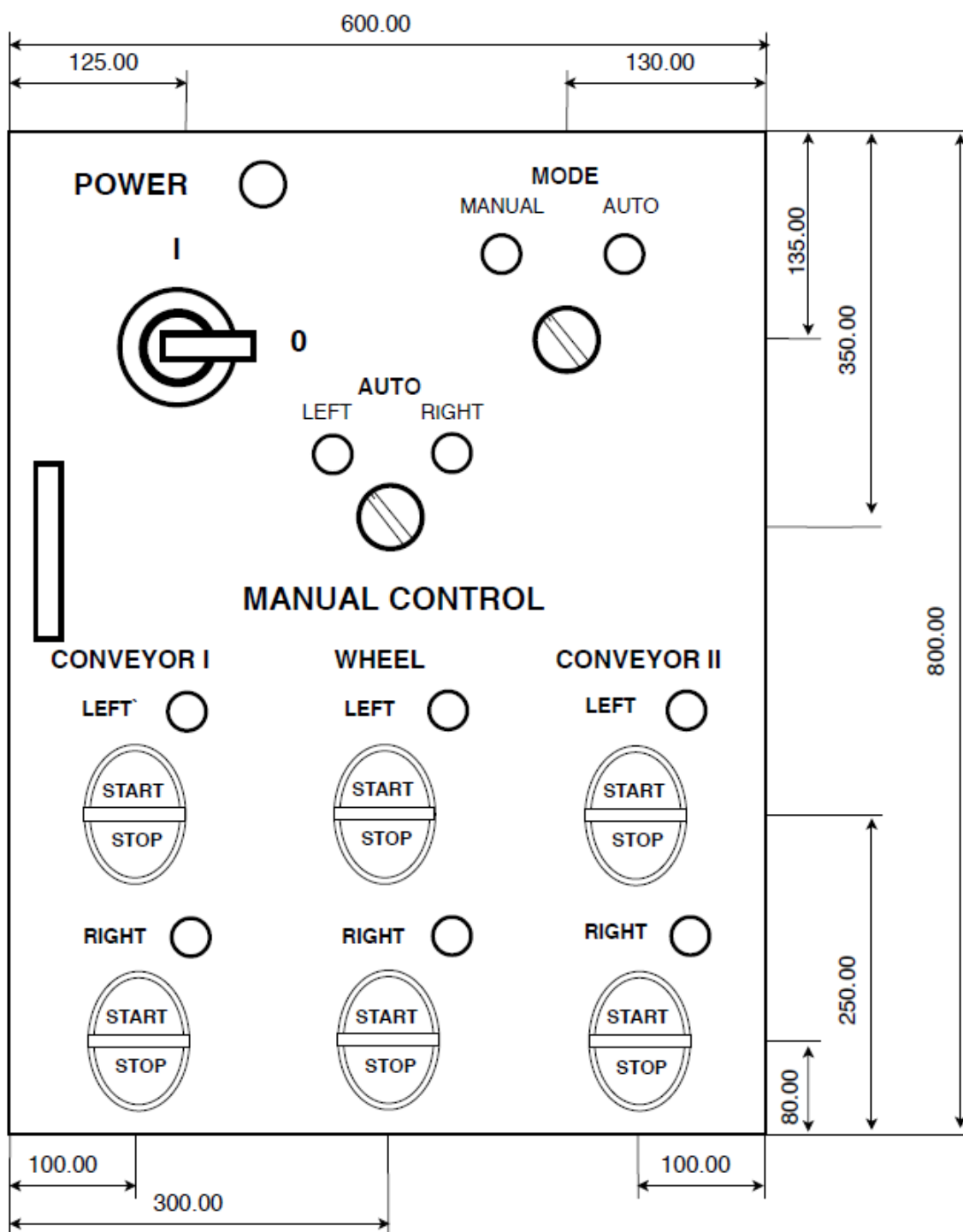
Rysunek 2. Schemat blokowy działania układu sterowania w trybie automatycznym

Zadaniem układu jest sterowanie zgodnie z sekwencją przedstawioną na powyższym schemacie. Na początku wybierany jest tryb pracy przez operatora. W trybie automatycznym należy wybrać kierunek działania, a następnie taśmociągi i tarcza uruchamiają się automatycznie, po wykryciu obecności wózków. Pojawiający się na starcie obiekt aktywuje jeden z taśmociągów co wprawia go w ruch i przesuną ku obrotowej tarczy. Aktywując czujnik optyczny na końcu taśmociągu załącza się obrotowa tarcza oraz przekaźnik czasowy który po czasie 5 sekund wyłączy taśmociąg w przypadku braku pojawienia się kolejnego wózka na starcie. Analogicznie wózek przesuną się do końca sekwencji transportującej aktywując kolejne czujniki. Po czasie 5 sekund od opuszczenia przez ostatni obiekt końcowego taśmociągu cały układ jest w stanie spoczynku aż do następnej aktywacji (o ile nie nastąpiła ona wcześniej). W trybie ręcznym operator wybiera kierunek pracy każdego z elementów za pomocą przycisków sterujących START/STOP znajdujących się na pulpicie sterowniczym. Uniemożliwione jest załączenie urządzeń do pracy jednocześnie w dwie strony.

5. Spis elementów

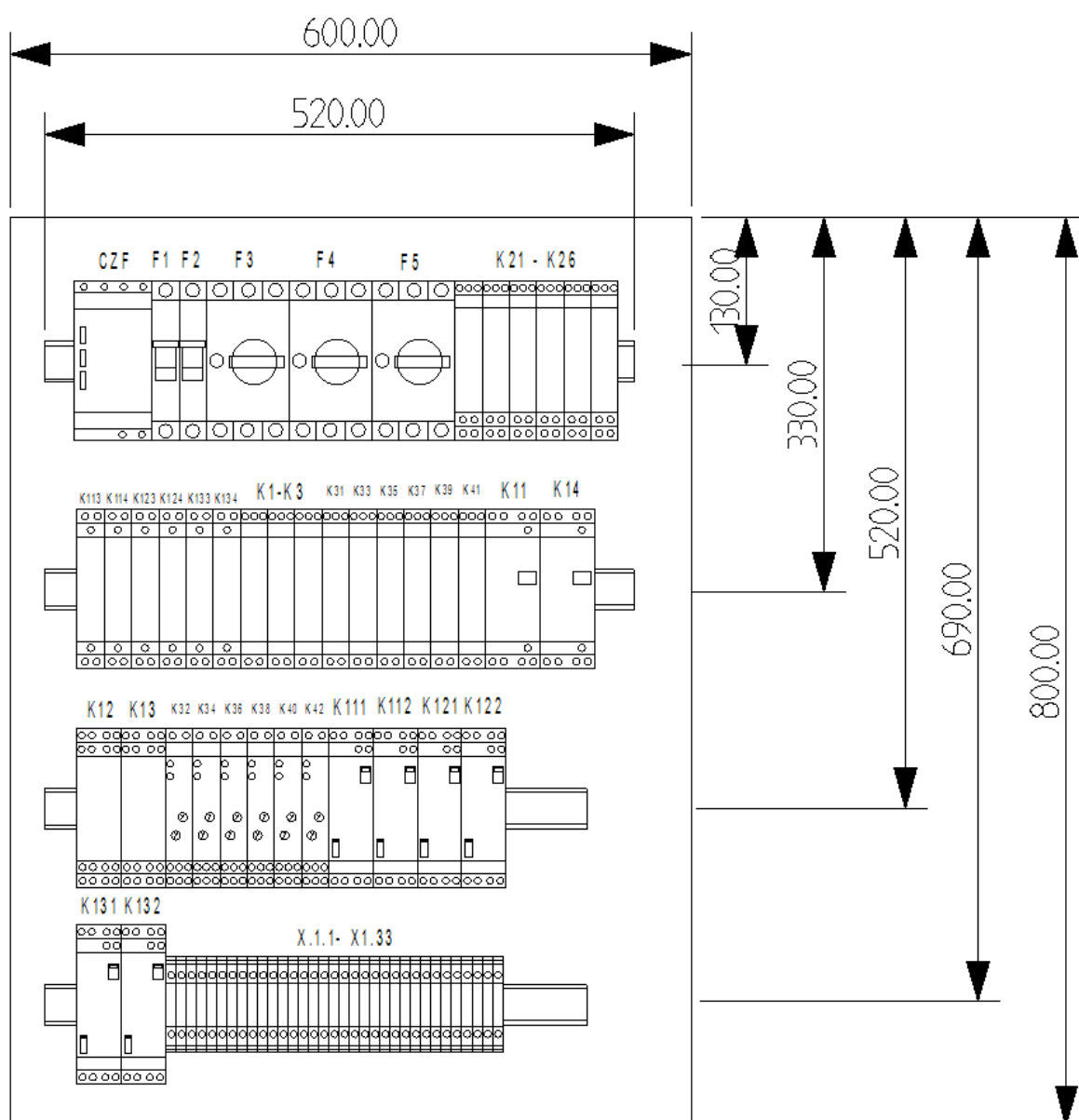
L.p.	Nazwa elementu	Oznaczenie
1.	Silnik elektryczny trójfazowy 1,5 kW (2x)	
2.	Silnik elektryczny trójfazowy 1 kW	
3.	Szafa elektryczna Rittal Kompakt AE 1058.500 (600x800 mm)	
4.	Rozłącznik izolacyjny 3P 32 A SIEMENS 3LD22	S1
5.	Czujnik zaniku i asymetrii faz F&F 10A 1Z 4sek 55V CZF-B	CZF
6.	Wyłącznik nadprądowy EATON 1P B 6A 6kA AC CLS6-B6-Dp (2x)	F1, F2
7.	Wyłącznik silnikowy EATON 3P 7,5 kW PK2M0-16 (3x)	F3, F4, F5
8.	Przełącznik instalacyjny RELPOL 8A 230V AC 2Z RPI-2Z-U24A (6x)	K21-K26
9.	Przełącznik instalacyjny RELPOL 16A 230V AC 1Z RPI-1Z-U24A (9x)	K1, K2, K3, K31, K33, K35, K37, K39, K41
10.	Przełącznik instalacyjny EATON 20A 2Z 2R 230V AC Z-R230/2S2S0 (2x)	K11, K14
11.	Przełącznik instalacyjny EATON 20A 1Z 1R 230V AC Z-RK230/S0 (6x)	K113, K114, K123, K124, K133, K134
12.	Moduł przełącznikowy FINDER 6A 230V AC 4Z 2R 7S.16.8.230.0420 (2x)	K12, K13
13.	Jednofunkcyjny przełącznik czasowy RELPOL 8A 230V 2P RPC-2PE-A230 (6x)	K32, K34, K36, K38, K40, K42
14.	Stycznik modułowy Hager ESC428 25A 3Z 1R 230 V AC (6x)	K111, K112, K121, K122, K131, K132
15.	Czujnik optyczny odbiciowy BEN5M-MFR (4x)	
16.	Przełącznik dwupozycyjny NO + NC Schneider Harmony Xb4BD25 (2x)	S2, S3
17.	Przycisk sterowniczy monostabilny Harmony XB4BA31 zielony (6x)	S11, S13, S15, S17, S19, S21
18.	Przycisk sterowniczy monostabilny Harmony XB4BA42 czerwony (6x)	S12, S14, S16, S18, S20, S22
19.	Lampka sygnalizacyjna 22mm zielona 230V (11x)	
20.	Modułowy zacisk przepustowy PHOENIX CONTACT UT4 3044102 (33x)	X1.1 – X1.33
21.	Szyna montażowa TH35 35x7,5 perforowana 2069 GTPL 1115669 (2m)	
22.	Przewód elektryczny YDY żo 450/750V 4x2,5mm ² (70m)	
23.	Przewód elektryczny YDYp żo 450/750V 5x4mm ² (25m)	

6. Widok zewnętrzny szafy



Rysunek 3. Widok zewnętrzny szafy

7. Schemat rozmieszczenia elementów w rozdzielnicy



Rysunek 4. Schemat rozmieszczenia elementów w rozdzielnicy

8. Schematy elektryczne