

Karol NOWAK\*

## ZASTOSOWANIE PRZEKAŹNIKÓW PROGRAMOWALNYCH W AUTOMATYCE BUDYNKOWEJ

Programowalne sterowniki logiczne PLC to uniwersalne urządzenia mikroprocesorowe przeznaczone do sterowania urządzeń elektrycznych. Automatyka budynkowa to część instalacji zarządzana przez system przy minimalnym udziale człowieka. Połączenie sterownika PLC i instalacji budynkowej może zaowocować stworzeniem inteligentnego domu. Niniejsza praca zawiera gotowe przykłady w oparciu o programowalny sterownik PLC firmy Lovato. Zaprojektowany systemu automatyki budynkowej zawiera sterowanie oświetleniem i roletami wewnątrz budynku. Przedstawione rozwiązania praktyczne zawierają gotowe schematy instalacyjne wraz z programem sterującym.

SŁOWA KLUCZOWE: przekaźnik programowalny, PLC, automatyka budynkowa

### 1. WPROWADZENIE

Budownictwo i elektronika to jedne z najszybciej rozwijających się gałęzi przemysłu. Współpraca tych dwóch gałęzi zaowocowała powstaniem inteligentnej automatyki budynkowej. Rozwiązania stosowane w ramach automatyki budynkowej mają za zadanie zapewnić jak największy komfort użytkownika, jego bezpieczeństwo, a także ograniczenie zużycia energii, np. poprzez automatyczne sterowanie oświetleniem.

Realizacja wyżej przedstawionych założeń automatyki budynkowej możliwa jest dzięki zintegrowaniu instalacji w danym obiekcie z urządzeniami sterującymi [1]. Połączenia te zapewniają szereg możliwości, w tym centralne sterowanie instalacją oraz kontrolę urządzeń wykonawczych.

Większość dostępnych opracowań i gotowych programów napisanych pod sterowniki PLC zrealizowana jest w języku drabinkowym LD (ang. *Ladder Diagram*) [2]. W związku z tym, w niniejszym artykule przedstawiono inny sposób podejścia do programowania sterowników PLC, obejmujący wykorzystanie układów cyfrowych i języka bloków funkcyjnych FBD (ang. *Function Block Diagram*).

---

\* Politechnika Poznańska.

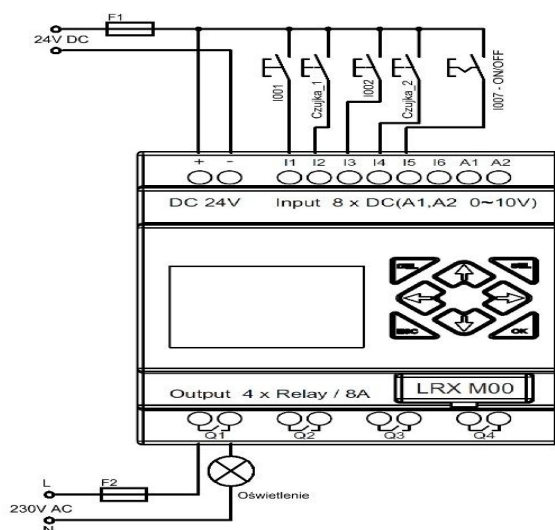
## 2. PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA STEROWNIKÓW PLC

### 2.1. Sterowanie oświetleniem załącz/wyłącz

Sterowanie oświetleniem załącz/wyłącz zostało zaprojektowane w oparciu o sterownik programowalny LRD 12RD024 firmy Lovato Electric. W tabeli 1 zawarto podstawowe parametry wykorzystanego sterownika. Przykład podłączenia elementów do sterownika przedstawia rysunek 1 [3].

Tabela 1. Parametry zastosowanego sterownika PLC

Model	Napięcie zasilania	WEJŚCIA	WYJŚCIA
LRD 12RD024	24 V DC	6 cyfrowych 2 analogowe	4 przekaźnikowe



Rys. 1. Przykład podłączenia przekaźnika PLC do sterowania oświetleniem

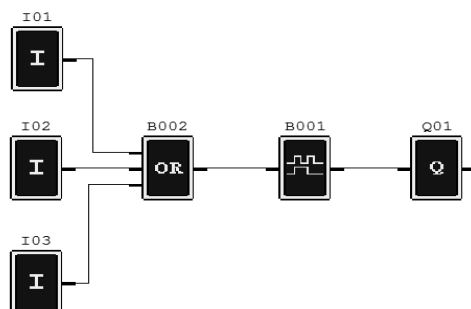
Jak wynika z rys. 1 do realizacji sterowania oświetleniem załącz/wyłącz wykorzystano:

- wejścia I001 i I003 – do których przyłączono przyciski z samoczynnym powrotem (przyciski monostabilne),
- wejścia I02 i I04 – do których przyłączone zostały czujniki ruchu (CZUJKA\_1, CZUJKA\_2)
- wejście I007 – do którego przyłączono wyłącznik główny (przycisk bistabilny),
- F1, F2 – bezpieczniki.

Zaprezentowany na rys. 1 przekaźnik programowalny realizuje funkcję wyłącznika schodowego. Załączenie lub wyłączenie oświetlenia odbywa się z dowolnego punktu budynku, do którego doprowadzono przewody sterujące. Pierwsze zbrocze narastające pochodzące z dowolnego wejścia, wywołane naciśnięciem przycisku, załącza oświetlenie. Drugie zbrocze narastające pochodzące z dowolnego wejścia powoduje wyłączenie oświetlenia. Blokiem reagującym na zbrocza i odpowiedzialnym za sterowanie wyjściem jest przerzutnik bistabilny. Zaletą zastosowania przekaźnika PLC, w stosunku do tradycyjnego sterowania, jest prostota instalacji wynikająca z zastosowania tylko włączników monostabilnych (nie ma potrzeby stosowania włącznika krzyżowego) oraz sterowanie bezpiecznym napięciem 24 V DC.

Algorytm sterowania napisany w języku FBD [4], umożliwiający realizację wyżej opisanego przykładu, przedstawiony został na rys. 2. Jak wynika z rysunku do realizacji schematu blokowego w języku FBD zastosowano następujące bloki funkcyjne:

- I01, I02, I02 – do których przyłączono wejściowe przyciski sterujące,
- B001 – z przerzutnikiem bistabilnym,
- B002 – bramka logiczna „LUB”,
- Q01 – wyjście przekaźnikowe sterownika PLC.



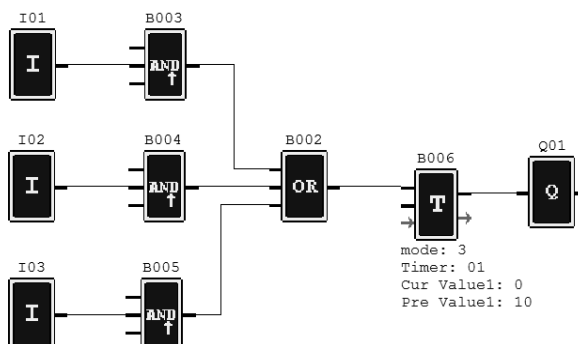
Rys. 2. Schemat blokowy programu załącz/wyłącz oświetlenie

## 2.2. Automat schodowy

Na rysunku 3 przedstawiono schemat blokowy programu sterownika PLC pracującego w trybie automatu schodowego. Przedstawiony układ można wykorzystać do sterowania oświetleniem na klatce schodowej w kilku piętrowym bloku. Załączenie oświetlenia następuje na określony czas odliczany przez wewnętrzny zegar programowy B006. Naciśnięcie przycisku w trakcie odliczania spowoduje wyzerowanie zegara i odliczanie czasu od początku. Wejściowe sygnały przechodząc przez bramkę AND ( $\uparrow$ ), generują na jej wyjściu impuls prostokątny o czasie trwania jednego cyklu zegarowego. Takie

impulsowo czasowe sterowanie zabezpiecza przed ciągłym załączeniem oświetlenia (w momencie, gdy styki jednego z włączników skleją się), co jest niepożądane przy zastosowaniu tego typu algorytmu sterowania. Do realizacji algorytmu sterowania zastosowano następujące bloki funkcyjne:

- I01, I02, I03 – do których przyłączono wejściowe przyciski sterujące,
- B002 – z funktorem logicznym „LUB”,
- B003, B004, B005 – bramki AND (↑) z wyjściem impulsowym,
- B006 – zegar odliczający czas załączenia oświetlenia,
- Q01 – wyjście przekaźnikowe sterownika PLC.



Rys. 3. Schemat blokowy programu sterownika PLC pracującego w trybie automatu schodowego

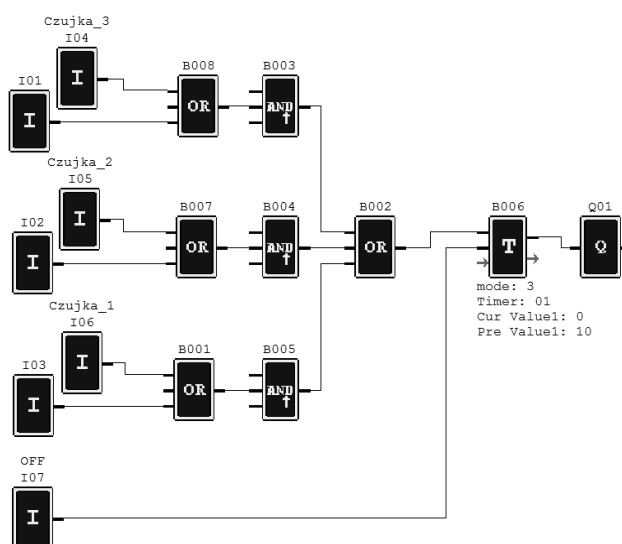
### 2.3. Automat schodowy z czujnikami ruchu

Sterowanie oświetleniem można rozbudować również o czujniki ruchu, których naruszenie załączy światło lub wydłuży czas załączonego już oświetlenia. Na rys. 4 przedstawiono schemat blokowy programu sterownika PLC pracującego w trybie automatu schodowego wraz z czujnikami ruchu. Do realizacji przedstawionego algorytmu sterowania zastosowano następujące bloki funkcyjne:

- I01, I02, I03 – wejściowe przyciski sterujące,
- I04, I05, I06 – wejścia czujników ruchu,
- I07 – wejście załączające/wyłączające pracę automatu schodowego,
- B001, B002, B008, B008 – funktory logiczne „LUB”,
- B003, B004, B005 – bramki AND(↑) z wyjściem impulsowym,
- B006 – zegar odliczający czas załączenia oświetlenia,
- Q01 – wyjście przekaźnikowe sterownika PLC.

Przedstawione na rys. 4 rozwiązanie automatycznego załączania oświetlenia z wykorzystaniem czujników ruchu sprawdzi się na klatce schodowej, w sytuacji, gdy nie ma możliwości naciśnięcia włącznika światła. Dodatkowo, w programie sterującym uwzględniono zamontowanie wyłącznika głównego. Do wej-

ścia I07 można również dołączyć zegar czasowy, który w ciągu dnia zablokuje możliwość włączenia oświetlenia, co zapewni oszczędność energii elektrycznej.

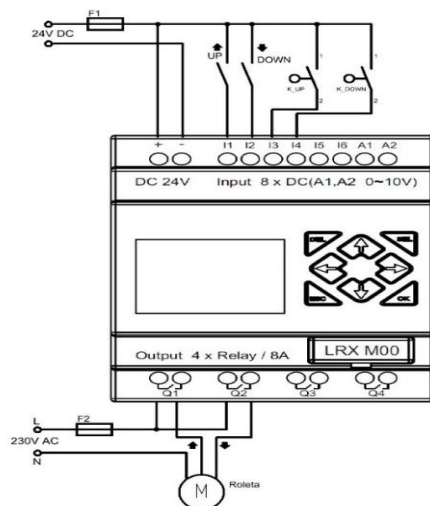


Rys. 4. Schemat blokowy programu sterownika PLC pracującego w trybie automatu schodowego wraz z czujnikami ruchu

## 2.4. Sterowanie roletami

Sterowanie roletami zostało również zaprojektowane w oparciu o sterownik LRD 12RD024 firmy Lovato Electric. Roleta napędzana jest silnikiem rurowym Portos 40/10 [5]. Dodatkowo, do sterownika przyłączone zostały zewnętrzne wyłączniki krańcowe działające niezależnie od wyłączników wbudowanych w silnik rurowy. Na rys. 5 przedstawiono sposób podłączenia przycisków sterujących, silnika i wyłączników krańcowych do zastosowanego sterownika PLC. Jak wynika z rysunku realizacja sterowania wymaga:

- przyłączenia do wejścia I1 przycisku odpowiedzialnego za podnoszenie rolet (UP),
- przyłączenia do wejścia I2 przycisku odpowiedzialnego za opuszczenie rolet (DOWN),
- przyłączenia do wejścia I3 wyłącznika krańcowego sygnalizującego górne położenie rolety (K\_UP)
- przyłączenia do wejścia I4 wyłącznika krańcowego sygnalizującego dolne położenie rolety (K\_DOWN),
- przyłączenia do wyjść Q1 i Q2 silnika sterującego podnoszeniem i opuszczaniem rolety (M),
- zastosowania zabezpieczeń F1, F2 (bezpieczników).



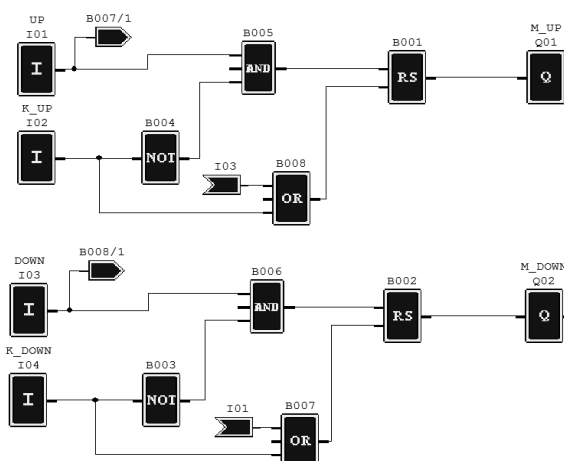
Rys. 5. Przykład podłączenia przekaźnika PLC do sterowania roletami

Na rys. 6 przedstawiono program sterujący podnoszeniem i opuszczaniem rolet z wykorzystaniem dodatkowych wyłączników krańcowych. Do realizacji sterowania pracą rolet wykorzystano:

- I01 – wejście klawisza powodującego podnoszenie rolety (UP),
- I03 – wejście klawisza powodującego opuszczenie rolety (DOWN),
- I02 – wejście wyłącznika krańcowego sygnalizującego górne położenie rolety (podniesiona – stan „1”),
- I04 – wejście wyłącznika krańcowego sygnalizującego dolne położenie rolety (opuszczona – stan „1”),
- B003, B004 – bramki logiczne „NEGACJA”,
- B005, B006 – bramki logiczne „I”,
- B007, B008 – bramki logiczne „LUB”,
- B001, B002 – przerzutniki RS,
- Q01 – wyjście przekaźnikowe odpowiedzialne za podnoszenia rolety,
- Q02 – wyjście przekaźnikowe odpowiedzialne za opuszczania rolety.

Jak wynika z rys. 5 sterowanie roletą odbywa się przy wykorzystaniu przycisków UP/DOWN, przyłączonych do wejść cyfrowych I01 i I02. Impuls dodatni, pochodzący od przycisku sterującego, ustawia stan wysoki na wyjściu przerzutnika RS, a zarazem załącza przekaźnik wyjściowy. Efektem takiego działania jest ruch rolety w górę lub dół. Ruch rolety ustanie w momencie osiągnięcia pozycji krańcowej – informacja z wyłączników krańcowych przyłączonych do wejść I03 i I04. Naciśnięcie klawisza oznaczonego przeciwnym (do aktualnego kierunku ruchu rolety) kierunkiem ruchu spowoduje jej zatrzymanie. Roleta może poruszać się tylko wtedy, gdy naciśnięty zostanie

jeden z przycisków i nie znajduje się ona w skrajnej pozycji (otwarta lub zamknięta). Każda inna kombinacja spowoduje zatrzymanie rolety lub uniemożliwi jej ruch.



Rys. 6. Schemat blokowy programu sterujący podnoszeniem i opuszczaniem rolet

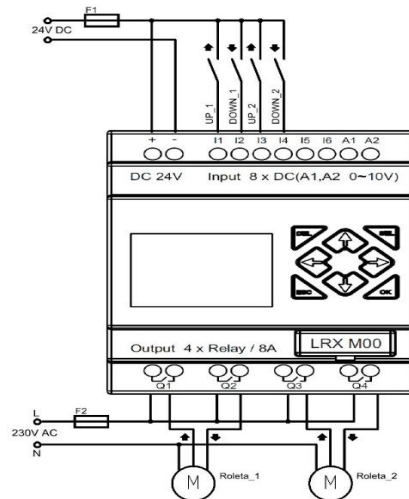
## 2.5. Sterowanie roletami bez użycia zewnętrznych wyłączników krańcowych

Na rys. 7 przedstawiono schemat sterowania roletami z układem czasowym bez wykorzystania dodatkowych wyłączników krańcowych. Zaletą takiego rodzaju sterowania jest mniejsza ilość przewodów doprowadzonych do sterownika PLC, brak konieczności montowania dodatkowych wyłączników krańcowych oraz mniejsza ilość wykorzystanych wejść. Warunkiem poprawnej i bezawaryjnej pracy sterownika jest zastosowanie silników z wbudowanymi czujnikami krańcowymi oraz doświadczalne określenie czasu pełnego zamykania i otwierania rolet. Do realizacji tego rodzaju sterowania zastosowano silnik Portos 40/10 z wbudowanym regulowanym czujnikiem położenia krańcowego rolety.

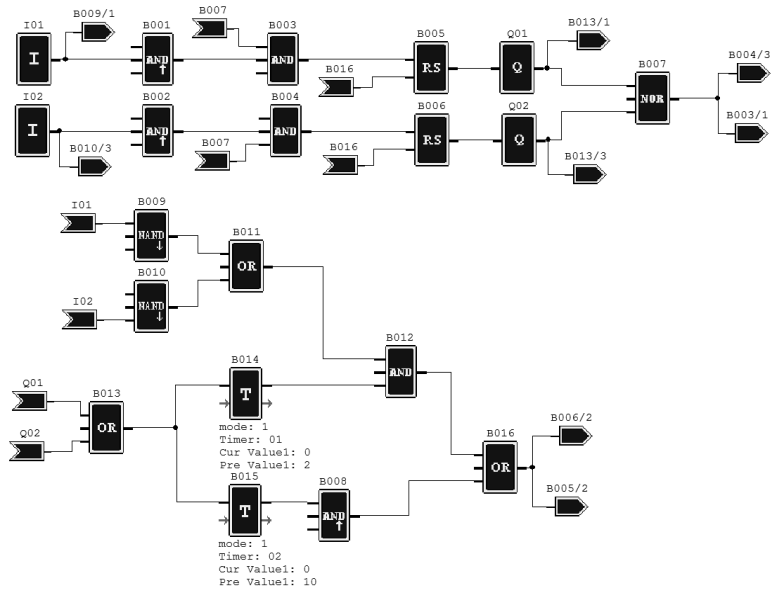
Na rys. 8 przedstawiono schemat blokowy programu sterującego roletami przy wykorzystaniu układu czasowego (bez dodatkowych wyłączników krańcowych). Do realizacji przedstawionego sposobu sterowania pracą rolet wykorzystano następujące bloki funkcyjne:

- I01 – wejście klawisza podnoszenia (UP\_1),
- I03 – wejście klawisza opuszczania (DOWN\_1),
- B001, B002, B008, B009, B010 – bramki AND/NAND z wyjściem impulsowym,
- B005, B006 – przerzutniki RS,
- B007 – bramka logiczna „ZANEGOWANE LUB”,

- B014, B015 – układy czasowo licznikowe otwierania/zamykania rolety,
- B011, B013, B016 – bramki logiczne „LUB”,
- Q01 – wyjście zacisku podnoszenia rolety,
- Q02 – wyjście zacisku opuszczania rolety.



Rys. 7. Przykład podłączenia przekaźnika PLC do sterowania roletami bez wyłączników krańcowych



Rys. 8. Schemat blokowy programu sterującego roletami z układem czasowym



Działanie programu opiera się w głównej mierze na dwóch zegarach liczących. Jeden z nich (B014) odlicza czas 2 sekund, po czym wystawia na swoim wyjściu stan wysoki. Jeżeli zbocze opadające od przycisku podnoszenia lub opuszczania pojawi się przed upływem dwóch sekund, wówczas następuje odpowiednio otwieranie lub zamykanie rolety przez czas zdefiniowany w drugim zegarze (B015). Zdefiniowany w przedstawionym programie czas wynosi 10 s. Po tym czasie następuje wyzerowanie zegarów i ustawienie zera logicznego na wyjściach sterownika. Zaprogramowany czas zegara B015 to rzeczywista wartość potrzebna na pełne zamknięcie lub otwarcie rolety. Naciśnięcie dowolnego przycisku podczas ruchu rolety w górę lub dół zatrzymuje odpowiednio proces otwierania lub zamykania. Naciśnięcie klawisza otwierania/zamykania przez czas dłuższy od dwóch sekund spowoduje otwieranie/zamykanie rolety dopóki przytrzymywany jest przycisk. Takie działanie pozwala użytkownikowi ustawić roletę w dowolnej pozycji, np. otwarcie rolety do połowy.

W tabeli 2 przedstawione zostały kombinacje naciskania klawiszy UP i DOWN z uwzględnieniem reakcji silnika podnoszącego i opuszczającego roletę.

Tabela 2. Tabela prawdy dla układu sterowania roletami z układem czasowym

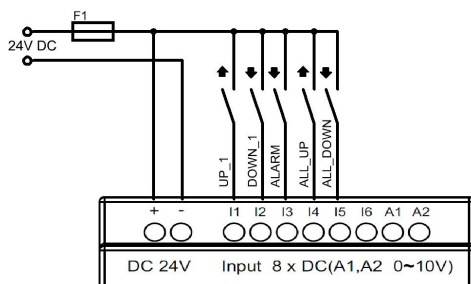
UP / DOWN	M_UP / M_DOWN
naciśnięcie klawisza UP krócej niż 2s	otwiera roletę przez zadany czas zegara B010
naciśnięcie klawisza UP dłużej niż 2s	otwiera roletę na czas trzymania klawisza UP
naciśnięcie klawisza DOWN krócej niż 2s	zamyka roletę przez zadany czas zegara B010
naciśnięcie klawisza DOWN dłużej niż 2s	zamyka roletę na czas trzymania klawisza DOWN
oba klawisze naciśnięte lub puszczane	0

## 2.6. Grupowe sterowanie roletami

Kolejną z możliwości sterowania roletami przy wykorzystaniu sterowników programowalnych PLC jest sterowanie grupowe. Przy realizacji tego sterowania założono, że:

- istnieje możliwość niezależnego sterowania roletami z przyporządkowanych przycisków sterujących,
- możliwe jest automatyczne zamykanie wszystkich rolet w momencie uzbromienia systemu alarmowego,
- istnieje możliwość grupowego otwarcia/zamknięcia wszystkich rolet jednocześnie, np. za pomocą pilota zdalnego sterowania.

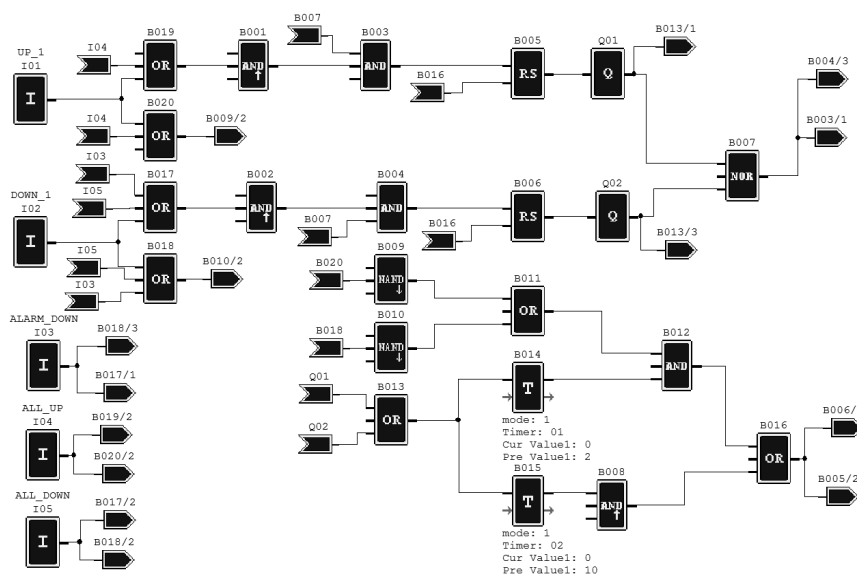
Na rys. 9 przedstawiono sposób podłączenia przycisków sterujących, zestyku zwiernego od systemu alarmowego (zamknięty w momencie uzbrojenia systemu) oraz styków odpowiedzialnych za grupowe podnoszenie i opuszczanie rolet. Zasada działania programu jest bardzo zbliżona do tej opisanej w rozdziale 2.5.



Rys. 9. Przykład podłączenia zestyków sterujących

Na rysunku 10 przedstawiony został schemat blokowy programu grupowego sterowania roletami. Program powstał poprzez rozbudowanie schematu blokowego z rys. 8 o dodatkowe wejścia:

- wejście I03 – wejście od systemu alarmowego, aktywowane stanem wysokim w momencie uzbrojenia alarmu,
- wejścia I04 i I05 – wejścia od zestyków sterowania grupowego, np. pilota zdalnego sterowania.



Rys. 10. Schemat blokowy programu grupowego sterowania roletami

Jak wynika z rys. 10 stan wysoki na wejściach I04 i I05 powoduje wygenerowanie impulsu dodatniego i załączenie odpowiednio otwierania lub zamykania wszystkich rolet. Program przedstawiony na rysunku umożliwia sterowanie tylko jedną roletą i może zostać wykorzystany wielokrotnie dla każdej z rolet. Wejścia I04 i I05 działają równolegle do wejść sterujących UP (I01) i DOWN (I02). Dodatkowym elementem wymagającym wyjaśnienia jest wejście od systemu alarmowego I05. W związku z tym w tabeli 3 przedstawiono korelację układu sterującego pomiędzy uzbrojonym system alarmowym i przyciskami sterującymi UP i DOWN oraz przyciskami sterowania grupowego ALL\_UP i ALL\_DOWN. Stan wysoki na wejściu I05 oznacza uzbrojony system alarmowy.

Tabela 3. Tabela prawdy dla wejścia alarmowego

I05	UP lub ALL_UP	DOWN lub ALL_DOWN	M_UP	M_DOWN
1	0	0	0	zamyka roletę przez zadany czas
1	ON < 2s	0	otwiera roletę przez zadany czas	0
1	ON > 2s	0	otwiera roletę na czas trzymania klawisza UP	0
1	0	ON < 2s	0	0
1	0	ON > 2s	0	0

### 3. PODSUMOWANIE

W pracy przedstawiono schematy połączeń oraz schematy blokowe umożliwiające sterowanie oświetleniem i roletami przy pomocy sterownika programowalnego PLC. Zaprezentowane schematy łączeniowe oraz programy napisane w języku FBD pozwalają na zastosowanie ich w rzeczywistych układach automatyki budynkowej.

W najbliższej perspektywie przewiduje się rozbudowę układów sterowania o czujniki zmierzchove, zegar czasu rzeczywistego RTC oraz możliwość sterowania oświetleniem i roletami za pomocą Internetu.

### LITERATURA

- [1] Majcher J., „Automatyka budynkowa: modny gadżet czy podstawowy element infrastruktury technicznej budynku”, XXI Konferencja Zastosowania Komputerów w Elektrotechnice, Poznań, 2016, tom No.87, strony 37–46.
- [2] [https://pl.wikipedia.org/wiki/Sterownik\\_PLC](https://pl.wikipedia.org/wiki/Sterownik_PLC) (dostęp 19.01.2017).

- [3] [http://www.lovatoelectric.pl/HandlerDoc.ashx?s=I185PL07\\_12.pdf&ic=108](http://www.lovatoelectric.pl/HandlerDoc.ashx?s=I185PL07_12.pdf&ic=108) (dostęp 19.01.2017) – instrukcja obsługi sterowników PLC firmy Lovato.
- [4] <https://www.napedy.net/portos-silnik-rurowy-10nm-do-rury-40mm-230v-p-574.html> (dostęp 19.01.2017) – katalog silników rurowych firmy napedy.net
- [5] Programy napisane w oprogramowaniu firmy Lovato FBD version:3.45.

#### **APPLICATION PROGRAMMABLE RELAYS IN BUILDING AUTOMATION**

Programmable logic controllers PLC are universal microprocessor devices used for controlling machines or devices. Building automation is part of the installation managed by the system with minimal human participation. The combination of PLC and building installation may result in the creation of intelligent home.

This paper contains examples prepared on the basis of PLC devices offered by Lovato. Designed building automation system includes lighting and blind control. The practical solutions contain complete installation drawings together with the control programs.

*(Received: 27. 01. 2017, revised: 27. 02. 2017)*