

【Instrukcja】

Rozdział 1 Schemat drabinkowy PLC oraz zasady kodowania mnemonika

W rozdziale tym opisane są podstawowe zasady dotyczące schematu drabinkowego oraz zasady kodowania mnemonika. Informacje te są bardzo istotne dla użytkowników wykorzystujących FP-08 jako narzędzie programowania. Osoby znające schemat drabinkowy PLC i zasady kodowania mnemonicznego mogą pominąć ten rozdział.

1.1 Zasada działania schematu drabinkowego

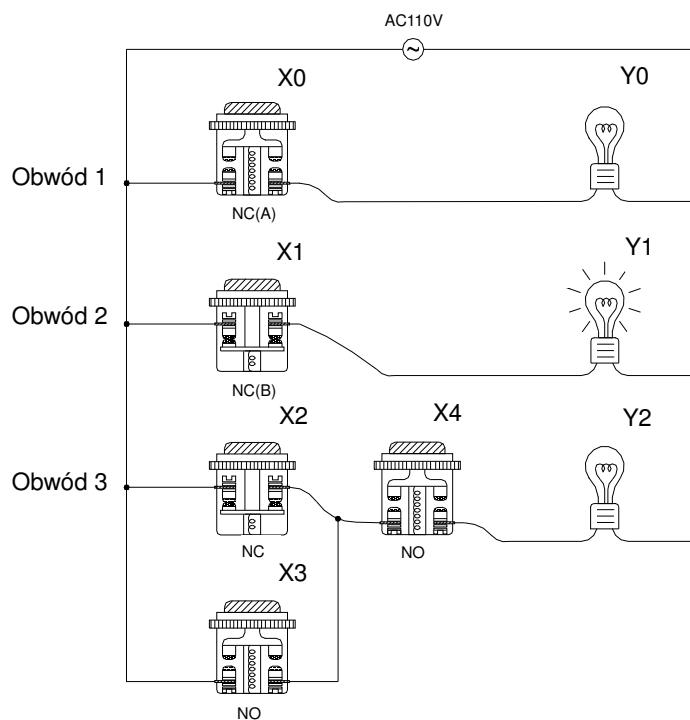
Schemat drabinkowy jest rodzajem języka graficznego wykorzystywanego w automatycznych systemach sterowania już od czasów drugiej wojny światowej. Do dziś jest to najstarszy i najpopularniejszy język wykorzystywany w automatycznych systemach sterowania. Oryginalnie, dostępnych jest tylko kilka podstawowych elementów, takich jak styk A (normalnie otwarty), styk B (normalnie zamknięty), cewka wyjściowa, zegary i liczniki. W momencie pojawienia się PLC opartych na mikroprocesorze, pojawiło się więcej elementów schematu drabinkowego, takich jak styk różnicowy, obwód podtrzymaniem (informacja na str. 1-6) oraz inne instrukcje, które są niedostępne w przypadku standardowego systemu.

Główna zasada działania konwencjonalnego schematu drabinkowego i schematu PLC jest identyczna. Główną różnicą pomiędzy oboma systemami jest to, że wygląd symboli w konwencjonalnym schemacie drabinkowym jest bliższy rzeczywistym urządzeniom, natomiast w przypadku systemu PLC, systemy są uproszczone w celu ułatwienia ich wyświetlania na komputerze. Istnieją dwa rodzaje systemów logicznych dostępnych dla schematu drabinkowego. Jest to logika kombinacyjna oraz sekwencyjna. Oba te systemy logiczne opisane zostały poniżej.

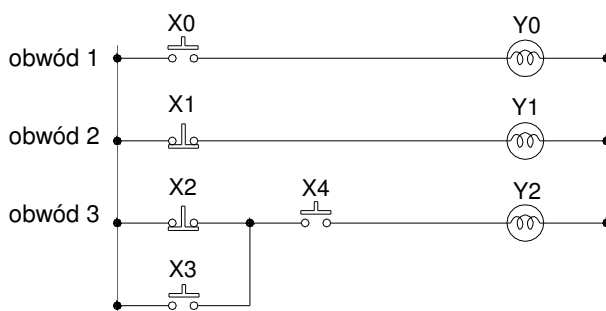
1.1.1 Logika kombinacyjna

Logiką kombinacyjną schematu drabinkowego jest obwód łączący jeden lub więcej elementów wejściowych w sposób szeregowy lub równoległy, a następnie wysyłający wynik do elementów wyjściowych, takich jak cewki, zegary/liczniki i inne instrukcje aplikacji.

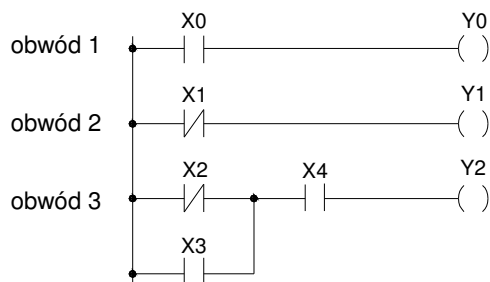
Rzeczywisty schemat połączenia



Standardowy schemat drabinkowy



Schemat drabinkowy PLC



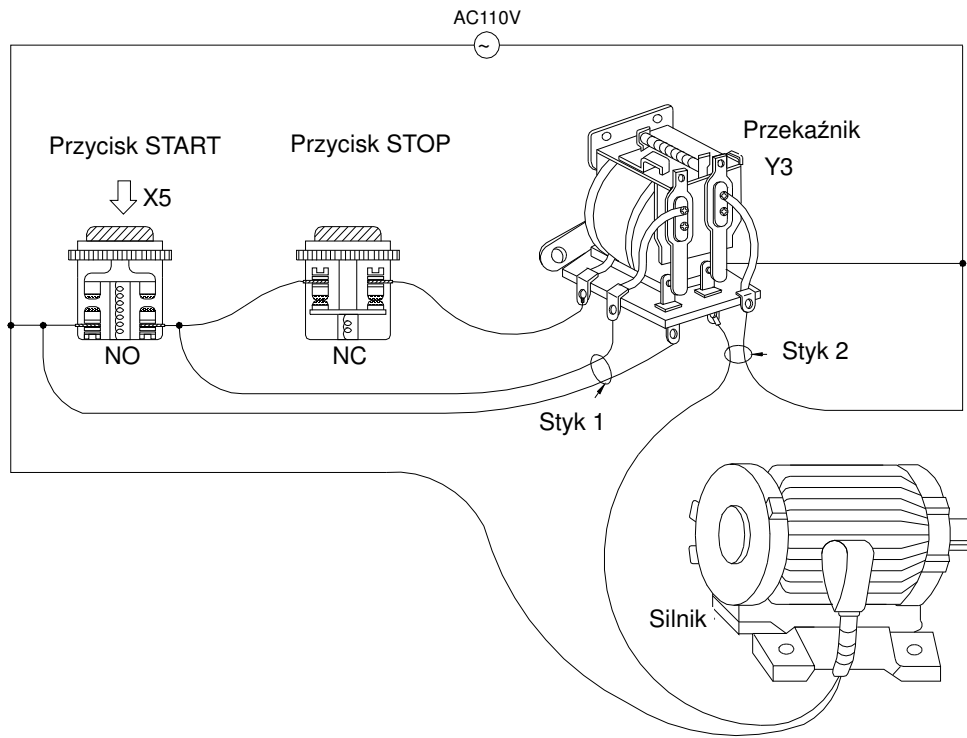
Powyższy przykład ilustruje logikę kombinacyjną przy wykorzystaniu rzeczywistego schematu połączenia, standardowego schematu drabinkowego i schematu drabinkowego PLC. W normalnych warunkach (rozartyprzełącznik), styk przełącznika i wskaźnik są wyłączone. Po naciśnięciu przełącznika, stan styku zmienia się na włączony i włącza się wskaźnik. Obwód 2 wykorzystuje przełącznik normalnie zamknięty, nazywany także przełącznikiem "B" lub stykiem. W normalnych warunkach, styk przełącznika i wskaźnik są włączone. Po naciśnięciu przełącznika, styk i wskaźnik wyłączają się.

Obwód 3 składa się z więcej niż jednego wejściowego. Wskaźnik wyjściowy Y2 włącza się, jeżeli styk X2 będzie zamknięty lub X3 będzie włączony przy równoczesnym włączeniu X4.

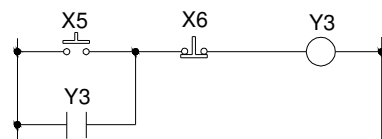
1.1.2 Logika sekwencyjna

Logiczny układ sekwencyjny jest to obwód sterujący ze sprzężeniem zwrotnym. Oznacza to, że na wyjściu obwodu nastąpi sprzężenie zwrotne do wejścia tego obwodu. Wyjście pozostaje w tym samym stanie nawet w przypadku zmiany na pozycję początkową. Proces ten może być najlepiej wytłumaczony za pomocą przedstawionego poniżej obwodu Wł/Wył sterownika silnika.

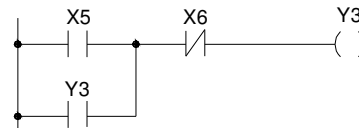
Rzeczywisty schemat połączenia



Standardowy schemat drabinkowy



Schemat drabinkowy PLC



Po pierwszym połączeniu obwodu do źródła zasilania, przełącznik X6 będzie włączony, a X5 - wyłączony. W związku z tym, przełącznik Y3 także będzie wyłączony. Wyjściowe styki przełącznikowe 1 i 2 będą wyłączony, ponieważ należą do styku A (styk ten jest włączony przy włączonym przełączniku). Silnik nie będzie pracował. Po naciśnięciu przycisku X5, przełącznik, styk 1 i 2 włączą się i uruchomiony zostanie silnik. Po włączeniu przełącznika i zwolnieniu przycisku X5 (zostanie wyłączony), przełącznik będzie mógł utrzymać swój stan dzięki sprzężeniu zwrotnemu ze styku 1. Nazywa się to obwodem z podtrzymaniem. Poniższa tabela przedstawia proces przełączania w opisanym powyżej przykładzie.

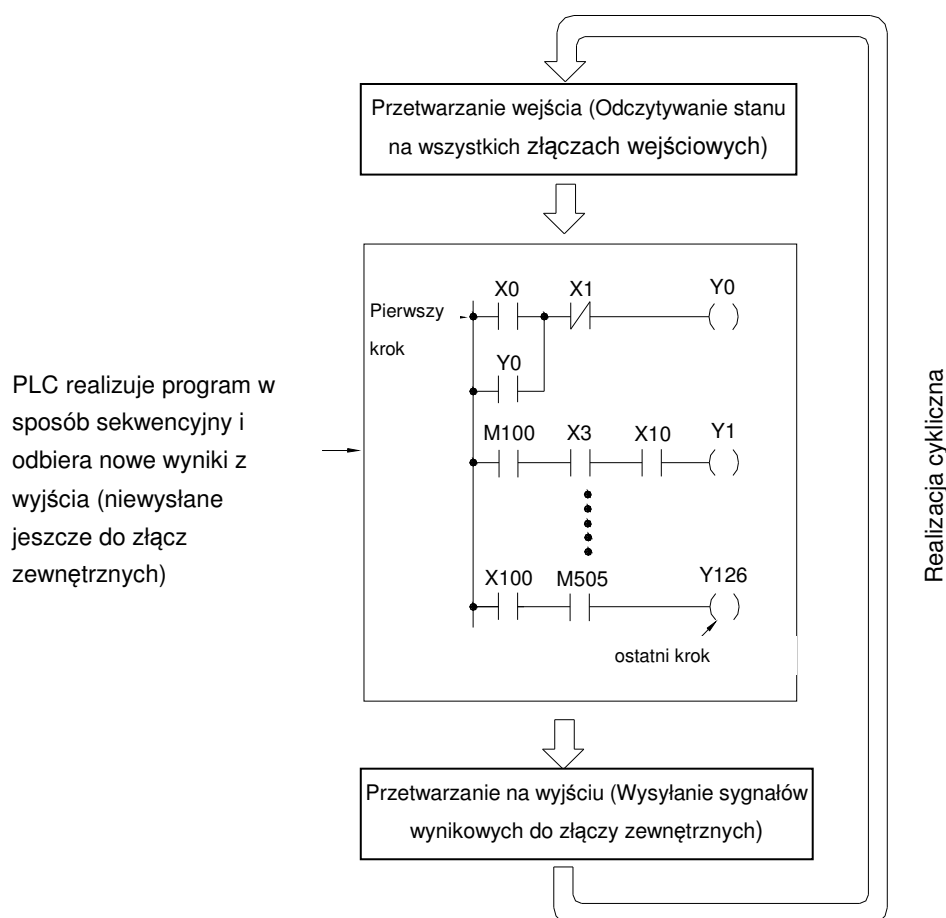
	Przycisk X5 (NO)	Przycisk X6 (NC)	Stan silnika (przełącznika)
①	Zwolniony	Zwolniony	WYŁ
↓			
②	Naciśnięty	Zwolniony	WŁ
↓			
③	Zwolniony	Zwolniony	WŁ
↓			
④	Zwolniony	Naciśnięty	WYŁ
↓			
⑤	Zwolniony	Zwolniony	WYŁ

Z powyższej tabeli wynika, że na różnych etapach sekwencji, wyniki mogą być różne, nawet w przypadku, gdy stany wejść są identyczne. Na przykład, na etapie ① i ③ przełączniki X5 i X6 są zwolnione, ale silnik jest włączony (pracuje) na etapie

③i wyłączony (nie pracuje) na etapie ①. Sterowanie sekwencyjne ze sprzężeniem zwrotnym z wyjścia na wejście jest unikalną charakterystyką obwodu schematu drabinkowego. W niniejszym rozdziale, jako przykład posłużą jedynie styki A/B oraz cewki wyjściowe. Więcej szczegółów dotyczących instrukcji sekwencyjnych znajduje się w rozdziale 5 - "Wstęp do instrukcji sekwencyjnych".

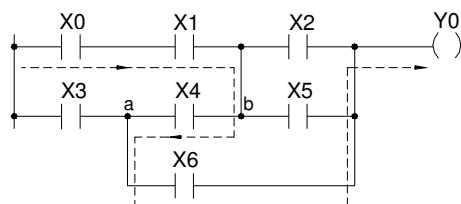
1.2 Różnice pomiędzy standardowym schematem drabinkowym a schematem PLC

Mimo, że podstawowa zasada działania standardowego schematu drabinkowego i schematu PLC jest identyczna, to w rzeczywistości PLC wykorzystuje CPU do imitacji operacji przeprowadzanych przez standardowy schemat drabinkowy. Oznacza to, że PLC wykorzystuje metodę skanowania do monitorowania stanów elementów wejściowych i cewek wyjściowych, a następnie za pomocą schematu drabinkowego imituje wyniki generowane przez operacje standardowego schematu drabinkowego. Istnieje tylko jeden CPU, dlatego też PLC musi kontrolować i realizować program w sposób sekwencyjny od pierwszego do ostatniego kroku, a następnie ponownie powrócić do pierwszego kroku i powtórzyć operację (realizacja cykliczna). Czas trwania pojedynczego cyklu tej operacji nazywany jest czasem skanu. Czas skanu jest różny w zależności od wielkości programu. W przypadku, gdy czas skanu jest zbyt długi, na wejściu i wyjściu wystąpi opóźnienie. Zbyt długie opóźnienie może spowodować znaczne problemy w systemach wymagających szybkiego reagowania. W takim przypadku wymagane są PLC o krótkim czasie skanowania. Czas skanu jest zatem istotnym czynnikiem dla PLC. Dzięki postępowi technologii mikrokomputerowej i ASIC, prędkość skanowania została znacznie zwiększona. Dla typowego FBs-PLC skanowanie kroków styku zajmuje około 0.33 μ s. Poniższy schemat ilustruje proces skanowania schematu drabinkowego PLC.



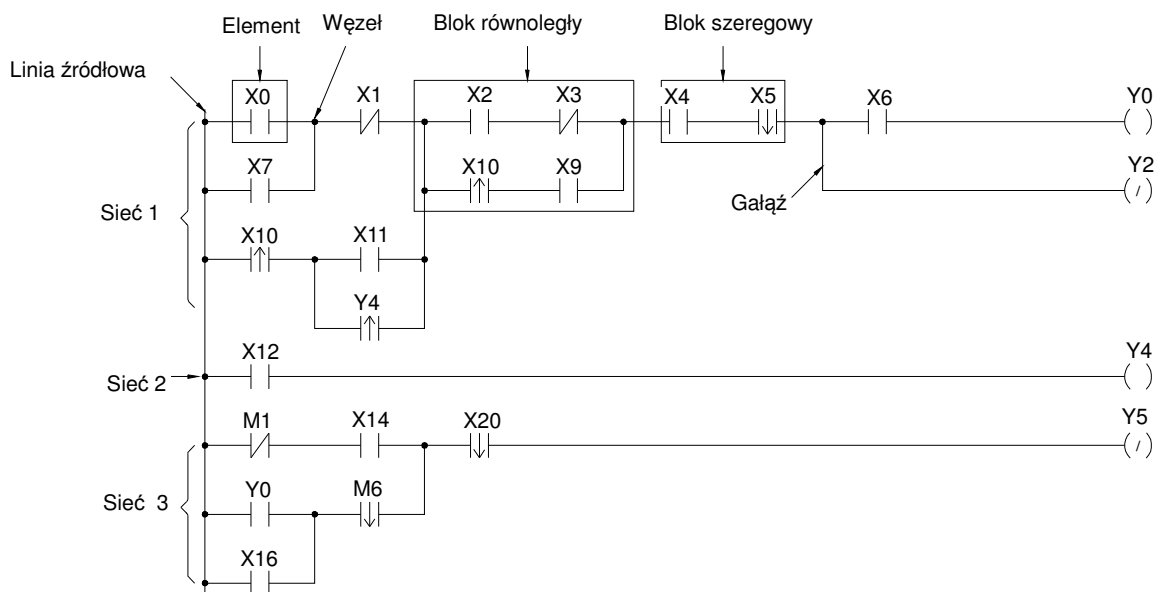
Oprócz opisanej powyżej różnicy w czasie skanu, inną różnicą pomiędzy konwencjonalnym schematem drabinkowym a schematem PLC jest charakterystyka zwrotna. Zgodnie z poniższym schematem, jeżeli X0, X1, X4 i X6 będą włączone, a pozostałe elementy będą wyłączone, to w obwodzie standardowego schematu drabinowego, trasa zwrotna dla wyjścia Y0 może być określona linią przerywaną. Natomiast w przypadku PLC, Y0 będzie wyłączone, ponieważ schemat drabinkowy PLC skanuje od strony lewej do prawej. Jeżeli X4 będzie wyłączony, to CPU odbiera informacje o wyłączonym węźle "a", mimo, że X4 i węzeł "b" są włączone do momentu, aż skanowanie PLC osiągnie X3. Innymi słowy, schemat drabinkowy PLC umożliwi przepływ sygnału z lewej do prawej, podczas, gdy schemat standardowy umożliwi przepływ obustronny.

Przepływ zwrotny standardowego schematu drabinkowego



1.3 Budowa i terminologia schematu drabinkowego

Przykładowy schemat drabinkowy



(Uwaga : Maksymalny rozmiar sieci FBS-PLC to 16 rzędówx22 kolumny)

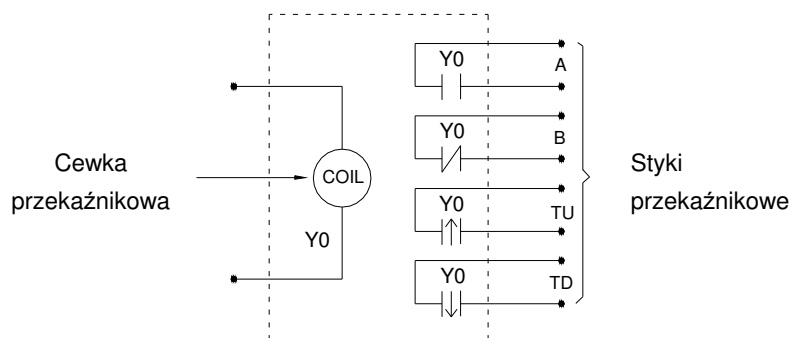
Jak pokazano powyżej, schemat drabinkowy może być podzielony na wiele małych komórek. W przykładzie istnieje łącznie 88 komórek (8 rzędów x 11 kolumn). Do jednej komórki może być przypisany jeden element. Schemat drabinkowy może być skonstruowany poprzez połączenie wszystkich komórek zgodnie z określonymi wymaganiami. Poniżej przedstawiono terminologię związaną ze schematami drabinkowymi.

①Styk

Styk jest to element o stanie otwartym lub zamkniętym. Jednym z rodzajów styku jest "styki wejściowy" (numer referencyjny z przedrostkiem X), a jego stan odnosi się do sygnałów zewnętrznych (sygnał wejściowy pochodzi z bloku złączy wejściowych). Kolejny styk nosi nazwę "styki przełącznikowego", a jego stan odzwierciedla stan cewki przełącznikowej (patrz ②). Stosunek pomiędzy numerem referencyjnym a stanem styku zależy od rodzaju styku. Elementami stykowymi FBs PLC są: styki A, styki B, styki różnicowe góra/dół (TU/TD) oraz styki otwarte/zamknięte. Więcej szczegółów w punkcie ④.

②Przełącznik

Podobnie jak standardowy przełącznik, zawiera on cewkę i styki (patrz schemat poniżej).

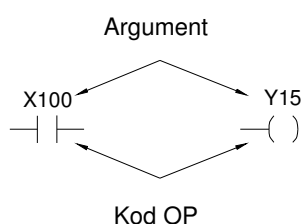


Aby włączyć przekaźnik należy zasilić jego cewkę (za pomocą instrukcji wyjściowej). Po zasileniu cewki, stan jej styku również będzie włączony. Zgodnie z powyższym przykładem, po włączeniu Y0, styk przekaźnikowy A będzie włączony, a styk B - wyłączony. Styk TU włączy się na czas jednego skanu, natomiast styk TD będzie wyłączony. Po wyłączeniu Y0, styki A i B będą włączone. Styk TU będzie wyłączony a TD włączy się na czas jednego skanu (Operacje styków A, B, TU i TD wymienione są w rozdziale 4 "Wstęp do instrukcji sekwencyjnych").

Istnieją cztery rodzaje przekaźników FBs-PLC: Y (przekaźnik wyjściowy), M (przekaźnik wewnętrzny), S (przekaźnik krokowy) i TR (przekaźnik tymczasowy). Stany przekaźników wyjściowych przesyłane są do bloku złączy wyjściowych (wyjścia zewnętrzne sterownika).

③ Linia źródłowa: Początkowa linia po lewej stronie schematu drabinkowego.

④ Element: Element jednostki podstawowej schematu drabinkowego. Element składa się z dwóch części, co widać na poniższym schemacie. Jedną z nich jest symbol elementu określany jako "kod OP", a drugą jest część numeru referencyjnego, czyli "argument".



Typ elementu	Symbol	Instrukcje mnemoniczne	Uwagi
Styk A (Normalnie otwarty)	— —	(ORG, LD, AND, OR)	może być X, Y, M, S, T, C (odnieść się do rozdziału 2.2)
Styk B (Normalnie zamknięty)	— /—	(ORG, LD, AND, OR)	
Styk różnicowy góra	— ↑—	(ORG, LD, AND, OR) TU	może być X, Y, M, S
Styk różnicowy dół	— ↓—	(ORG, LD, AND, OR) TD	
Styk otwarty	—○—	(ORG, LD, AND, OR) OPEN	
Styk zamknięty	—●—	(ORG, LD, AND, OR) SHORT	
Cewka wyjściowa	—()	OUT	może być Y, M, S
Negacja cewki wyjściowej	—(/)	OUT NOT	
Zatrzaśnięcie cewki wyjściowej	—(L)	OUT L Y	

Uwaga : W rozdziale 2.2 podane są zakresy dla styków X, Y, M, S, T i C. Charakterystyki styków X, Y, M, S, T i C znajdują się w rozdziale 4.2.

Istnieją trzy specjalne instrukcje sekwencyjne: OUT TRn, LD TRn i FOn, które nie zostały pokazane na schemacie drabinkowym. Należy odnieść się do rozdziału 1.6 "Wykorzystywanie przekaźnika tymczasowego" oraz rozdziału 5.1.4 "Wyjście funkcyjne FO".

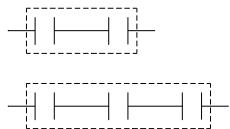
⑤ Węzeł: Punkt połączenia pomiędzy dwoma lub więcej elementami (patrz rozdział 4.3)

⑥ Blok: obwód składający się z dwóch lub więcej elementów.

Istnieją dwa podstawowe rodzaje bloków:

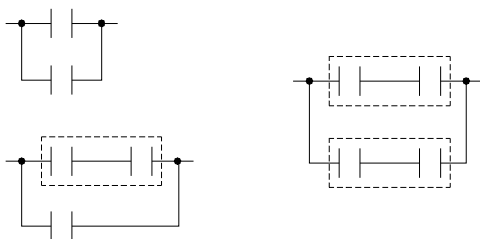
• Blok szeregowy : Dwa lub więcej elementów połączonych szeregowo i tworzących obwód o jednym rzędzie.

Przykład:



• Blok równoległy: Jest to rodzaj równoległego obwodu zamkniętego składającego się z elementów połączeniowych lub bloków szeregowych połączonych równoległe.

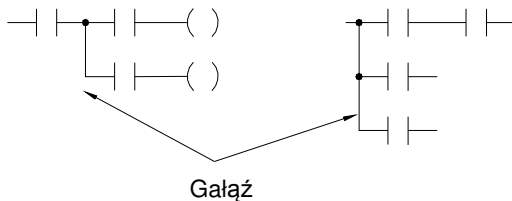
Przykład:



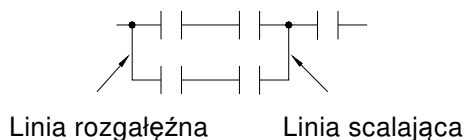
Uwaga: Skomplikowany blok można utworzyć poprzez kombinację jednego elementu, bloków szeregowych i równoległych. W przypadku projektowania schematu drabinkowego za pomocą mnemonika, ważne jest, aby rozdzielić obwody na elementy, bloki szeregowe i bloki równoległe (patrz rozdział 1.5.).

⑦ Gałąź: Gałąź powstaje po połączeniu prawej strony linii pionowej z dwoma lub więcej rzędami obwodów.

Przykład:

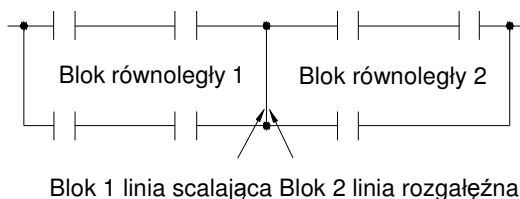


Linia scalająca określana jest jako kolejna linia pionowa po prawej stronie linii rozgałęźnej, która łączy obwody w jeden obwód zamknięty (tworząc w ten sposób blok równoległy).



Jeżeli zarówno prawa jak i lewa strona linii pionowej połączona będzie z jednym lub kilkoma rzędami obwodów, to będzie to linia zarówno rozgałęźna, jak i scalająca (patrz przykład poniżej).

Przykład:



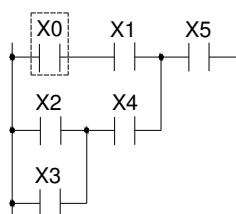
⑧ Sieć: Sieć jest obwodem reprezentującym określoną funkcję. Składa się z elementów, gałęzi i bloków. Sieć jest podstawowym elementem schematu drabinkowego umożliwiającym realizację kompletnych funkcji. Program schematu drabinkowego realizowany jest poprzez połączenie ze sobą sieci. Początkiem sieci jest linia źródłowa. Jeżeli dwa obwody połączone są ze sobą za pomocą linii pionowej, to należą one do tej samej sieci. W przypadku braku linii pionowej pomiędzy dwoma obwodami, oznacza to, że należą one do dwóch różnych sieci. Na rysunku 1 przedstawiono trzy sieci (1~3).

1.4 Zasady kodowania mnemonicznego (Użytkownicy WinProLadder mogą pominąć ten rozdział)

Zaprogramowanie FBs-PLC za pomocą pakietu oprogramowania WinProLadder jest bardzo proste. Wystarczy wprowadzić symbole drabinkowe, które wyświetlą się na ekranie monitora tworząc schemat drabinkowy. Jednakże użytkownicy wykorzystujący FP-08 do programowania FBs-PLC zmuszeni są przekonwertować schemat drabinkowy w instrukcje mnemoniczne. Ponieważ FP-08 umożliwia programowanie tylko za pomocą instrukcji mnemonicznych, to informacje zawarte do rozdziału 1.6 pomogą użytkownikowi zapoznać się z zasadami kodowania w celu przekonwertowania schematów drabinkowych na instrukcje mnemoniczne.

● Edycja programu odbywa się od lewej do prawej i od góry do dołu. W związku z tym, punkt początkowy sieci musi znajdować się w jej lewym górnym rogu. Poza instrukcją funkcji bez sterowania wejściem, pierwsza instrukcja w sieci musi rozpoczynać się przedrostkiem ORG. W każdej sieci dopuszczalna jest tylko jedna instrukcja ORG. Więcej szczegółów zostało opisanych w rozdziale 5.1.1.

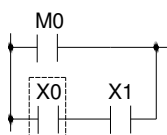
Przykład:



ORG	X	0
AND	X	1
LD	X	2
OR	X	3
AND	X	4
ORLD		
AND	X	5

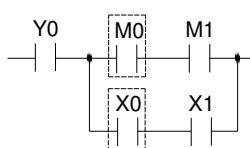
● Wykorzystanie instrukcji LD do połączenia pionowych linii (linii źródłowej lub rozgałęźnej) w innym punkcie niż na początku sieci

Przykład 1:



ORG	M	0
LD	X	0
AND	X	1
ORLD		

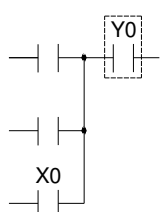
Przykład 2:



AND	Y	0
LD	M	0
AND	M	1
LD	X	0
AND	X	1
ORLD		

Uwaga 1: Bezpośrednie wykorzystanie instrukcji AND w przypadku, gdy tylko jeden rząd elementów połączony jest szeregowo z linią rozgałęźną

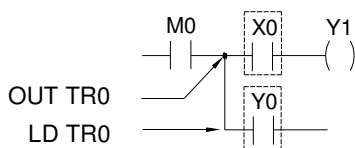
Przykład:



AND	X	0
ORLD		
AND	Y	0

Uwaga 2: Instrukcja AND wykorzystywana jest także bezpośrednio, jeżeli do zapisania stanów węzłowych w linii rozgałęznej użyta została instrukcja OUT TR.

Przykład:

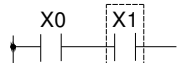


```

AND    M    0
OUT TR 0
AND    X    0
OUT    Y    1
LDTR   0
AND    Y    0
    
```

●Wykorzystanie instrukcji AND do połączenia szeregowego pojedynczego elementu..

Przykład:

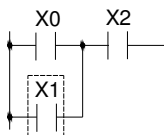


```

ORG    X    0
AND    X    1
    
```

●Wykorzystanie instrukcji OR do połączenia równoległego pojedynczego elementu.

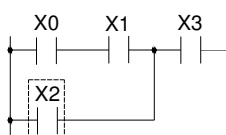
Przykład:



```

ORG    X    0
OR     X    1
AND    X    2
    
```

Przykład:

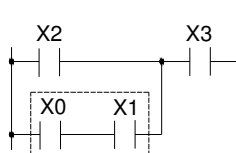


```

ORG    X    0
AND    X    1
OR     X    2
AND    X    3
    
```

●Pojedynczym elementem jest blok szeregowy. Należy użyć instrukcji ORLD.

Przykład:

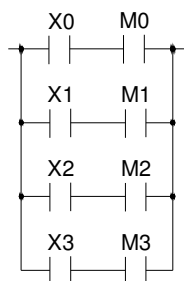


```

ORG    X    2
LD     X    0
AND    X    1
ORLD
AND    X    3
    
```

Uwaga : W przypadku, gdy dwa bloki mają być połączone równoległe, to należy je połączyć w sekwencji od góry do dołu. Na przykład, w pierwszej kolejności podłączyć blok 1 i 2, potem 3 i tak dalej.

Przykład:

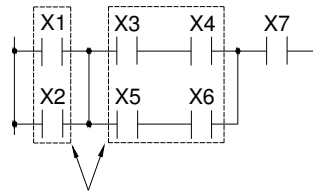


```

LD     X    0
AND    M    0
LD     X    1
AND    M    1
ORLD
LD     X    2
AND    M    2
ORLD
LD     X    3
AND    M    3
    
```

●Do połączenia szeregowego bloków równoległych wykorzystywana jest instrukcja ANDLD.

Przykład:



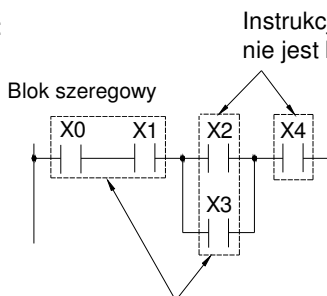
Konieczność wykorzystania instrukcji ANDLD



ORG	X	1
OR	X	2
LD	X	3
AND	X	4
LD	X	5
AND	X	6
ORLD		
ANDLD		
AND	X	7

- Wykorzystanie instrukcji ANDLD jest konieczne, jeżeli element lub blok szeregowy znajduje się naprzeciwko bloku szeregowego. W przypadku, gdy naprzeciwko elementu lub bloku szeregowego znajduje się blok równoległy, to do połączenia ze sobą wszystkich części można wykorzystać instrukcję AND.

Przykład:



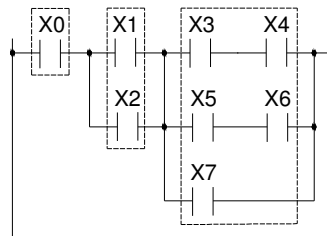
Konieczność wykorzystania instrukcji ANDLD



ORG	X	0
AND	X	1
LD	X	2
OR	X	3
ANDLD		
AND	X	4

Uwaga: W przypadku, gdy więcej niż dwa bloki mają być połączone szeregowo, to należy je połączyć w sekwencji od góry do dołu. Na przykład, w pierwszej kolejności podłączyć blok 1 i 2, potem 3 i tak dalej.

Przykład:



ORG	X	0
LD	X	1
OR	X	2
ANDLD		
LD	X	3
AND	X	4
LD	X	5
AND	X	6
ORLD		
OR	X	7
ANDLD		

- Instrukcja cewki wyjściowej (OUT) może znajdować się tylko na końcu sieci (na prawym końcu). Nie mogą być za nią podłączone żadne elementy. Cewka wyjściowa nie może być podłączona bezpośrednio do linii źródłowej. W przypadku potrzeby połączenia cewki wyjściowej do linii źródłowej, połączenie takie należy wykonać szeregowo za pomocą styku zwierne.



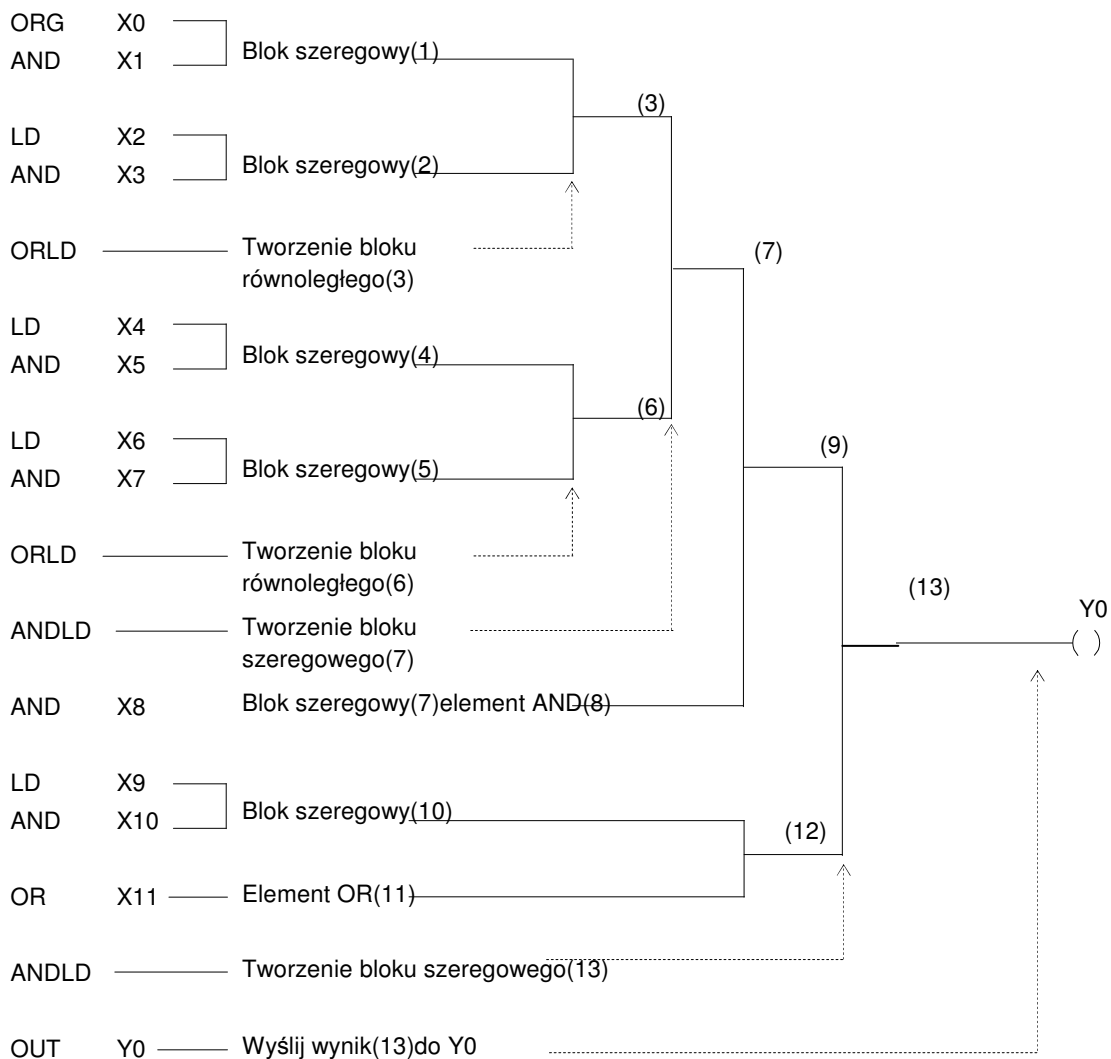
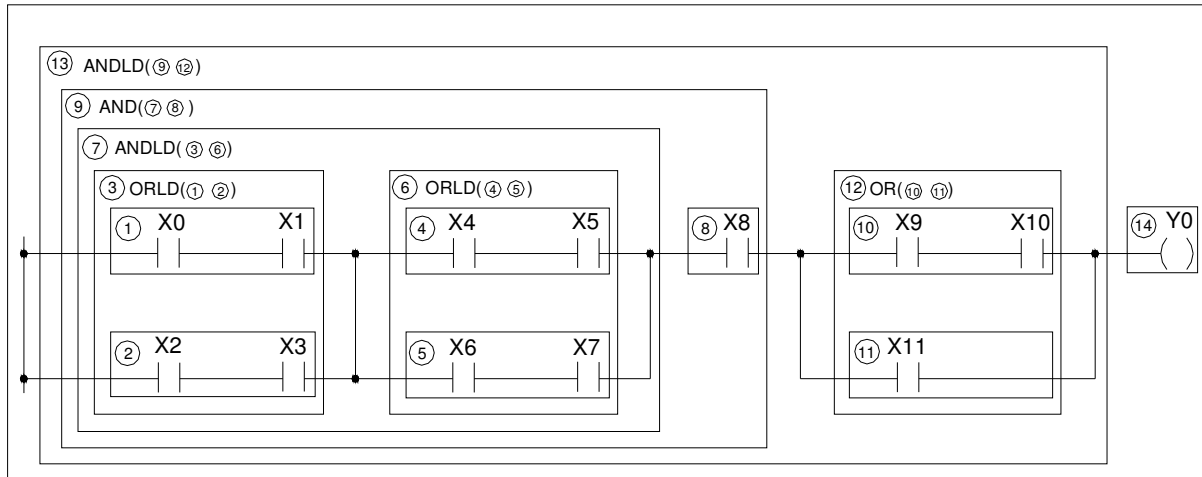
```
ORG SHORT
OUT Y 0
```

1.5 Dekompozycja sieci

(Użytkownicy WinProLadder mogą pominąć ten rozdział)

Kluczowym procesem dekompozycji sieci jest rozdzielenie obwodów znajdujących się pomiędzy dwiema liniami pionowymi na niezależne elementy oraz bloki szeregowy, zakodowanie tych elementów i bloków szeregowych zgodnie z zasadami kodowania mnemonicznego i połączenie ich (za pomocą instrukcji ANDLD lub ORLD) od lewej do prawej i od góry do dołu w celu utworzenia bloków równoległych lub szeregowo-równoległych, aby na końcu stworzyć kompletną sieć.

Przykładowy schemat:



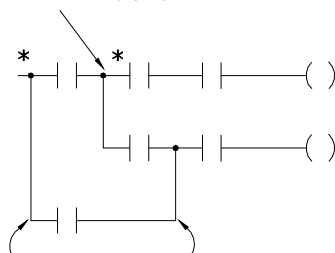
1.6 Wykorzystanie przełączników tymczasowych (Użytkownicy WinProLadder mogą pominąć ten rozdział)

Metoda dekompozycji sieci przedstawiona w rozdziale 1.5 nie ma zastosowania dla obwodu ani bloku rozgałęźnego. W celu przeprowadzenia programowania za pomocą metody opisanej w rozdziale 1.5, należy najpierw zapisać stany węzłów w przełącznikach tymczasowych. Konstrukcja programu powinna unikać stosowania obwodów i bloków rozgałęźnych. Należy odnieść się do następnego rozdziału "Techniki upraszczania programu". Poniżej opisane zostały dwa przypadki, w których istnieje konieczność zastosowania TR.

- Obwód rozgałęźny: Po prawej stronie linii rozgałęźnej nie ma linii scalającej lub nie są one w tym samym rzędzie.

Przykład : * wskazuje ustawienie przełącznika TR

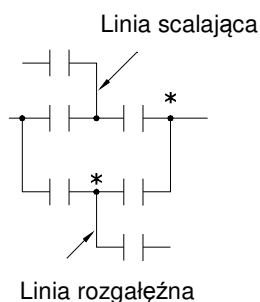
Bez linii scalającej



Pomimo, że gałąź ta posiada linie scalające, to nie są one w tym samym rzędzie. Jest to zatem także obwód rozgałęźny.

- Blok rozgałęźny : Poziome bloki równoległe z odgałęzieniem jednego z bloków..

Przykład :



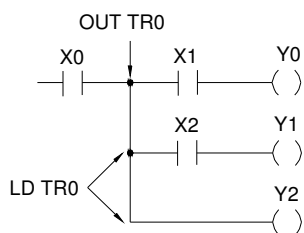
Uwaga 1: Instrukcja OUT TR musi być zaprogramowana na szczycie punktu rozgałęźnego. Instrukcja LD TRn wykorzystywana jest w punkcie początkowym obwodu po drugim rzędzie linii rozgałęźnej do przywrócenia stanu linii rozgałęźnej przed możliwością połączenia elementu do obwodu. Do połączenia pierwszego elementu po instrukcji OUT TRn lub LD TRn musi być wykorzystana instrukcja AND. W takim przypadku, instrukcja LD jest niedozwolona.

Uwaga 2: Sieć może zawierać do 40 punktów TR, a jeden numer TR nie może być wykorzystywany wielokrotnie w jednej sieci. Zaleca się używanie numerów 1, 2, 3 ... itd. Numer TR musi być identyczny w linii rozgałęźnej. Na przykład, jeżeli linia rozgałęźna wykorzystuje OUT TR0, to do połączenia należy użyć LD TR0 poczynając od rzędu 2.

Uwaga 3: Jeżeli linia rozgałęźna obwodu lub bloku rozgałęźnego jest linią źródłową, to wykorzystane mogą być bezpośrednio instrukcje ORG lub LD. W takim przypadku, styk TR jest niepotrzebny.

Uwaga 4: Jeżeli jeden z rzędów obwodu rozgałęźnego nie jest podłączony do cewki wyjściowej (pomiędzy nimi istnieją elementy połączone szeregowo), a za drugim rzędem znajdują się także inne obwody, to w punktach rozgałęźnych musi być zastosowana instrukcja TR.

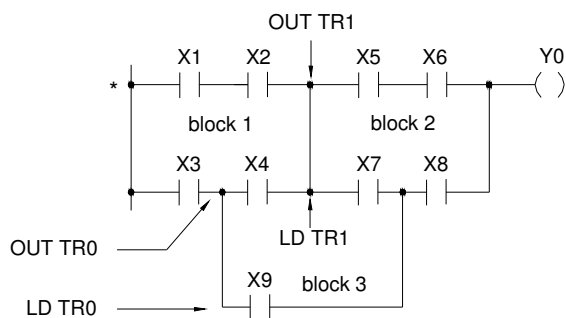
Przykład:



```

AND      X    0
OUT TR   0
AND      X    1
OUT      Y    0
LD TR    0 ← Początek od rzędu 2
AND      X    2
OUT      Y    1
LD TR    0 ← Początek od rzędu 3
OUT      Y    2
    
```

Przykład:



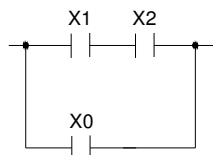
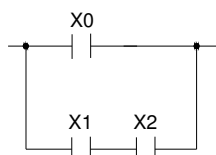
```

ORG      X    1
AND      X    2
LD       X    3
OUTTR    0
AND      X    4
ORLD
OUTTR    1
AND      X    5 ← Wykorzystuje instrukcję AND po instrukcji TR
AND      X    6 ← Wykorzystuje instrukcję LD TR do powrotu z linii rozgałęznej TR
LD TR    1
AND      X    7
LD TR    0
AND      X    9 ← Wykorzystuje instrukcję AND po instrukcji TR
ORLD
AND      X    8
ORLD
OUT      Y    0
    
```

- Powyższy schemat przedstawia typowy przykład połączenia szeregowego dwóch równoległych bloków. Blok 3 tworzony jest, gdy do sieci włączany jest element X9, a dwa równoległe bloki stają się blokami rozgałęzonymi.
- Instrukcja TR jest niepotrzebna, gdyż punkt (*) stanowi linię źródłową.
- W przypadku, gdy do szeregowego połączenia dwóch bloków wykorzystany został już przełącznik TR, to instrukcja ANDLD jest niepotrzebna.

1.7 Techniki upraszczania programu

- Jeżeli do bloku szeregowego podłączony jest równoległe pojedynczy element, to instrukcję ORLD można pominąć pod warunkiem, że blok szeregowy podłączony jest na końcu tego elementu.



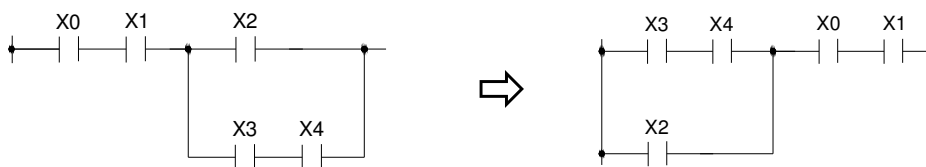
```

LD      X    0
LD      X    1
AND     X    2
ORLD
    
```

```

LD      X    1
AND     X    2
OR      X    0
    
```

- Jeżeli do bloku równoległego podłączony jest równolegle pojedynczy element, to instrukcję ANDLD można pominąć pod warunkiem podłączenia naprzeciwko bloku równoległego.



```

ORG   X   0
AND   X   1
LD    X   2
LD    X   3
AND   X   4
ORLD
ANDLD

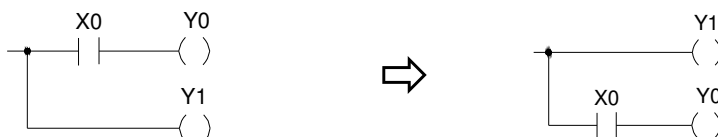
```

```

ORG   X   3
AND   X   4
OR    X   2
AND   X   0
AND   X   1

```

- Jeżeli węzeł obwodu rozgałęźnego podłączony jest bezpośrednio do cewki wyjściowej, to w celu redukcji kodu, cewka ta może być zlokalizowana na końcu linii rozgałęźnej (pierwszego rzędu).



```

OUT TR 0
AND   X   0
OUT   Y   0
LDTR  0
OUT   Y   1

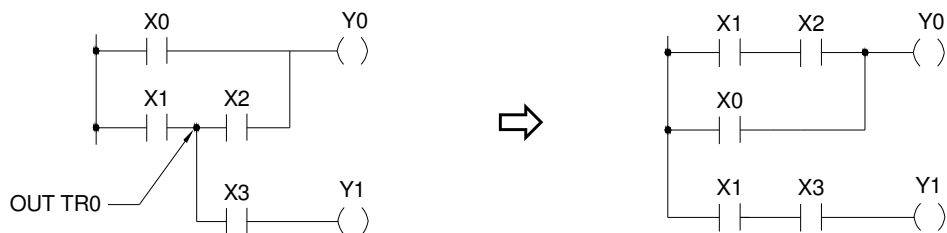
```

```

OUT   Y   1
AND   X   0
OUT   Y   0

```

- Poniższy schemat przedstawia możliwość omięcia przekaźnika TR oraz instrukcji ORLD.



```

ORG   X   0
LD    X   1
OUT TR 0
AND   X   2
ORLD
OUT   Y   0
LDTR  0
AND   X   3
OUT   Y   1

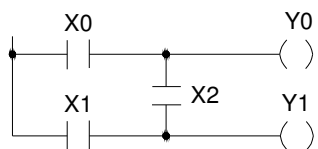
```

```

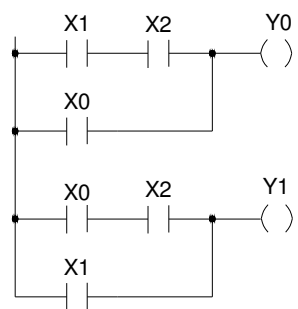
ORG   X   1
AND   X   2
OR    X   0
OUT   Y   0
ORG   X   1
AND   X   3
OUT   Y   1

```

●Konwersja obwodu mostkowego



Sieć o takiej konstrukcji jest niedozwolona w programie PLC



```

ORG X 1
AND X 2
OR X 0
OUT Y 0
ORG X 0
AND X 2
OR X 1
OUT Y 1
    
```