

## ZASTOSOWANIE METODY GRAFPOL DO PROGRAMOWANIA STEROWNIKÓW PLC

*Zaprezentowano zastosowanie języka Grafpol do programowania sterowników PLC, których tryb pracy jest realizowany cyklicznie. Opracowana nowa wersja programu Transformer 2.0 automatycznie generuje równanie schematowe na podstawie algorytmu sterowania zadanego w postaci sieci Grafpol. W efekcie programowanie sterowników PLC sprowadza się do zapisu programu użytkowego na podstawie wygenerowanego równania schematowego.*

### THE USING OF GRAFPOL METHOD FOR PROGRAMMING OF PLC CONTROLLERS

*The using of Grafpol language for programming of PLC controllers which work is cyclic has been presented. The new version of TRANSFORMER 2.0 program automating generates the diagram equation on the base of the algorithm of the controlling which is given in the form of Grafpol net. As a result the programming of PLC controllers amounts to the write of the user program on the base of the generated diagram equation.*

#### 1. WSTĘP

W Instytucie Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Wrocławskiej zostały opracowane nowe metody: MTS i Grafpol, które mogą być stosowane do modelowania dowolnych (skończonych) dyskretnych procesów produkcyjnych i programowania dowolnych, obecnie produkowanych sterowników PLC [1], [2].

Metoda MTS pozwala na syntezę równania schematowego sekwencyjnego układu sterowania, które może być wykorzystywane do zapisu programu użytkowego sterownika PLC.

Metoda Grafpol stanowi podstawę języka Grafpol, który jest zgodny z wymaganiami normy IEC:1131-3.

Do najtrudniejszych i najbardziej pracochłonnych etapów procedury syntezy metodą MTS równania schematowego należał etap realizacji pamięci układu sterowania. Dlatego autorzy opracowali program komputerowy TRANSFORMER 1.0, który pozwala na automatyczne generowanie równania schematowego. Zasady komputerowego wspomaganie programowania metodą MTS sterowników PLC opisano w pracy [3].

Podstawową trudność w korzystaniu z programu TRANSFORMER 1.0 stanowiło wyznaczenie, na podstawie algorytmu sterowania (sieci działania), następujących danych:

- przebiegu zmian wszystkich sygnałów wejściowych układu sterowania,
- przebiegu zmian wszystkich sygnałów wyjściowych układu sterowania.

Dopiero po wprowadzeniu powyższych danych, w postaci sekwencji stanów 0 i 1, program generował równanie schematowe.

W celu znacznego uproszczenia programowania sterowników PLC została opracowana nowa wersja komputerowego wspomaganie modelowania i programowania dyskretnych procesów produkcyjnych - program TRANSFORMER 2.0.

Poniżej zaprezentowano nowy program oraz jego zastosowanie do programowania sterowników PLC, na przykładzie modelowania i programowania wybranego, dyskretnego procesu produkcyjnego.

## 2. PROGRAM TRANSFORMER 2.0

Modelowanie procesów dyskretnych i programowanie sterowników PLC jest realizowane w następujących etapach:

ETAP 1: obejmuje on opracowanie schematu funkcjonalnego procesu, dekompozycję procesu na etapy elementarne oraz wyznaczenie opisu słownego realizacji procesu.

ETAP 2: W tym etapie jest budowany model matematyczny algorytmu procesu, który reprezentuje sieć operacyjna.

ETAP 3: Ten etap jest przeznaczony do przedstawienia algorytmu procesu w postaci sieci Grafpol, która przedstawia etapy elementarne procesu oraz logiczne warunki ich realizacji, zadane w postaci analitycznej.

ETAP 4: Na podstawie sieci Grafpol (algorytmu procesu) jest wyznaczany algorytm sterowania - sieć Grafpol\*. Otrzymuje się ją w wyniku odwzorowania zbioru etapów elementarnych zbiorem zmiennych wyjściowych układu sterowania (sterownika PLC).

ETAP 5: Ostatni etap stanowi zapis programu użytkowego sterownika PLC.

Program TRANSFORMER 2.0 jest wykorzystywany w ostatnim etapie procedury modelowania procesów dyskretnych i programowania sterowników PLC.

Podczas korzystania z programu obowiązuje wykonanie następujących zadań:

1. Zapis algorytmu sterowania w języku Grafpol.
2. Edycja logicznych zależności przyczynowo - skutkowych, określających warunki realizacji etapów elementarnych oraz zmiennych wyjściowych układu sterowania.
3. Edycja odcinków zorientowanych, określających kierunek przepływu sygnałów.
4. Określenie etapów START i STOP cyklu.

*ad. 1*

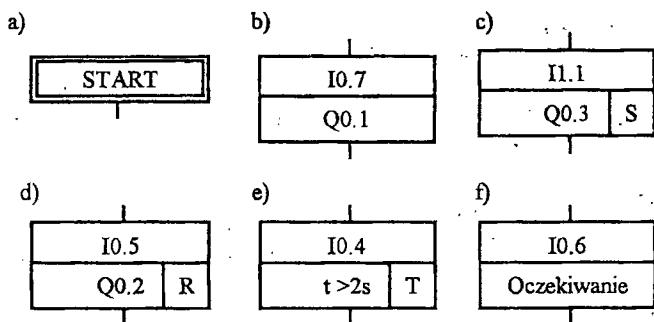
Po wejściu w tryb edycji można zapisać, za pomocą języka Grafpol (rys. 1), algorytm sterowania, który reprezentuje sieć Grafpol\*.

Arkusze programowania jest podzielony na 6 kolumn i 14 wierszy. Wiersze nieparzyste są przeznaczone do zapisu kroków, które przedstawiono na rys. 1.

Etap START przedstawia stan układu sterowania w momencie rozpoczęcia realizacji procesu.

KROK (rys. 1b) reprezentuje instrukcję związaną z realizacją etapu elementarnego, którego zakończenie realizacji następuje w momencie spełnienia warunku określającego rozpoczęcie wykonywania etapu następnego.

KROK (S) (rys. 1c) reprezentuje instrukcję związaną z realizacją etapu elementarnego, którego zakończenie wykonywania nie następuje w momencie spełnienia warunku realizacji etapu następnego.



Rys. 1. Symbole graficzne języka Grafpol

KROK (R) (rys. 1d) reprezentuje instrukcję określającą zakończenie wykonywania etapu związanego z KROKIEM (S).

KROK (T) (rys. 1e) reprezentuje instrukcję związaną z realizacją etapu, którego zakończenie wykonywania określa upływ zadanego czasu.

KROK (OCZEKIWANIE) (rys. 1f) oznacza nie wykonywanie żadnej instrukcji programu.

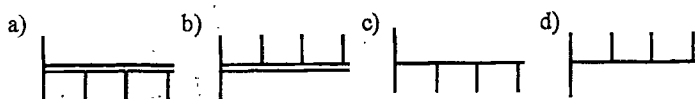
Do przewijania arkusza programowania służą klawisze  $\uparrow$ ,  $\rightarrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\leftarrow$ .

#### ad. 2

Po wskazaniu kursorem danego kroku i wciśnięciu klawisza *Insert* można przejść do edycji logicznych zależności przyczynowo - skutkowych i zmiennych wyjściowych sterownika PLC, dla kroków pokazanych na rys. 1b,c,d. Dla kroku czasowego można edytować zależności przyczynowo - skutkowe i czas realizacji etapu elementarnego. W przypadku kroku oczekiwania zapisywana jest tylko zależność przyczynowo - skutkowa.

#### ad. 3

Do realizacji procedur współbieżnych są wykorzystywane przejścia oznaczone podwójną linią (rys. 2a,b). Alternatywę wyboru procedur sekwencyjnych można zapisywać za pomocą przejść pokazanych na rys. 2c,d. Możliwe jest także deklarowanie pomijania realizacji sekwencji etapów oraz sekwencji etapów realizowanych cyklicznie.



Rys. 2. Symbole graficzne przejść określających procedury realizowane współbieżnie lub alternatywnie

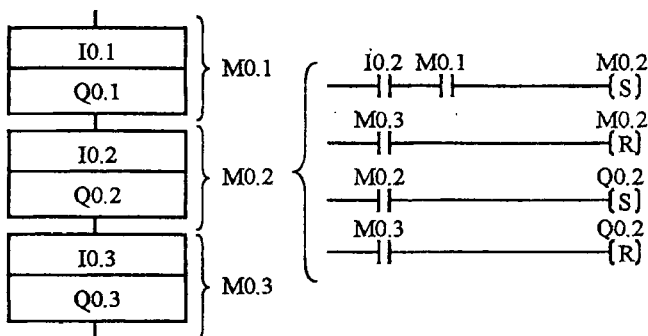
#### ad. 4

Po zapisie programu należy określić etapy START i STOP cyklu lub zadeklarować cykliczność realizacji procesu.

Po zapisie algorytmu sterowania program TRANSFORMER 2.0 przechodzi do wyznaczania programu sterującego w języku LD.

Każdemu krokowi jest przyporządkowany osobny znacznik ( $M_i$ ). Stan znacznika jest ustawiany na 1, gdy poprzedni krok jest aktywny i warunek realizacji kroku związanego ze znacznikiem jest spełniony. Kasowanie znacznika następuje w momencie spełnienia warunku

logicznego związanego z krokiem następnym. Taki zapis znaczników umożliwia określenie stanu poszczególnych wyjść sterownika PLC za pomocą stanu dwóch znaczników ustawianych przez określone wartości zależności opisujących warunki logiczne realizacji poszczególnych etapów elementarnych sterowanego procesu. Zasadę ustawiania i kasowania znaczników oraz wyjść sterownika zilustrowano na rys. 3.



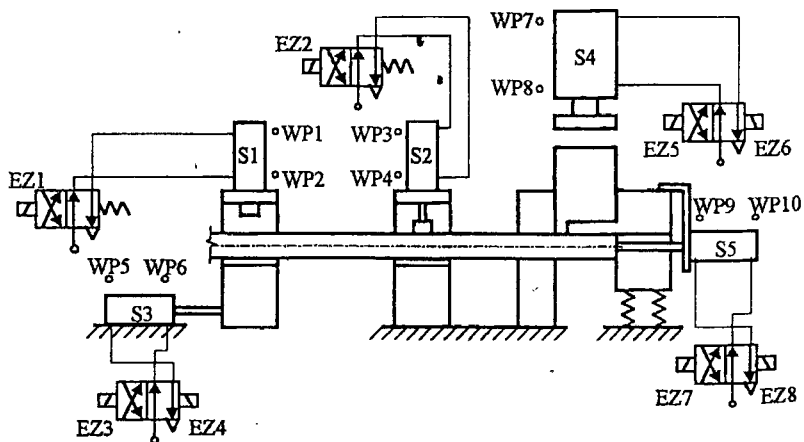
Rys. 3. Ilustracja ustawiania i kasowania znaczników oraz wyjść sterownika PLC

Po zakończeniu przetwarzania wprowadzonych danych uzyskuje się na ekranie program użytkowy w postaci schematu drabinkowego, który należy zapisać w pamięci sterownika PLC.

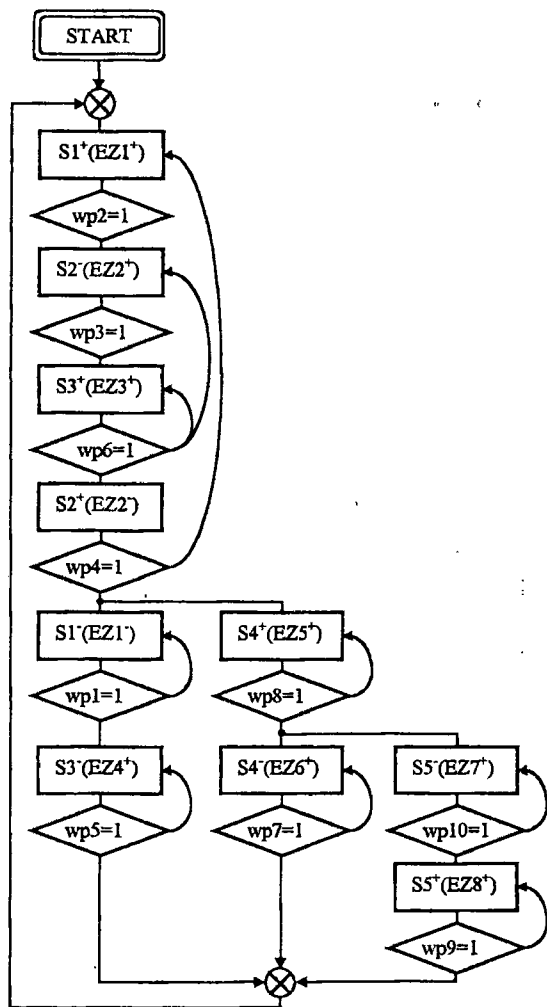
Opracowana wersja programu TRANSFORMER 2.0 jest dostosowana do programowania sterowników Simatic S7-200, ale po nieznacznych modyfikacjach program ten można aplikować do programowania dowolnego, obecnie produkowanego sterownika PLC.

### 3. MODELOWANIE I PROGRAMOWANIE PROCESU BEZODPADOWEGO CIĘCIA RUR

Schemat funkcjonalny procesu bezodpadowego cięcia rur zamieszczono na rys. 4. Stanowi on podstawę do wyznaczenia algorytmu procesu (sieci operacyjnej), który pokazano na rys. 5.



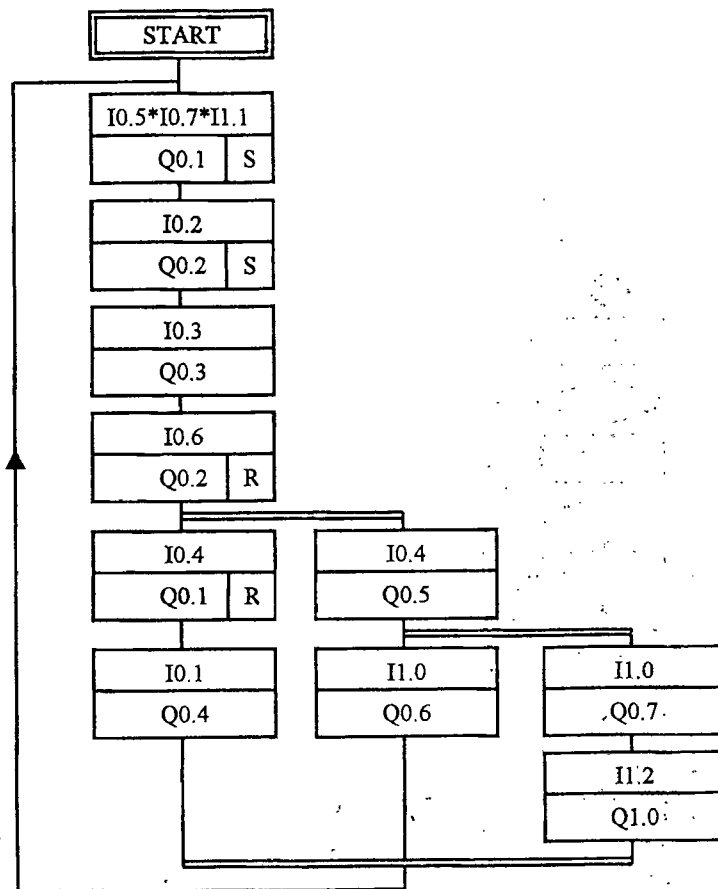
Rys. 4. Schemat funkcjonalny procesu bezodpadowego cięcia rur



Rys. 5. Algorytm procesu bezodpadowego cięcia rur

Na rys. 6. przedstawiono algorytm sterowania (sieć Grafpol\*), który otrzymano na podstawie transformacji algorytmu procesu.

Po zapisie algorytmu sterowania w edytorze programu TRANSFORMER 2.0 otrzymuje się program użytkowy napisany w języku LD, który pokazano na rys. 7.



Rys. 6. Algorytm sterowania procesem bezodpadowego cięcia rur

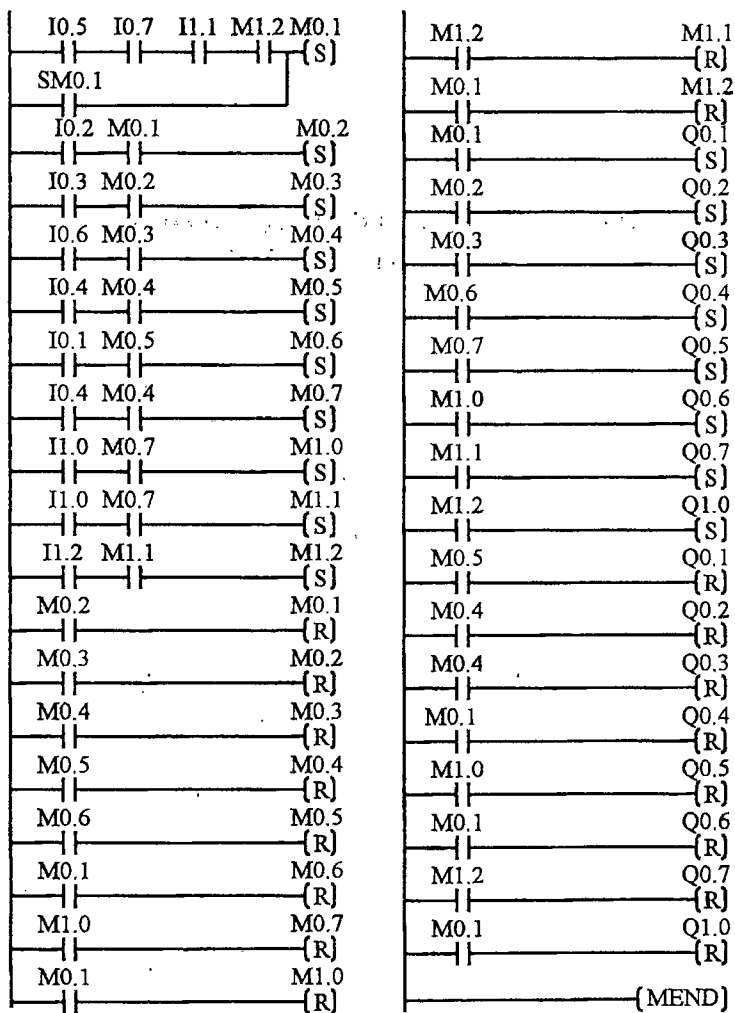
## 5. ZAKOŃCZENIE

Zaprezentowany program TRANSFORMER 2.0 pozwala na zastosowanie metody Grafpol do łatwego i szybkiego programowania sterowników PLC.

Opracowany program komputerowego wspomaganie programowania sterowników PLC pozwala uprościć do niezbędnego minimum procedurę ich programowania.

Podstawową zaletą programu TRANSFORMER 2.0 jest to, że umożliwia on modelowanie i programowanie metodą Grafpol dyskretnych procesów produkcyjnych, bez konieczności wykonywania pracochłonnych czynności związanych z wyznaczaniem i zapisem przebiegu sygnałów wejściowych i wyjściowych układu sterowania, wykonywanych na podstawie algorytmu sterowania.

Metoda Grafpol oraz program TRANSFORMER 2.0 stanowi narzędzie, które upraszcza programistom do minimum procedurę modelowania i programowania dyskretnych procesów produkcyjnych.



Rys. 7. Program użytkowy sterownika Simatic S7-200 do sterowania procesu bezodpadowego cięcia rur

## LITERATURA

- [1] Mikulczyński T., Samsonowicz Z., *Automatyzacja dyskretnych procesów produkcyjnych*, WNT, Warszawa 1997.
- [2] Mikulczyński T., Samsonowicz Z., Więclawek R., *Using the transformation method to program programmable logic controllers*, Control Eng. Pract. 1998, vol. 6, nr 8, s. 989-996.
- [3] Mikulczyński T., Samsonowicz Z., Więclawek R., *Komputerowe wspomaganie programowania sterowników PLC metodą MTS*, Konferencja „Automation '98”, Warszawa 1998.