

Adaptacja sterownika PLC do obiektu sterowania. Synteza algorytmu procesu i sterowania metodą GRAFCET i SFC

Proces technologiczny (etap procesu produkcyjnego/przemysłowego) – podstawa współczesnych systemów wytwarzania; jest określony przez **schemat funkcjonalny** oraz **opis słowny** jego przebiegu.

Do napisania programu na sterownik PLC potrzebny jest **algorytm sterowania procesem.**

Do syntezy **algorytmu procesu** konieczne są:

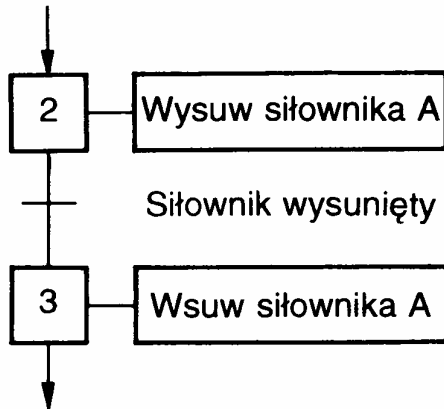
- znajomość **schematu funkcjonalnego procesu,**
- jego **opis słowny.**

Metody zapisu **algorytmu procesu:**

- sieć GRAFCET
- sieć SFC.

Metoda GRAFCET

- graf zorientowany
- podział na **miejsca** i **tranzycje**
- sieć jest zapisywana zgodnie z kolejnością operacji w procesie, według zasady zapisu etapów od góry do dołu,
- makroetapy: współbieżne, sekwencyjne
- makroprocedury



Miejsca - etapy elementarne – nie podlegają dalszej dekompozycji, są oznaczone numerami, umieszcza się opis słowny

Tranzycje - przejścia, które określają porządek wykonywania procesu, każda tranzycja jest związana z etapem poprzednim (odcinek wchodzący) i etapem następnym (odcinek wychodzący)

Etap początkowy – stan procesu w chwili rozpoczęcia jego realizacji, na poziomie sterowania – stan po zainicjowaniu pracy sterownika

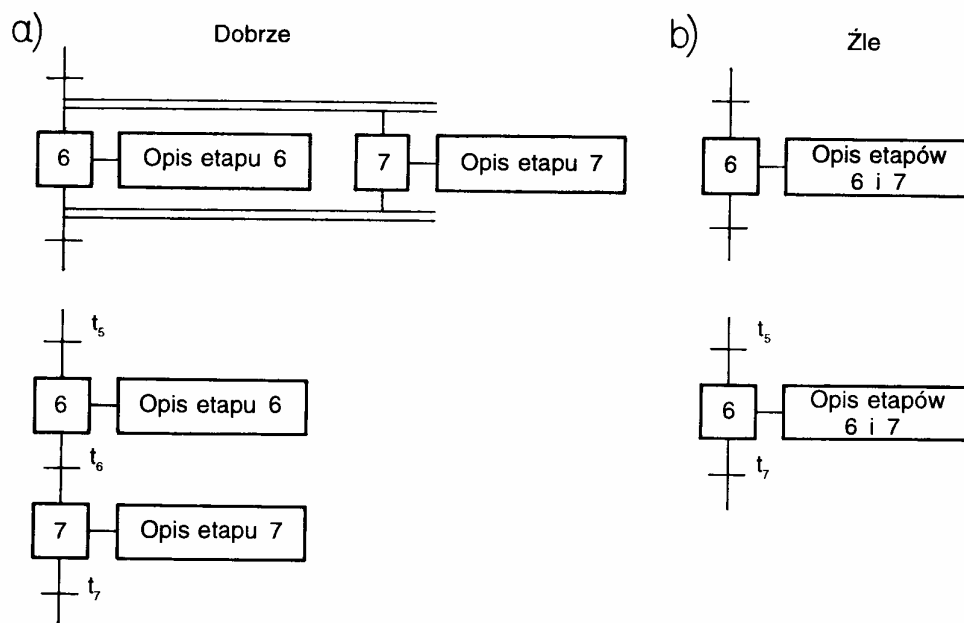
Algorytm procesu – określa kolejność realizacji poszczególnych etapów oraz warunki logiczne przechodzenia od jednego etapu procesu do następnego.

W wyniku wyznaczenia tranzycji sieci Grafcet otrzymuje się graficzno-analityczny model matematyczny algorytmu procesu.

Po zamodelowaniu tranzycji logicznym zależnościami przyczynowo-skutkowymi sieć Grafcet jest siecią logiczną – podaje kolejność realizacji etapów i logiczne warunki ich realizacji.

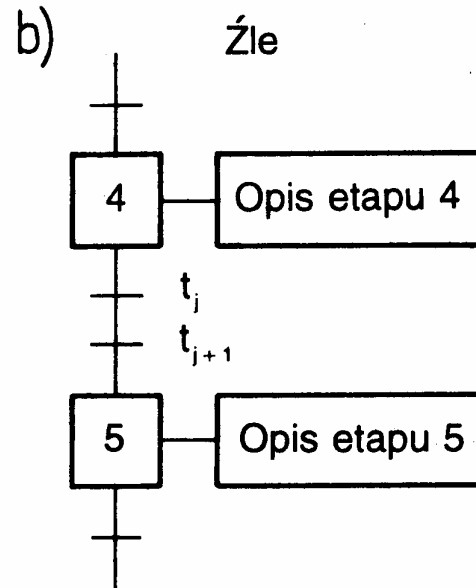
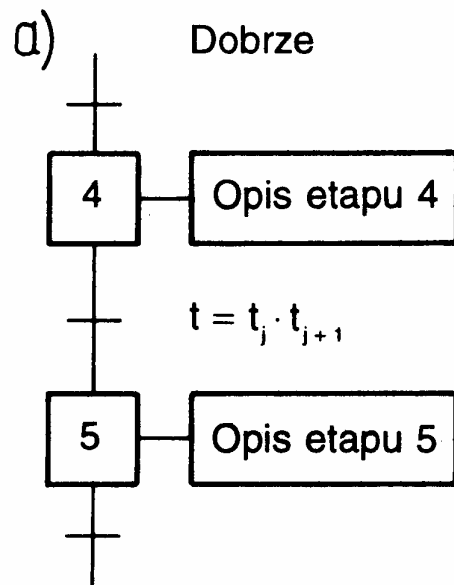
Prawidłowy, jednoznaczny zapis **algorytmu procesu** siecią Grafcet wymaga określonych **zasad** jej konstruowania.

Zasada 1. Każdemu etapowi procesu musi odpowiadać tylko jedno miejsce w sieci Grafcet oznaczone innym, niepowtarzającym się numerem.



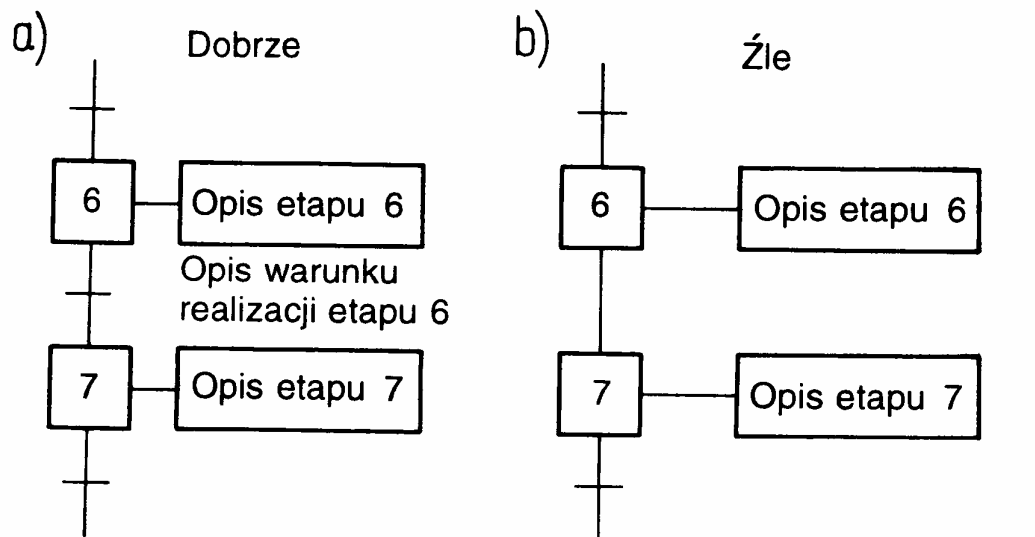
Zasada 2.

Dwa dowolne miejsca w sieci (etapy procesu) musi rozdzielać tylko jedna tranzycja.

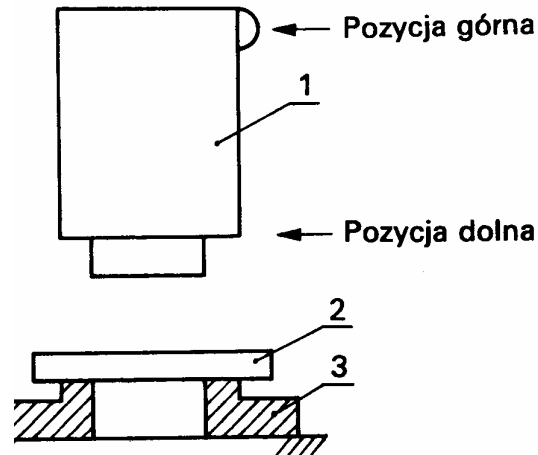


Zasada 3.

Przechodzenie od jednego miejsca w sieci Grafcet do następnego (od jednego etapu procesu do następnego) jest możliwe tylko i wyłącznie przez tranzycję.



Proces wykrawania otworów



Schemat funkcjonalny

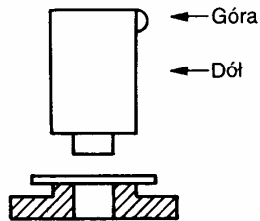
Opis słowny

Na rysunku pokazano schemat funkcjonalny procesu wykrawania otworów w blasze, przedstawiający go w stanie wyjściowym (początkowym).

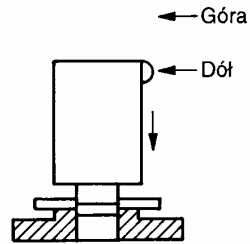
Proces powinien przebiegać następująco:

1. ruch wykrojnika 1 w dół powoduje wykrawanie otworu w blasze 2 ustawionej na matrycy 3;
2. po wykonaniu otworu wykrojnik wraca do pozycji wyjściowej;
3. proces jest realizowany cyklicznie.

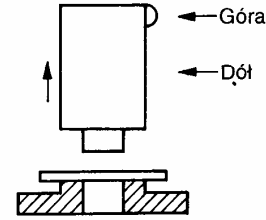
ETAP 1: START PROCESU



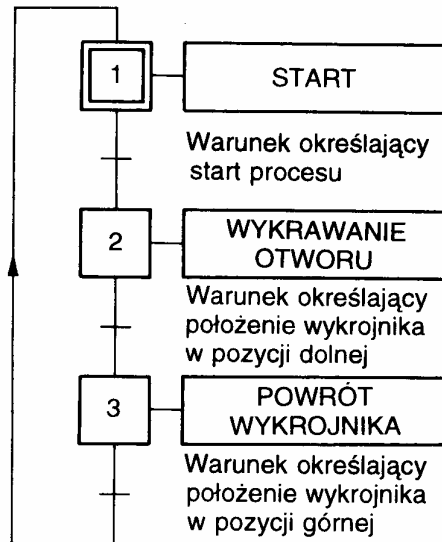
ETAP 2: WYKROJENIE OTWORU



ETAP 3: POWRÓT WYKROJNIKA



Podział procesu wykrawania otworów na etapy elementarne



Algorytm procesu – sieć Grafcet

Algorytm sterowania procesem – określa kolejność realizacji instrukcji programu (warunki logiczne przechodzenia od jednej instrukcji do następnej) sterownika PLC sterującego realizacją procesu zgodnie z założonym algorytmem procesu.

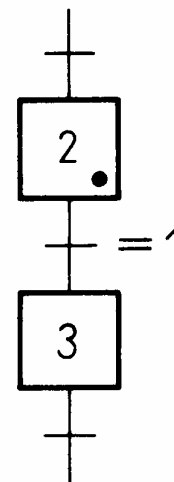
Otrzymuje się go w wyniku przyporządkowania zmiennych wyjściowych Y_i układu sterowania etapom Z_i procesu, których sygnały wyjściowe sterują realizacją poszczególnych etapów. W efekcie otrzymuje się analityczno-graficzny model algorytmu sterowania, który określa zależności między sygnałami wejściowymi i wyjściowymi sterownika PLC.

Aktywność etapu – etap jest aktywny od chwili rozpoczęcia jego realizacji do chwili rozpoczęcia realizacji etapu następnego.

Podstawowe **reguły** określające zmiany stanu procesu, istotne na poziomie sterowania procesem.

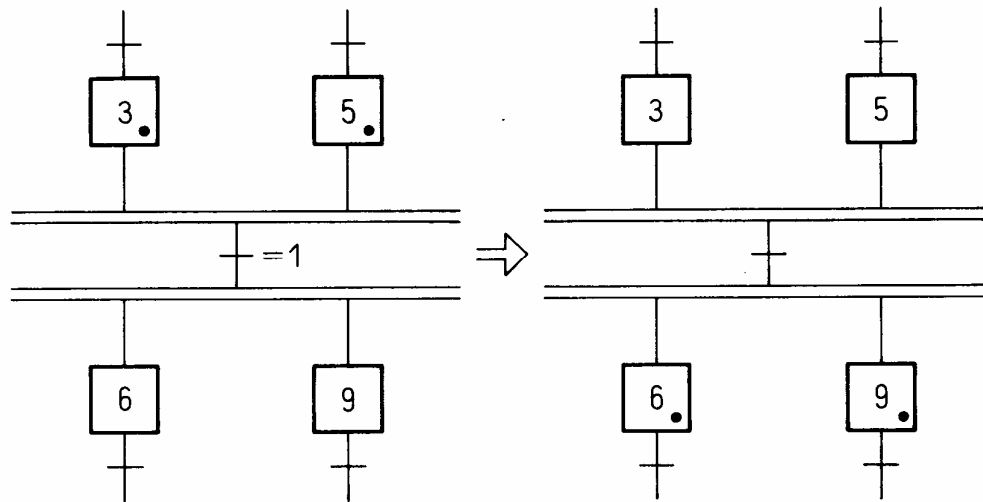
Reguła 1. Zmiana stanu procesu jest reprezentowana w sieci Grafcet przez zapalenie tranzycji. Tranzycja jest zapalona, gdy zostały spełnione następujące warunki:

1. Etap (etapy) poprzedzający tranzycję jest aktywny oraz zostało zakończone jego wykonywanie.
2. Warunek logiczny określający tranzycję (zależność przyczynowo-skutkowa) ma wartość równą 1.

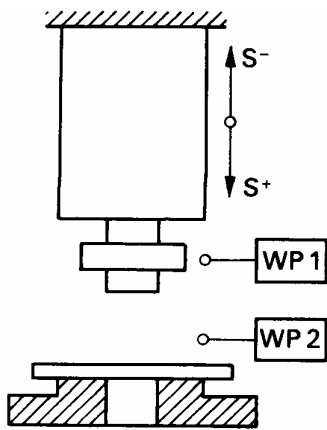


Reguła 2. Zapalenie tranzycji w sieci Grafcet powoduje, że:

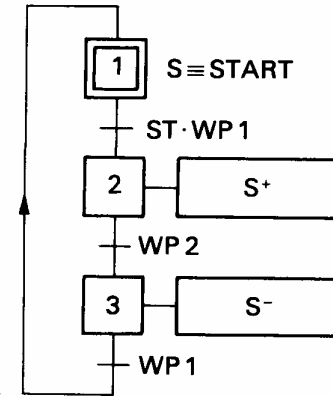
1. W stan aktywny przechodzą wszystkie etapy związane z odcinkami zorientowanymi wychodzącymi z zapalanej tranzycji.
2. W stan nieaktywny przechodzą wszystkie etapy związane z odcinkami zorientowanymi wchodzącymi do zapalanej tranzycji.



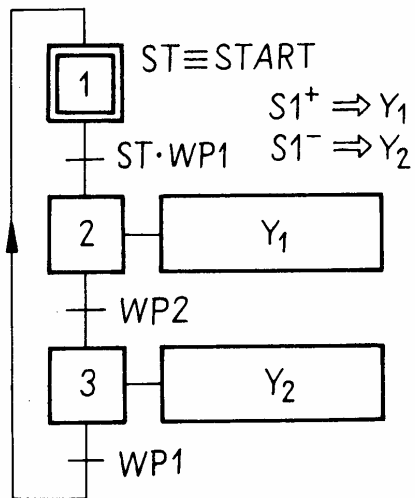
Reguła 3 Etap początkowy określa stan procesu w momencie rozpoczęcia jego realizacji, czyli stan układu sterowania po zakończeniu inicjacji jego pracy.



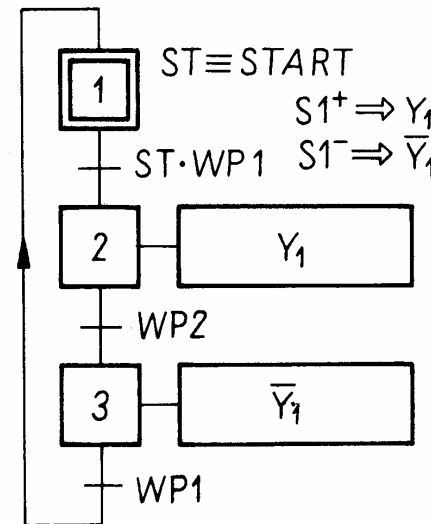
Schemat funkcjonalny procesu – uwzględnienie elementów wykonawczych i czujników



Algorytm procesu – wyznaczone tranzycje



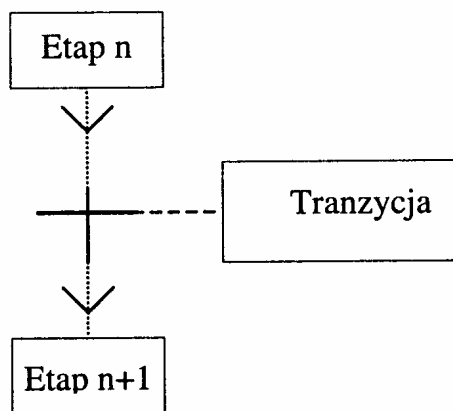
Algorytm sterowania procesem



Opcja: zawór ze sprężyną powrotną

Graf sekwencji **SFC** (*Sequential Function Chart*)

- zawiera zestaw **kroków** i **tranzycji**,
- zawsze jest jeden krok początkowy,
- z każdym etapem skojarzone jest pewne **działanie** (action),
- etap, który zawiera zero działań realizuje funkcję *WAIT*, tzn. oczekiwane jest spełnienie warunków przejścia do następnego etapu,



Krok (ang. step, etap) - określa etap procesu lub zestaw działań sterownika PLC skojarzonych z etapem procesu.

Przejsie (tranzycja) reprezentuje warunki logiczne realizacji poszczególnych kroków programu, czyli etapów procesu.

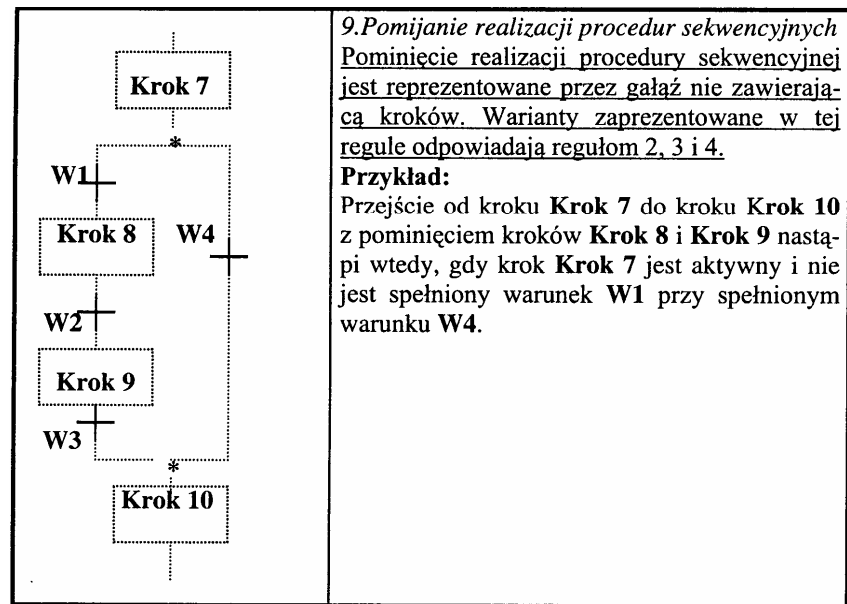
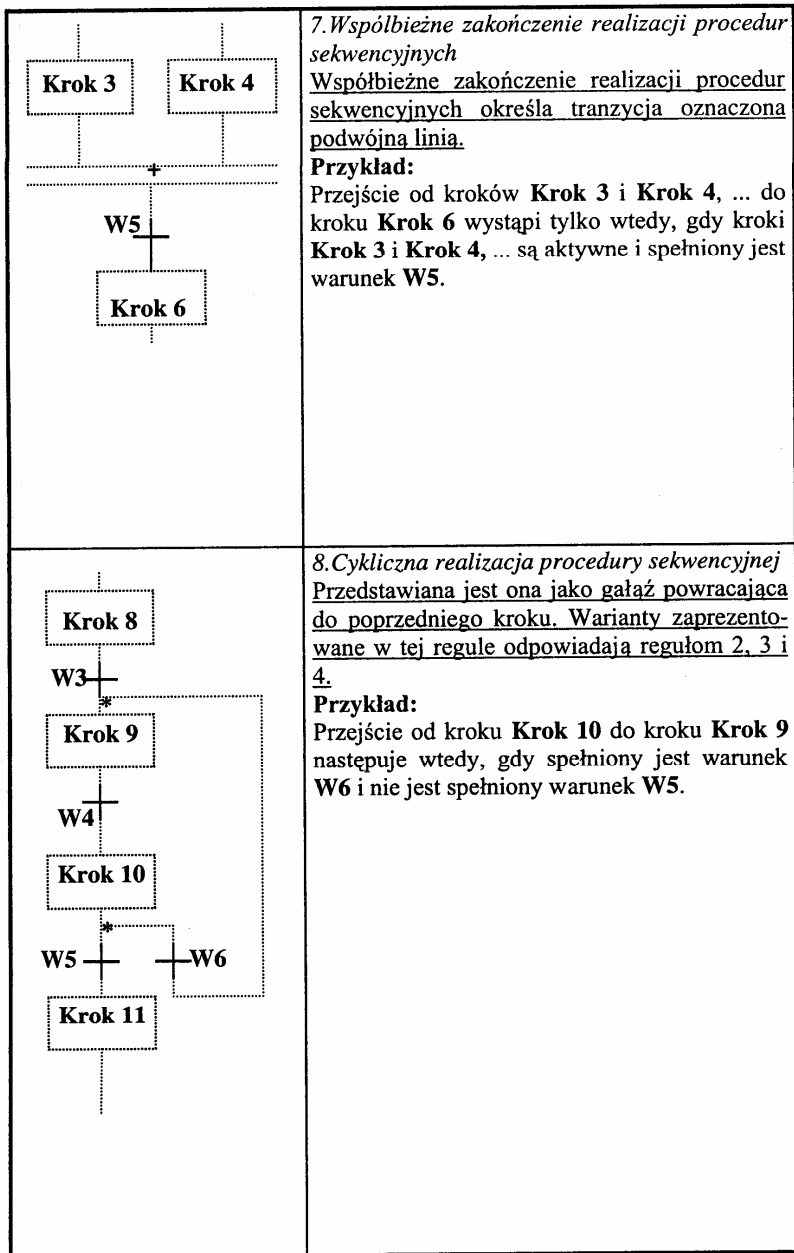
Działanie - może być wyrażone przez zmienną logiczną lub zestaw instrukcji

Stan początkowy (wyjściowy) procesu oraz sterownika PLC określa krok początkowy (inicjujący). Dowolna sieć SFC może mieć tylko jeden krok początkowy.

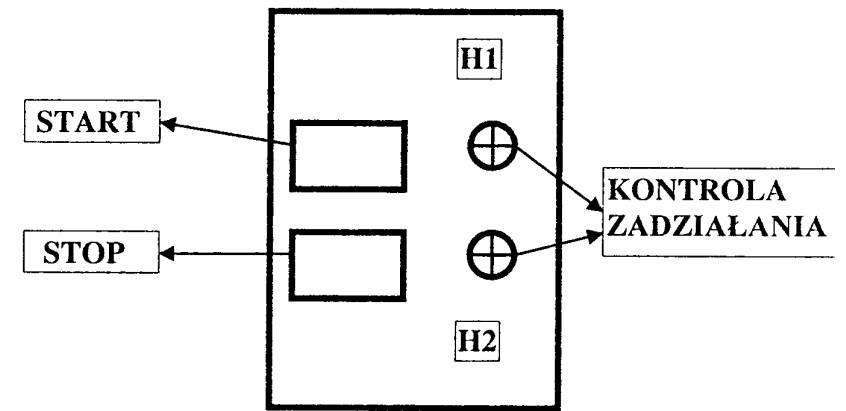
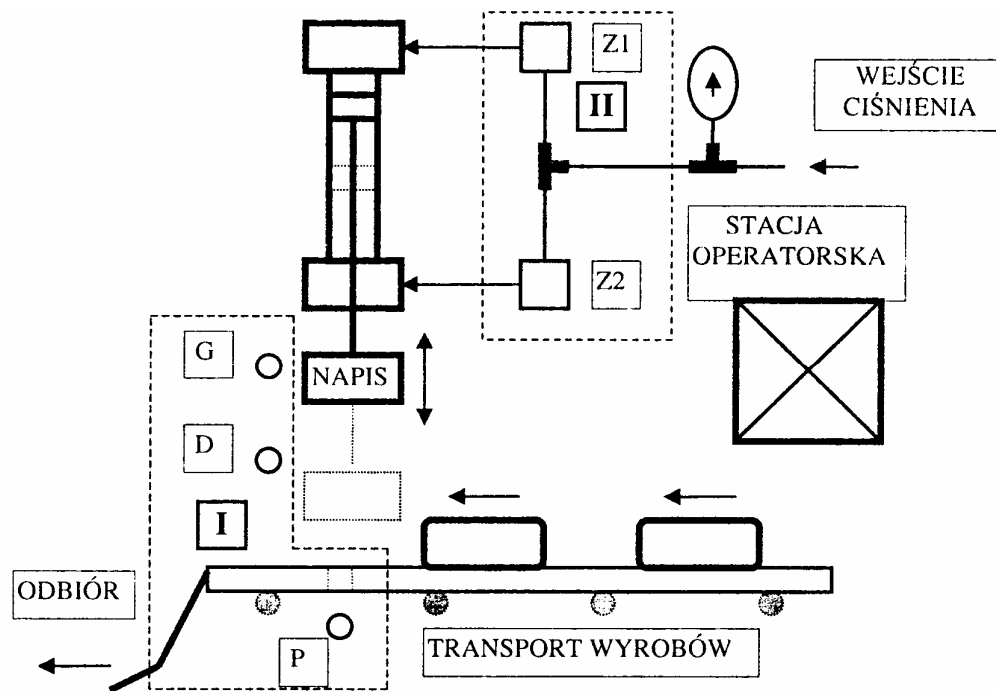
Zasady modelowania za pomocą sekwencji etapów i przejść w grafie SFC

Przykład	Reguła
<p style="text-align: center;">Krok 1 + W Krok 2</p>	<p>1. Realizacja kroku w procedurze sekwencyjnej: <u>Zmiana kroku</u> Przykład: Przejdzie do realizacji kroku Krok 2 jest możliwe w przypadku, gdy aktywny jest krok Krok 1 i spełniony jest warunek W.</p>
<p style="text-align: center;">Krok 3 + W1 + W2 Krok 4 Krok 5</p>	<p>2. Realizacja wyboru procedury sekwencyjnej: <u>Wybór procedury sekwencyjnej za pomocą gwiazdki oznacza pierwszeństwo wyboru od lewej do prawej strony</u> Przykład: Przejdzie od kroku Krok 3 do kroku Krok 4 nastąpi tylko wtedy, gdy krok Krok 3 jest aktywny i spełniony jest warunek W1. Przejdzie od kroku Krok 3 do kroku Krok 5 jest możliwe tylko wtedy, gdy aktywny jest krok Krok 3 i spełniony jest war. W2 i nie W1</p>
<p style="text-align: center;">Krok 5 + W2 + W3 Krok 6 Krok 7</p>	<p>3. Realizacja wyboru procedury sekwencyjnej <u>Wybór procedury sekwencyjnej, którą reprezentuje gwiazdka oraz numerowane gałęzie, wskazuje zadeklarowane pierwszeństwo wyboru procedury. Gałęzie o niższym numerze mają wyższy priorytet.</u> Przykład: Przejdzie od kroku Krok 5 do kroku Krok 7 jest możliwe tylko wtedy, gdy krok Krok 5 jest aktywny i spełniony jest warunek W3. Przejdzie od kroku Krok 5 do kroku Krok 6 nastąpi tylko wtedy, gdy krok Krok 5 jest aktywny i spełniony jest warunek W2 i nie jest spełniony warunek W3.</p>

<p style="text-align: center;">Krok 2 + W1 + NOT W1&W2 Krok 3 Krok 4</p>	<p>4. Realizacja wyboru procedury sekwencyjnej <u>Wzajemne wykluczanie realizacji procedur sekwencyjnych jest wykonywane przez stosowanie funkcji NOT.</u> Przykład: Przejdzie od kroku Krok 2 do kroku Krok 3 następuje tylko wtedy, gdy krok Krok 2 jest aktywny i jest spełniony warunek W1. Przejdzie od kroku Krok 2 do kroku Krok 4 jest możliwe, gdy krok Krok 2 jest aktywny i jest spełniony warunek W2 i nie jest spełniony warunek W1.</p>
<p style="text-align: center;">Krok 3 + W3 + W4 Krok 4 Krok 5</p>	<p>5. Zakończenie realizacji procedur sekwencyjnych <u>Alternatywa wyboru procedury sekwencyjnej po zakończeniu realizacji procedur sekwencyjnych</u> Przykład: Przejdzie do kroku Krok 6 możliwe jest tylko wtedy, gdy krok Krok 4 jest aktywny i jest spełniony warunek W3 lub gdy krok Krok 5 jest aktywny i spełniony jest warunek W4.</p>
<p style="text-align: center;">Krok 9 + W4 Krok 10 Krok 11</p>	<p>6. Współbieżne rozpoczęcie realizacji procedur sekwencyjnych <u>Współbieżną realizację procedur sekwencyjnych określa tranzycja oznaczona linią podwójną przerywaną</u> Przykład: Przejdzie od kroku Krok 9 do kroków Krok 10 i Krok 11, ... nastąpi wtedy, gdy krok Krok 9 jest aktywny i jest spełniony warunek W4. Przy jednoczesnej aktywacji kroków Krok 10 i Krok 11, ... realizacja każdej procedury sekwencyjnej staje się niezależna.</p>



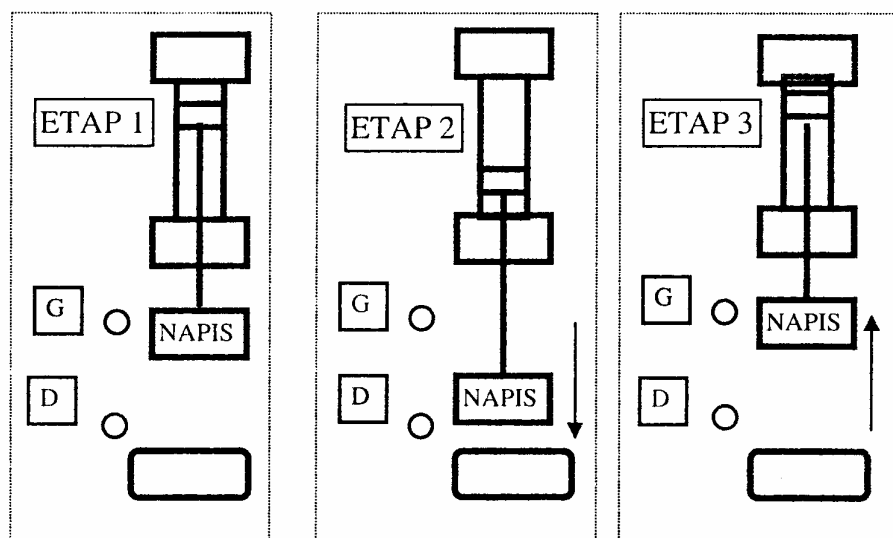
Proces stemplowania napisu na wyrobie



Schemat funkcjonalny

Opis słowny: ruch stempla w dół do pozycji D powoduje odbicie właściwego "logo" na wyrobie ustawionym w miejscu kontroli położenia P; po wykonaniu tej czynności stempel wraca do położenia wyjściowego G (w tym czasie następuje odbiór wyrobu) i oczekuje na podanie przez taśmociąg T kolejnego wyrobu do stemplowania; proces jest realizowany automatycznie.

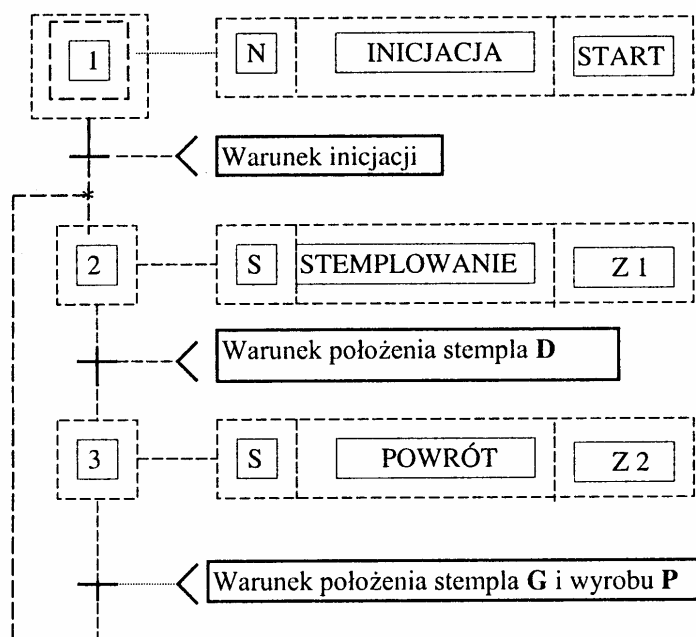
Uwaga! Transport wyrobów na taśmie kontroluje inny sterownik PLC



I – Start procesu

II – Stemplowanie napisu

III – Powrót stempla



NR1 - inicjacja działania procesu poprzez naciśnięcie przycisku "START" na pulpicie sterującym; kwalifikator typu N - układ pracuje w systemie automatycznym i wyzwolenie jest jednorazowe.

NR2 - rozpoczęcie procesu stemplowania poprzez wysterowanie zaworu Z1, zasilającego siłownik pneumatyczny; kwalifikator - typu S.

NR3 - rozpoczęcie procesu powrotu stempla poprzez wysterowanie Z2, zasilającego siłownik pneumatyczny; warunki jak wyżej.

Warunki tranzycji:

WARUNEK INICJACJI -

- stempel znajduje się w pozycji górnej, tzn. **G = „1”**;
- materiał do stemplowania znajduje się w pozycji roboczej, tzn. **P = „1”**.

WARUNEK POŁOŻENIA STEMPLA D -

- stempel znajduje się w pozycji dolnej tzn. **D = „1”**

WARUNEK POŁOŻENIA STEMPLA G i WYROBU P-

- stempel znajduje się w pozycji górnej tzn. **G = „1”**;
- materiał do stemplowania znajduje się w pozycji roboczej;
- nie został pobudzony przycisk "STOP".

Proces mieszania:

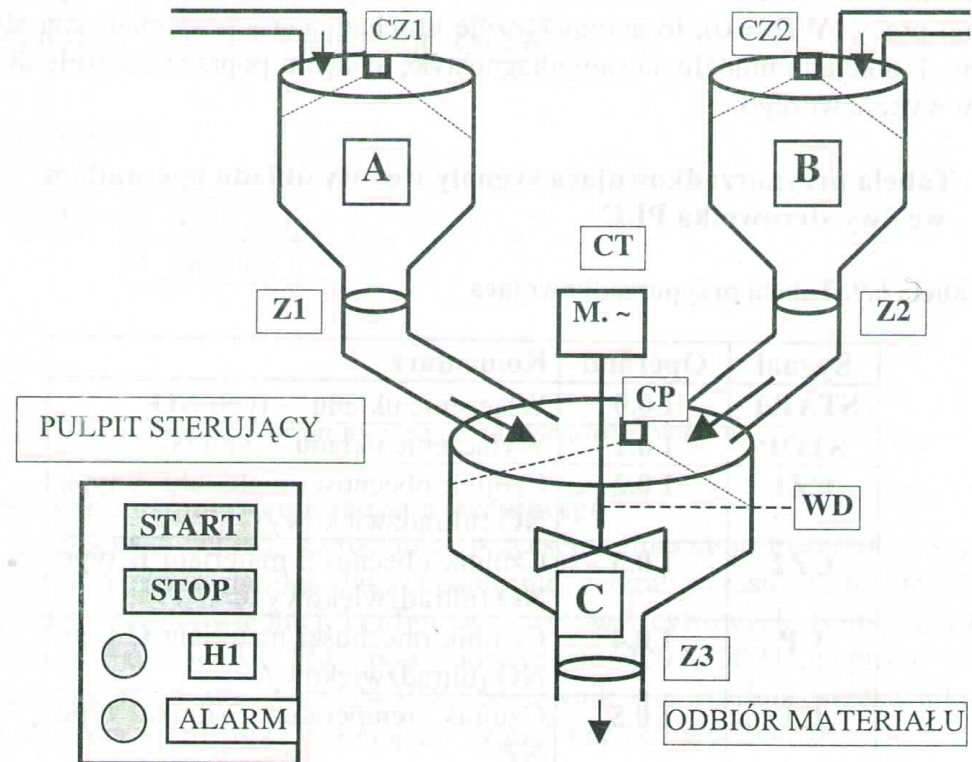
Zrealizować układ sterowania procesem mieszania materiałów sypkich.

Napięcie zasilania układów we/wy wynosi 24 VDC.

Tabela przyporządkowująca sygnały we/wy

- projekt „miesz”
- słownik
- konfigurator we/wy.

Schemat funkcjonalny



Opis działania układu

Układ jest włączany przyciskiem **Start** i realizuje jednorazowy proces mieszania materiałów sypkich pochodzących z zbiorników **A** i **B**. Proces odbywa się w zbiorniku głównym **C**.

Warunkiem rozpoczęcia procesu jest stan: zbiorniki A i B pełne (wejścia **CZ1=1**, **CZ2=1**) oraz zbiornik C pusty (wejście **CP=0**).

W przypadku, gdy sterownik otrzyma od czujników sygnał braku choćby jednego materiału lub obecność w **C**, następuje włączenie lampki sygnalizującej awarię układu (wyjście **alarm=1**) oraz nie istnieje możliwość załączenia procesu mieszania. Sygnalizacja awarii wyłączy się po uzupełnieniu brakującego materiału (lub opróżnieniu zbiornika **C**) i wówczas układ jest gotowy do pracy po ponownym załączeniu przyciskiem **Start**.

Układ można w każdej chwili wyłączyć za pomocą przycisku **Stop**.

Ze względów bezpieczeństwa sterownik współpracuje z czujnikiem termicznym **CT** umieszczonym w silniku obracającym mieszadło. Ponadto wejście diagnostyczne **WD** sygnalizuje awarię, gdy **M=1** silnik załączony przez sterownik.

Algorytm procesu

