



POLISH ACADEMY OF SCIENCES - MATERIALS SCIENCE COMMITTEE
SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY OF GLIWICE
INSTITUTE OF ENGINEERING MATERIALS AND BIOMATERIALS
ASSOCIATION OF ALUMNI OF SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Conference
Proceedings

11th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
ACHIEVEMENTS IN MECHANICAL & MATERIALS ENGINEERING

Metodyka rozwiązywania zadania sterowania modułowym systemem produkcyjnym

J. Świder, J. Gorczyński

Katedra Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska
ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Poland

W artykule przedstawiono metodykę postępowania podczas rozwiązywania zadania sterowania modułowym systemem produkcyjnym. Scharakteryzowany został system modułowy oraz omówione zostały kolejne fazy tworzenia projektu aplikacji dla PLC kontrolującego przebieg procesu technologicznego.

1. WPROWADZENIE

Program sterownika stanowi ważny element systemów opartych na PLC. Umieszczony w pamięci jednostki centralnej zbiór zależności logicznych pomiędzy zmiennymi procesowymi steruje procesem wykonywanym w danym systemie produkcyjnym. W celu zapewnienia prawidłowej pracy systemu oraz zachowania jego elastyczności, program musi być zaprojektowany zgodnie ze specyfikacją sterowanego systemu oraz posiadać pełną dokumentację umożliwiającą dokonywanie w nim modyfikacji i zmian. Tworzenie aplikacji sterującej pracą systemu, poprzedzone szczegółowym zapoznaniem się z zadaniem, które ma być w nim realizowane, polega na napisaniu programu, zgodnie z obowiązującymi zasadami w normie IEC 1131-3. Program, oprócz poprawnie realizowanego algorytmu sterowania, powinien zapewniać obsługę urządzeń HMI (panele operatorskie), kontrolować stan systemu, zapewniając bezpieczeństwo operatora i urządzeń, a także obsługiwać podsystem komunikacyjny.

Ze względu na stopień złożoności systemów sterowania opartych na sterownikach logicznych oraz dużą liczbę czynników, które należy wziąć pod uwagę podczas ich programowania, tworzenie aplikacji powinno być wspomagane algorytmem postępowania, prowadzącym do uzyskania poprawnie wykonanego programu. W artykule zaprezentowana została metodyka postępowania podczas tworzenia aplikacji dla modułowego systemu produkcyjnego, realizującego zadany proces technologiczny.

2. MODUŁOWY SYSTEM PRODUKCYJNY

Modułowy system produkcyjny jest systemem wytwórczym, w którym realizowane zadanie podzielone jest na etapy wykonywane przez poszczególne jednostki produkcyjne, stanowiące jego moduły. Każdy moduł realizuje część procesu, składającą się na całościowe

zadanie. Systemy modułowe charakteryzuje to, że każdy moduł stanowi w pełni autonomiczne gniazdo produkcyjne, posiadające własny *układ sterowania* (sterownik logiczny wraz z okablowaniem), *układ zasilania* oraz *panel operatorski* stanowiący interfejs pomiędzy sterownikiem, a operatorem.

Wykonywanie zadania w modułowym systemie produkcyjnym wymaga jednokierunkowego przepływu materiałowego pomiędzy kolejnymi stanowiskami. W związku z tym w systemach modułowych można wyróżnić podsystem przepływu strumieni materiałowych oraz ściśle z nim związany podsystem przepływu strumieni informacyjnych. Przepływ materiału zapewniają urządzenia realizujące transport międzystanowiskowy (np. manipulatory), które podczas przekazywania detalu mogą ingerować w przestrzeń roboczą sąsiednich stanowisk. Te czynniki powodują, że sterowanie modułowym systemem produkcyjnym wymaga, oprócz sterowania procesem wykonywanym na pojedynczym stanowisku, zapewnienia wymiany informacji procesowych pomiędzy współpracującymi modułami. Dane te przekazują informację o etapie realizowanego procesu, synchronizując w ten sposób pracę stanowisk (np. wysyłanie sygnału zgłaszającego gotowość do pobrania detalu), a także informacje dotyczące obrabianego detalu (np. określające własności fizyczne przedmiotu).

3. MODELOWANIE SYSTEMU

Liczba czynników, jakie należy wziąć pod uwagę oraz duży stopień złożoności zadania wymagają szczególnego podejścia do procesu tworzenia aplikacji dla modułowego systemu produkcyjnego. Metodyka postępowania podczas rozwiązywania zadania sterowania systemem modułowym obejmuje kolejne następujące po sobie fazy przedstawione na rys. 1.

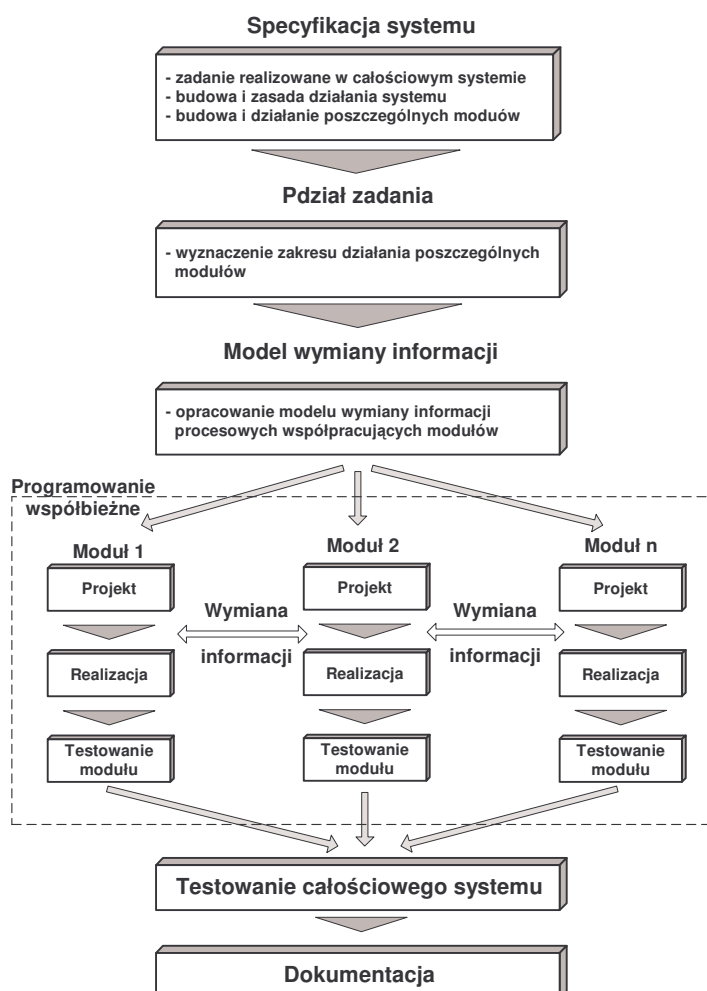
W pierwszej kolejności musi być rozpatrywane zadanie dla całościowego systemu. Należy szczegółowo zdefiniować zadanie jakie ma być wykonywane w danym systemie produkcyjnym, a także zapoznać się z wszystkimi wymaganiami jakie powinny być spełnione w procesie.

Po zdefiniowaniu zadania należy zapoznać się ze specyfikacją systemu, w którym ma być ono realizowane. Proces ten obejmuje rozpoznanie ogólnej koncepcji działania systemu, sposobu realizacji procesu oraz wyodrębnienie poszczególnych modułów, na których wykonywane są kolejne etapy zadania. To z kolei umożliwia zagłębienie się w specyfikę działania pojedynczych stanowisk. Należy szczegółowo zapoznać się z budową oraz zasadą działania każdego modułu, a następnie przeanalizować układ sterowania, układ wykonawczy oraz system kontrolny stanowiska. Uwagę należy zwrócić na rodzaj wykorzystanych czujników i elementów wykonawczych, zasadę ich działania oraz sposób połączenia ich ze sterownikiem. W efekcie tego możliwe jest określenie zakresu prac wykonywanych na poszczególnych modułach.

W kolejnej fazie, znając specyfikację systemu, całościowe zadanie dzielone jest etapy realizowane przez poszczególne moduły. Określony zostaje zakres wykonywanego procesu przez każde stanowisko. Na podstawie pozyskanych w poprzednich fazach informacji, w sposób lingwistyczny formułowana jest makrostruktura programu realizowanego przez sterownik.

W następnym etapie, w celu zapewnienia prawidłowego przepływu materiału, należy opracować model wymiany informacji procesowej. Powinien on definiować sposób komunikowania się sąsiednich stanowisk oraz sposób kodowania informacji o przekazywanym detalu. Model ten służy do skoordynowania współpracy sąsiednich

modułów i zapewnienia ciągłości pracy systemu. Ma on zasadnicze znaczenie dla bezkolizyjnej pracy systemu i, co za tym idzie, dla bezpieczeństwa pracujących urządzeń.



Rys. 1. Schemat blokowy metodyki tworzenia aplikacji dla modułowego systemu produkcyjnego

W dalszej części procesu tworzenia aplikacji następuje opracowanie algorytmu sterowania pracą poszczególnych stanowisk. Podczas tworzenia programu dla pojedynczego stanowiska wymagana jest znajomość procesu realizowanego w sąsiednich modułach. Programowanie modułów produkcyjnych musi być procesem współbieżnym.

Na etapie tworzenia programu rozwijana jest opracowana koncepcja realizacji zadań dla poszczególnych stanowisk przedstawiona w postaci makrostruktury programu sterownika. Na podstawie tego zostaje zdefiniowany algorytm procesu, przedstawiony w postaci wykresu funkcyjnego. Wykres ten stanowi zbiór kroków poprzedzonych warunkami. Warunki określają stan, jaki musi być osiągnięty w systemie, aby możliwe było przejście do wykonania kolejnego kroku. Kroki natomiast zawierają rozkazy określające, jaka akcja ma zostać wykonana w wyniku zaistniałej sytuacji w systemie. Na wykresie sprecyzowana zostaje kolejność ruchów poszczególnych elementów wykonawczych, prowadząca do wykonania zamierzonego procesu i rozwijana w kolejnej fazie tworzenia programu.

W kolejnym etapie opracowany algorytm procesu zamieniany jest na program PLC, stanowiący zbiór instrukcji logicznych dla sterownika, na podstawie, których ustalane są sygnały sterujące pracą systemu. Proces ten jest poprzedzony opracowaniem, w zależności od wymagań procesu, architektury programu. W przypadku złożonych i skomplikowanych zadań celowe jest tworzenie architektury modułowej. Powoduje to szybsze działanie sterownika (krótszy cykl przejścia) oraz łatwiejszą adaptację programu na potrzeby innych podobnych systemów.

Głównym celem tej fazy jest napisanie programu dla PLC, zarządzającego pracą systemu produkcyjnego. Program stanowią zależności logiczne pomiędzy zmiennymi procesowymi, zapisane w specjalnym języku programowania definiowanym przez normę IEC-1131-3. Program, oprócz zapewnienia prawidłowej realizacji procesu przez dane stanowisko, powinien obsługiwać podsystem komunikacji (zgodnie z opracowanym modelem), obsługiwać urządzenia kontrolne oraz powinien definiować zachowanie systemu w przypadku wystąpienia stanów awaryjnych.

W kolejnej fazie opracowany program poddaje się testom. W pierwszej kolejności sprawdza się działanie poszczególnych modułów programowych (np. moduł obsługi panelu kontrolnego), a w przypadku stwierdzenia poprawnego ich działania, testom poddaje się działanie całego stanowiska. Po zaakceptowaniu sposobu pracy poszczególnych modułów testom poddaje się całościowy system produkcyjny. Takie postępowanie w znaczny sposób ułatwia wyłapywanie ewentualnych błędów oraz ich korekcję.

Ostatnim etapem procesu tworzenia aplikacji jest opracowanie dokumentacji, wykonywanej po uzyskaniu zadawalającej pracy systemu. Poprawnie opracowana dokumentacja ma zasadnicze znaczenie w przypadku reorganizacji pracy systemu oraz rozszerzania go o nowe moduły. Powinna ona zawierać specyfikację systemu oraz wydruk programu wraz z dołączonymi komentarzami.

4. PODSUMOWANIE

Przedstawiona metodyka postępowania umożliwia rozwiązywanie zadania sterowania systemami produkcyjnymi, w znaczny sposób upraszczając ten proces w przypadku złożonych systemów. Stworzony w ten sposób program charakteryzuje duża poprawność, dzięki szczegółowej analizie budowy i stanów systemu. Dodatkowo, schematyczne postępowanie umożliwia łatwiejszą jego modyfikację na potrzeby innych podobnych systemów.

LITERATURA

1. Ebel F., Scharf S.: Automated Production - A quiding theme for qualification - Modular Production System. Esslingen, Festo Didactic 1996.
2. FESTO DIDACTIC: Programmable Logic Controllers, Learning System for Automation and Communications, Woorkbook Basic Level.
3. Świder J., Baier A., Kost G., Zdanowicz R.: Sterowanie i automatyzacja procesów technologicznych i układów mechatronicznych. Podręcznik akademicki. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002 (w druku).