

Janusz BARAN, Robert BĄBKA

POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA, WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY,
INSTYTUT ELEKTRONIKI I SYSTEMÓW STEROWANIA

Komputerowe modelowanie obiektów do wspomagania projektowania algorytmów sterowania

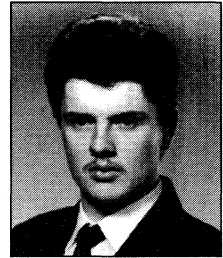
Dr inż. Janusz BARAN

– urodzony w 1961 r. Od 1986 r. pracuje w Instytucie Elektroniki i Systemów Sterowania na Wydziale Elektrycznym Politechniki Częstochowskiej. Tytuł doktora nauk technicznych uzyskał w 1990 r. Jego zainteresowania obejmują zagadnienia modelowania i syntezy układów sterowania z wykorzystaniem technik komputerowych oraz adaptacyjne metody przetwarzania sygnałów.



Mgr inż. Robert BĄBKA

– urodzony w 1971 r. Absolwent Wydziału Elektrycznego. Od 1996 roku pracuje w Instytucie Elektroniki i Systemów Sterowania Politechniki Częstochowskiej na stanowisku asystenta. Zajmuje się problematyką syntezy i analizy sterowania w dyskretnych układach sekwencyjnych oraz metodami komputerowego wspomagania projektowania układów tego typu.



Streszczenie

Artykuł omawia możliwości komputerowej wizualizacji i symulacji procesów do wspomagania projektowania algorytmów sterowania. Wirtualne graficzne modele obiektów sterowania z elementami animacji zostały stworzone za pomocą standardowych środowisk programowania (LabVIEW, InTouch). Modele działają na komputerze PC i są elektrycznie sprzężone z zewnętrznym sterownikiem PLC poprzez kartę pomiarowo-sterującą. Ważną cechą jest wyposażenie modeli w możliwości diagnostyczne polegające na sygnalizowaniu niedozwolonych stanów sterowania. W artykule opisano dwa modele do sterowania logicznego (stanowisko do mieszania dwóch składników płynnych oraz stanowisko do malowania) i model dynamiczny układu dwóch połączonych zbiorników przeznaczony do testowania regulacji analogowej.

Abstract

The paper deals with an idea of visualization and simulation of processes for computer-aided design of control algorithms. Virtual graphical models of controlled processes with animation effects were created using standard programming environments (LabVIEW, InTouch). They run on a PC computer equipped with a data acquisition & control card electrically coupled with an external PLC controller. The models include diagnostic features, i.e. they can signalize defined control errors, which is useful for the control algorithm development. Three examples of applications are described: a filling & mixing station and a painting station, both intended for pure logic control and a dynamical model of two tanks system for analog control. Problems connected with on-line simulation of a model dynamics are considered.

Wstęp

Jako narzędzia wspomagające nauczanie programowania sterowników, w szczególności przemysłowych sterowników PLC, stosuje się różnego rodzaju zadajniki sygnałów lub modele fizyczne układów mających stanowić obiekty sterowania. Umożliwiają one przeprowadzenie procedury uruchamiania programu na rzeczywistym sterowniku, a nie tylko na symulatorze. Takie rozwiązanie ma swoje wady: zadajnik jest przydatny jedynie do realizacji prostych zadań, natomiast model fizyczny jest przeważnie kosztowny i mało elastyczny, tzn. umożliwia realizację ograniczonego zestawu zadań.

Niniejszy artykuł prezentuje jak do wspomagania projektowania algorytmu sterowania można wykorzystać model procesu zaprogramowany w komputerze. Wirtualny model jest elektrycznie sprzężony z zewnętrznym sterownikiem za pośrednictwem zainstalowanej w komputerze karty pomiarowo-sterującej przekazującej do sterownika informacje o stanie procesu (wirtualne czujniki) i odbierającej sygnały sterujące (wirtualne elementy wykonawcze). Koncepcja ta powstała głównie dla potrzeb dydaktycznych i miała na celu uatrakcyjnienie kursu programowania sterowników PLC [1,2], ale może być wykorzystywana również do tworzenia praktycznych aplikacji sterowania. Ze względu na łatwość wizualizacji, do stworzenia wirtualnych obiektów wykorzystano środowiska progra-

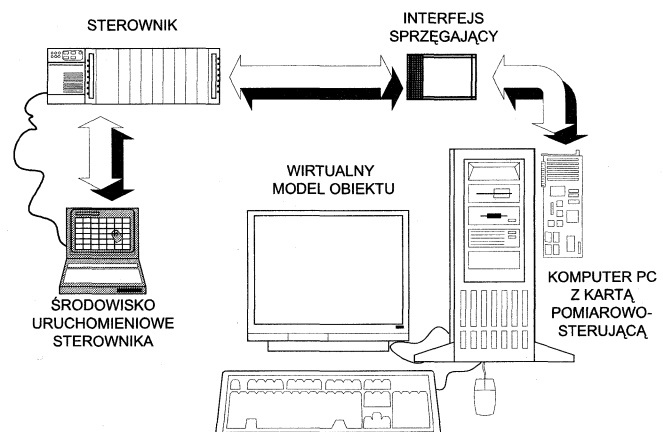
mistyczne (takie jak LabVIEW firmy National Instruments czy InTouch firmy Wonderware) wyposażone w biblioteki elementów graficznych. Modele zostały skonstruowane w taki sposób, że można łatwo zmieniać ich parametry i symulować np. stany awaryjne. Z punktu widzenia przygotowania algorytmu sterowania istotną cechą jest wyposażenie modeli w możliwości diagnostyczne polegające na sygnalizowaniu niedozwolonego sterowania.

Jako przykłady opisano trzy dydaktyczne modele obiektów sterowania. Pierwsze dwa to modele do sterowania typu kombinacyjno-sekwencyjnego: stanowisko do ważenia i mieszania dwóch składników płynnych oraz stanowisko do malowania felg samochodowych. Trzeci model zawiera symulację dynamiki przepływu cieczy w układzie dwóch połączonych ze sobą zbiorników i jest przeznaczony do testowania regulacji analogowej.

Konfiguracja stanowiska roboczego

Przedstawioną koncepcję stanowiska roboczego do przygotowywania oprogramowania sterującego dla wirtualnych obiektów zrealizowano w laboratorium sterowników mikroprocesorowych na Wydziale Elektrycznym Politechniki Częstochowskiej. Stanowisko składa się z dwóch podstawowych elementów (rys.1):

- komputera PC, którego zadaniem jest symulowanie obiektu,
- sterownika z uruchamianym programem sterującym.



Rys. 1. Konfiguracja stanowiska roboczego

Komputerowy model obiektu jest sprzęgnięty ze sterownikiem poprzez układy I/O (dwustanowe i analogowe) zainstalowanej w komputerze uniwersalnej karty pomiarowo-sterującej typu PCL-812PG firmy Advantech. Karta taka umożliwia korzystanie z:

- 16 wejść i 16 wyjść dwustanowych w standardzie TTL,
- 8 multiplexowanych kanałów A/C i 2 kanałów C/A (przetworniki 12-bitowe) o programowanym zakresie,
- 16-bitowego licznika programowalnego.

Forma algorytmu sterowania modelem jest zależna od wykorzystywanego sterownika i jego oprogramowania narzędziowego. Najwygodniejszym rozwiązaniem jest zainstalowanie środowiska uruchomieniowego sterownika na osobnym komputerze (wymagania sprzętowe nie są zazwyczaj wygórowane, co umożliwia wykorzystanie jednostki starszego typu), ponieważ w trybie on-line możliwe jest wtedy podglądanie działania programu sterownika. W opisywanym rozwiązaniu algorytm jest opracowywany dla modułowego sterownika PLC typu PCD2 firmy SAIA za pomocą środowiska uruchomieniowego PG4 pracującego pod kontrolą systemu Windows. Typowa konfiguracja sterownika, dopasowana do możliwości karty pomiarowo-sterującej, obejmuje:

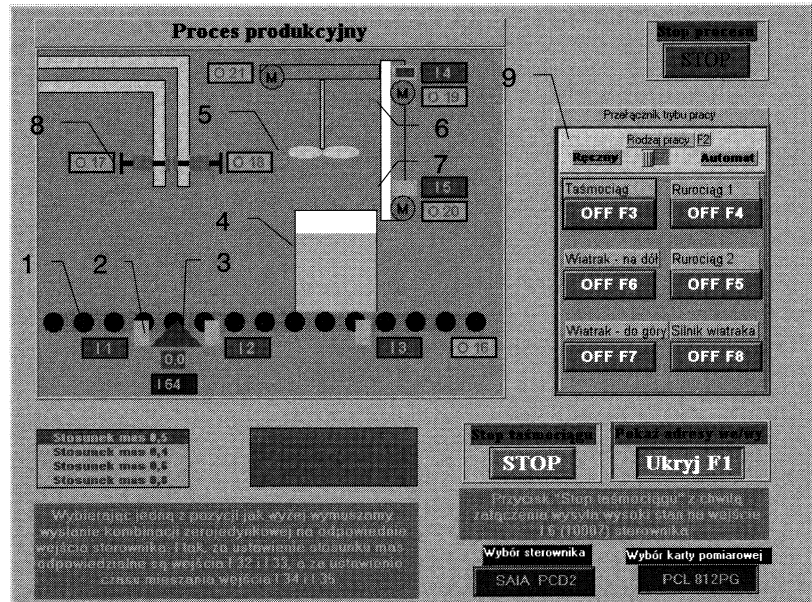
- 16 wejść dwustanowych 24 VDC (np. 2 moduły PCD2.E610) i 16 wyjść dwustanowych 24 VDC (np. 2 moduły PCD2.A410, alternatywą są moduły PCD2.A220 z sześcioma wyjściami przekaźnikowymi),
- 2 wejścia i 2 wyjścia analogowe (pojedynczy moduł PCD2.W500),
- 1-kanałowy licznik (moduł PCD2.H100).

W celu dopasowania poziomów sygnałów sterownika i karty (np. napięcia 24 VDC sterownika do poziomu TTL karty) i zabezpieczenia komputera zastosowano prosty interfejs sprzęgający zapewniający jednocześnie separację galwaniczną urządzeń.

Z punktu widzenia omawianej koncepcji najważniejszym elementem stanowiska jest oprogramowanie do wizualizacji i symulacji modelu obiektu. Oprócz możliwości łatwej realizacji grafiki, najlepiej wzbogaconej o animacje i efekty dźwiękowe, oprogramowanie takie powinno zawierać narzędzia matematyczne do symulacji dynamiki oraz obsługiwać układy I/O karty pomiarowo-sterującej. W zastosowaniach typu szkoleniowego nie jest konieczne symulowanie działania obiektu w czasie rzeczywistym, co umożliwia zastosowanie jednego z dostępnych na rynku specjalizowanych pakietów do programowania graficznego pracujących pod kontrolą systemu Windows 9x. Jest to rozwiązanie pozwalające na radykalne zmniejszenie nakładu pracy w porównaniu ze standardowymi językami programowania.

Model stanowiska do mieszania składników płynnych

Prosty model stanowiska mieszania składników płynnych jest przykładem obiektu podlegającego sterowaniu typu kombinacyjno-sekwencyjnego [3]. Program modelu został napisany w środowisku LabVIEW z wykorzystaniem biblioteki Picture Control Toolkit umożliwiającej m.in. programowanie ruchu obiektów graficznych. LabVIEW jest środowiskiem programowania przeznaczonym do automatyzacji i wizualizacji pomiarów. W związku z tym oferuje bogatą bibliotekę elementów graficznych oraz wiele funkcji matematycznych przydatnych do modelowania dynamiki. Dostępny jest też odpowiedni sterownik programowy wykorzystywanej karty pomiarowo-sterującej.



Rys. 2. Panel graficzny modelu procesu napełniania i mieszania dwóch surowców. Oznaczenia: 1 – taśmociąg, 2 – waga analogowa, 3 – czujniki położenia pojemnika, 4 – pojemnik, 5 – mieszadło, 6 – silniki sterujące, 7 – czujniki położenia mieszadła, 8 – zawory dozowników, 9 – panel sterowania ręcznego

Na rys. 2 pokazane jest okno wizualizacji modelu. Cykl sterowania stanowiska składa się z następujących kroków:

- uruchomienie taśmociągu (1) i przetransportowanie pojemnika na stanowisko napełniania; właściwe położenie pojemnika sygnalizują czujniki (3),
- napełnienie pojemnika dwoma składnikami płynnymi według zadanej proporcji poprzez sterowanie zaworami dozowników (8) i kontrolowanie sygnału z wagi analogowej (2),
- uruchomienie taśmociągu (1) i przetransportowanie pojemnika na stanowisko mieszania,
- opuszczenie mieszadła, mieszanie zawartości przez określony czas, podniesienie mieszadła,
- uruchomienie taśmociągu i usunięcie pojemnika poza stanowisko.

W trybie automatycznym działanie poszczególnych elementów stanowiska, np. uruchamianie i zatrzymywanie taśmociągu, otwieranie i zamykanie zaworów, włączanie i wyłączanie silników itp., jest sterowane sygnałami ze sterownika PLC podawanymi na odpowiednie wejścia karty w komputerze. Wejścia te są obsługiwane przez program symulacji procesu, który generuje odpowiednie zmiany elementów graficznych na ekranie. Sygnały sprzężenia zwrotnego, np. z czujników położenia pojemnika czy analogowa informacja o wadze pojemnika, są przesyłane do sterownika poprzez odpowiednie wyjścia karty. Ruchy pojemnika i mieszadła są animowane, a stany aktywne czujników i silników wyróżniane zmianami koloru. Model może też generować dodatkowe efekty dźwiękowe.

Jeżeli zewnętrzny sterownik nie jest podłączony, to układ można symulować wybierając opcje sterowania ręcznego. Sygnały sterujące są wtedy generowane za pomocą przycisków z panelu na ekranie. Umożliwia to użytkownikowi wstępne zapoznanie się z funkcjonowaniem modelu.

W trybie automatycznym model wykorzystuje do komunikacji ze sterownikiem 5 wyjść dwustanowych karty, symulujących czujniki położenia pojemnika i mieszadła, oraz 6 wejść dwustanowych odbierających sygnały sterujące taśmociągiem, zaworami i silnikami. Jedno z wyjść C/A karty służy do symulowania sygnału informującego o aktualnej wadze pojemnika na stanowisku napełniania.

W celu ułatwienia pisania programu dla sterownika na ekranie modelu mogą być podawane adresy wejść i wyjść sterownika odpowiedzialnych za komunikację z poszczególnymi elementami modelu (adresy pokazane na rys. 2 dotyczą konkretnej konfiguracji sterownika SAIA PCD2; przyporządkowanie adresów zależy od sposobu połączenia sterownika z kartą w komputerze).

Program symulacji zawiera mechanizm wykrywania i sygnalizacji typowych błędów sterowania. Wykrywane są następujące błędy:

- uruchomienie któregoś z dozowników bez pojemnika na stanowisku napełniania,
- przepełnienie pojemnika (przekroczenie maksymalnej wagi),
- opuszczanie mieszadła, jeżeli pojemnik beczka nie zajął odpowiedniej pozycji na stanowisku mieszania,
- uruchomienie taśmociągu podczas podnoszenia lub opuszczania mieszadła,
- uruchomienie taśmociągu podczas mieszania.

O fakcie wystąpienia błędu użytkownik informowany jest odpowiednim komunikatem tekstowym, ewentualnie również komunikatem dźwiękowym.

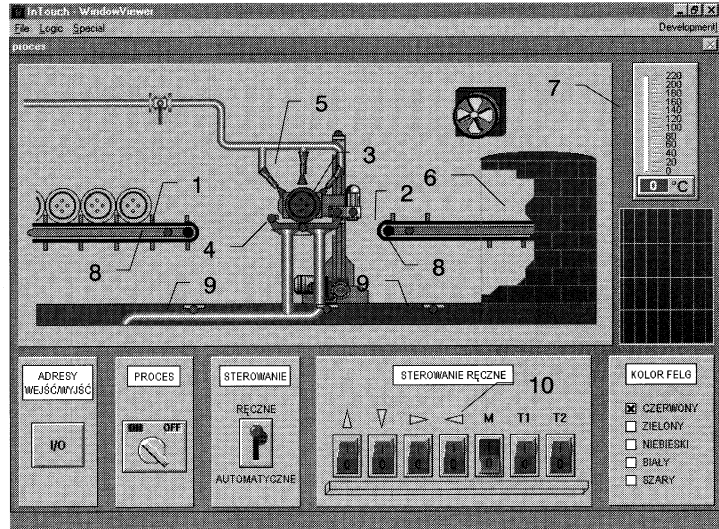
Model stanowiska do malowania części samochodowych

Ze względu na skomplikowany sposób kodowania animacji w LabVIEW oraz brak bibliotek obiektów graficznych reprezentujących elementy instalacji technologicznych (takich jak silniki, zawory, pompy itp.) jako alternatywne środowisko modelowania można wykorzystać jeden ze standardowych pakietów SCADA. Ujemną stroną takiego rozwiązania jest brak sterowników programowych umożliwiających obsługę układów I/O karty pomiarowo-sterującej z poziomu środowiska SCADA. Przeszkodę tę można ominąć wykorzystując do obsługi karty oddzielną aplikację, która komunikuje się z symulowanym obiektem poprzez kanał DDE (Dynamic Data Exchange) systemu Windows.

Poniższy przykład prezentuje model stanowiska do malowania proszkowego felg kół samochodowych opracowany w środowisku InTouch [5]. Obsługę karty realizuje program Genie firmy Advantech za pomocą własnego sterownika. Schemat wymiany danych między aplikacjami jest pokazany na rys. 3. Stany wejść i wyjść karty są kodowane w modelu przez nadawanie określonych wartości zmiennym (tags) InTouch'a.

Rys. 4 przedstawia panel graficzny modelu. Cykl malowania jest sekwencją następujących kroków:

- przeniesienie felgi przez przenośnik (3) z podajnika (1) do stanowiska (kabiny) malowania (4) (podniesienie ramienia przenośnika - przesunięcie przenośnika - opuszczenie ramienia),
- uruchomienie dysz z proszkiem (5) i malowanie,
- przeniesienie felgi przez przenośnik (3) na transporter odbierający (2),
- transport felgi do pieca wygrzewającego (6),
- powrót przenośnika i przesunięcie kolejnej felgi do punktu odbierania.



Rys. 4. Panel graficzny modelu stanowiska malowania w środowisku InTouch. Oznaczenia: 1, 2 – podajniki (transportery) dostarczający i odbierający felgi, 3 – przenośnik felg, 4 – stanowisko (kabina) malowania, 5 – dysze rozpylające proszek, 6 – piec wygrzewający, 7 – wskaźnik temperatury pieca, 8 – czujnik obecności felgi na podajniku, 9 – czujnik krańcowy położenia przenośnika, 10 – panel sterowania ręcznego

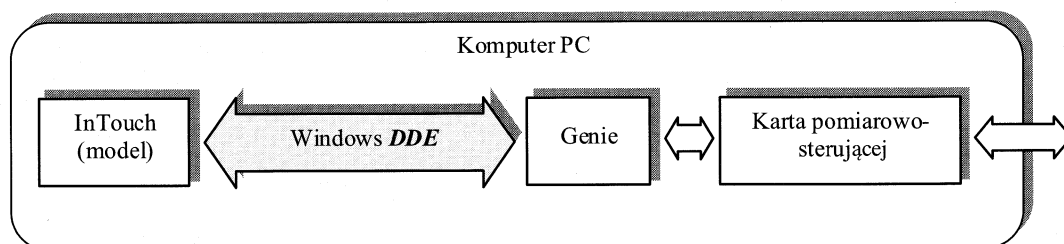
Model symuluje stany 9 czujników: 4 czujników położenia felg (2 w punktach dostarczania i odbierania felg na podajnikach, na przenośniku oraz na stanowisku malowania), 3 czujników położenia przenośnika oraz 2 czujników położenia ramienia przenośnika. Zadaniem algorytmu sterowania jest odpowiednie załączanie i wyłączanie napędów podajników i przenośnika w zależności od stanów tych czujników. Temperatura w piecu jest stabilizowana dwupołożeniowo na podstawie symulowanego sygnału z termometru analogowego. W trybie automatycznym model umożliwia też programowanie przez sterownik koloru dla każdej felgi.

Mechanizm wykrywania błędów sterowania sygnalizuje następujące sytuacje awaryjne:

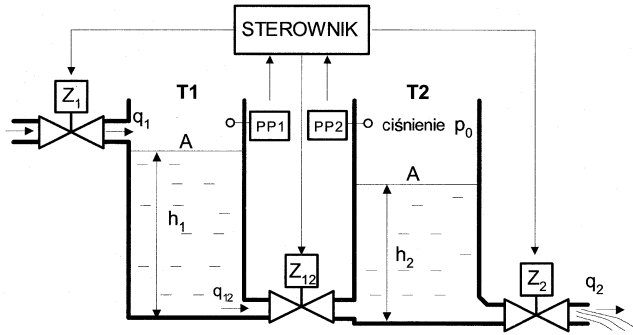
- uruchomienie podajnika (1) gdy miejsce odbierania jest zajęte,
- uruchomienie podajnika (2) gdy jest on pusty,
- włączenie dysz gdy stanowisko malowania jest puste,
- uruchomienie opuszczania ramienia przenośnika w niewłaściwym miejscu (przenośnik może opuścić ramię tylko przy podajnikach (1) lub (2) oraz przy stanowisku malowania),
- przekroczenie skrajnych położenia przez ramię przenośnika,
- przekroczenie maksymalnej temperatury pieca.

Model dynamiczny układu dwóch połączonych zbiorników

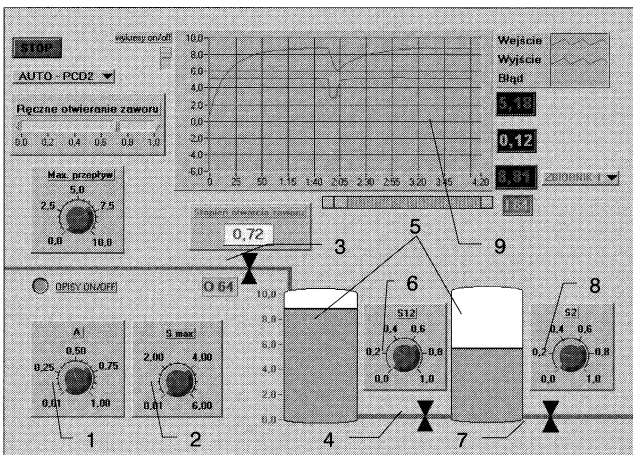
Jeżeli zadanie polega na zaprojektowaniu regulacji analogowej, to należy dysponować modelem symulującym dynamikę obiektu sterowania. Przykładem prostego modelu obiektu dynamicznego jest układ dwóch połączonych zbiorników z cieczą przedstawiony na rys. 5 [4].



Rys. 3. Komunikacja środowiska InTouch z kartą pomiarowo-sterującą za pomocą mechanizmu DDE



Rys. 5. Schemat układu regulacji poziomu cieczy w połączonych zbiornikach



Rys. 6. Panel graficzny modelu układu połączonych zbiorników. Oznaczenia: 1 – ustawianie pola przekroju A zbiorników, 2 – ustawianie maksymalnego pola przekroju zaworów s_{max} , 3 – zawór $Z1$, 4 – zawór $Z12$, 5 – zbiorniki $T1$ i $T2$, 6 – ustawianie stopnia otwarcia zaworu $Z12$, 7 – zawór $Z2$, 8 – ustawianie stopnia otwarcia zaworu $Z2$, 9 – wykres zmiennych procesu

$q_{12} = \text{sgn}(h_1 - h_2) s_{12} b \sqrt{|h_1 - h_2|}$ – strumień przepływający z $T1$ do $T2$,
 h_1, h_2 – wysokości słupa cieczy w zbiorn. $T1$ i $T2$ (zmiennie stanu)
 s_1, s_{12}, s_2 – względne pola przekroju zaworów (wartość z zakresu $[0,1]$, 0 – zawór zamknięty, 1 – zawór całkowicie otwarty),
 A – pole pow. lustra cieczy (jednakowe dla obu zbiorników),
 $b = s_{max} \sqrt{2g}$ – parametr proporcjonalny do maksymalnego bezwzględnego pola przekroju przepływowego zaworów
 $s_{max}, g=9.8 \text{ m/s}^2$.

Sygnalami analogowymi podlegającymi pomiarowi są poziomy h_1, h_2 cieczy w zbiornikach, ewentualnie również strumień wypływu q_2 ze zbiornika $T2$, zaś sygnałami sterującymi stopnie otwarcia zaworów. Komputerowy model układu jest wyposażony dodatkowo w sygnały logiczne informujące o przekroczeniu poziomu alarmowego w zbiornikach. Sygnały te powinny być uwzględnione w algorytmie sterownika dla sterownika PLC. Przykładowe zadania regulacji analogowej mogą polegać na:

- osiąganiu (stabilizacji) zadanego poziomu cieczy h_2 w zbiorniku $T2$ poprzez sterowanie zaworem $Z1$, przy możliwych zmianach strumieni q_{12} lub q_2 stanowiących zakłócenia,
- stabilizacji strumienia q_2 wypływającego ze zbiornika $T2$ (z bezpośrednim pomiarem lub na podstawie pomiaru poziomu h_2) poprzez sterowanie jednym ze strumieni q_{12} lub q_2 i możliwych zmianach drugiego stanowiących zakłócenie.

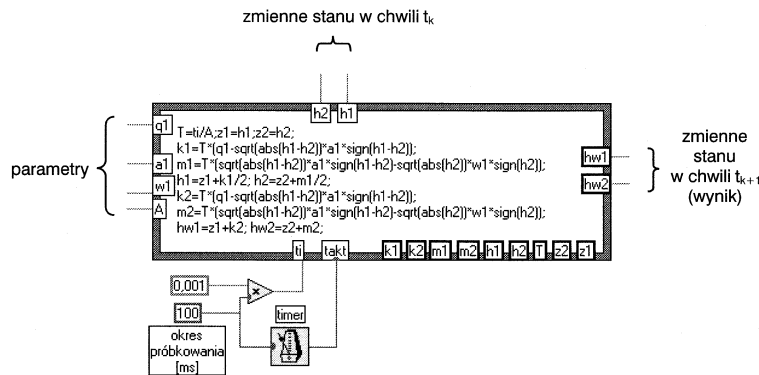
W celu ułatwienia zadania doboru odpowiednich parametrów regulacji (w szczególności parametrów bloku PID sterownika) można rozpatrywać model zlinearyzowany, a następnie dostrajając regulator obserwując zachowanie się układu zamkniętego z wirtualnym obiektem nieliniowym.

Rys. 6 przedstawia panel graficzny modelu połączonych zbiorników zaprogramowany w środowisku LabVIEW. Pokrętki umożliwiają ustawianie wartości wybranych parametrów modelu, a blok wykresu rejestruje przebiegi zmiennych. W trybie sterowania ręcznego natężenia przepływów można zmieniać, zmieniając, stopnie otwarcia odpowiednich zaworów. Równania (1) są całkowane numerycznie w bloku dynamiki modelu (rys. 7), który w każdym cyklu wyznacza nowe wartości zmiennych stanu. Ze względu na prostotę modelowanej dynamiki przyjęta metoda stałokrokowa Rungego-Kutty daje wystarczająco dokładne wyniki. Parametry modelu są dobrane w taki sposób, aby krok całkowania rzędu 100ms zapewniał wystarczającą dokładność obliczeń dynamiki. Krok tego rzędu umożliwia prowadzenie symulacji i wizualizacji z animacją w czasie zbliżonym do rzeczywistego już na komputerze z procesorem Pentium 100MHz i 32MB RAM. Stały okres wykonania pojedynczego cyklu programowego zapewnia funkcja timera systemowego, która w każdym cyklu po wykonaniu obliczeń wstawia opóźnienie będące dopełnieniem do pełnego cyklu. Synchronizuje to pracę modelu niezależnie od szybkości procesora.

Uwagi końcowe

Przedstawiona koncepcja komputerowego modelowania i symulacji obiektów sterowania jest interesująca przede wszystkim z dydaktycznego punktu widzenia. Dobrze nadaje się do zastosowania w czasie kursów programowania sterowników PLC, co potwierdziło się w czasie zajęć ze studentami. Projektowanie sterowania jest łatwiejsze dzięki lepszej wizualnej kontroli przebiegu procesu wynikającej z graficznej wizualizacji poszczególnych elementów, dodania różnego rodzaju kontrolki i animacji. Zaprogramowanie w modelu bezpośredniej sygnalizacji błędów sterowania pozwala na ich natychmiastową identyfikację.

Drugą istotną zaletą jest elastyczność wynikająca z programowej realizacji. Na tym samym stanowisku można (bez żadnych zmian połączeń) projektować algorytmy sterowania dla różnych modeli, których stopień złożoności jest dostosowany do potrzeb. Nie rezy-



Rys. 7. Blok numerycznego całkowania równań dynamiki obiektu

Model matematyczny dynamiki takiego obiektu może być przedstawiony w postaci układu dwóch nieliniowych równań różniczkowych:

$$\begin{aligned} A \frac{dh_1}{dt} &= q_1 - q_{12} \\ A \frac{dh_2}{dt} &= -q_2 + q_{12} \end{aligned} \quad (1)$$

gdzie:

q_1 – strumień cieczy wpływający do zbiornika $T1$,

$q_2 = s_2 b \sqrt{h_2}$ – strumień cieczy wypływający ze zbiornika $T2$,

gnuje się przy tym z uruchamiania programu sterującego na rzeczywistym sterowniku.

Możliwy stopień złożoności symulacji i wizualizacji jest ograniczony mocą obliczeniową komputera. Stosunkowo najwięcej czasu pochłaniają animacje, dlatego do płynnej symulacji ruchu wskazane jest zastosowanie narzędzi umożliwiających korzystanie np. z mechanizmu DirectX. Jeżeli chodzi o symulacje modeli dynamicznych, to na podstawie uzyskanych doświadczeń można stwierdzić, że do obliczeń dynamiki i animacji w czasie rzeczywistym przeciętnie skomplikowanych układów o stałych czasowych rzędu 1 sekundy (co mieści się w zakresie stosowania do regulacji analogowej sterowników PLC) wystarcza komputer z procesorem Pentium 100MHz.

Literatura

- [1] J. BARAN, R. BĄBKA, M. MATYJASIK: Komputerowa symulacja procesów do wspomaganie projektowania układów sterowania ze sterownikami PLC, Prace X Konferencji Symulacja Procesów Dynamicznych SPD-10, Zakopane-Kościelisko, czerwiec 1998, str. 9-15.
- [2] R. BĄBKA, M. MATYJASIK, J. BARAN: Wykorzystanie pakietu LabVIEW do symulacji obiektów sekwencyjnych i dynamicznych, Materiały XIII Krajowej Konferencji Automatyki, Opole, wrzesień 1999, tom 2, str. 77-80.
- [3] G. FIDYK: Modelowanie obiektów dynamicznych w środowisku LabVIEW, Praca magisterska, Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, 1997.
- [4] A. FIGURNY: Komputerowa symulacja obiektów sterowania, Praca magisterska, Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, 1996.
- [5] M. WESOŁEK: Multimedialna wizualizacja mikroprocesorowego sterowania procesu technologicznego, Praca magisterska, Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, 1998.

Artykuł recenzowany

OPTIMUS-SEKO



Autoryzowane Centrum Szkolenia
GE FanucAutomation

zaprasza na kursy
obsługi i programowania sterowników PLC
firmy GE Fanuc:

- Logicmaster 90-kurs podstawowy część 1.
- Logicmaster 90-kurs podstawowy część 2.
- Seria 90-30-kurs zaawansowany
- VersaPro-kurs podstawowy część 1.
- VersaPro-kurs podstawowy część 2.
- VersaPro-kurs uzupełniający



Zajęcia są prowadzone przez doświadczoną kadrę
w laboratorium wyposażonym w 8 stanowisk.
Informacji udziela Gabriela Grzechnik, "OPTIMUS-SEKO"
43-300 Bielsko-Biała, ul. Jutrzenki 20
tel. (033) 814 01 01, fax (033) 814 00 71
http://www.seko.com.pl, e-mail: oseko@onet.pl

OPTIMUS-SEKO



VIGO SYSTEM Sp. z o.o.

ul. Wyki 11A 01-318 Warszawa
tel. (22) 6661406, 6661410
e-mail: info@vigo.com.pl



Dostarczamy najwyższej jakości aparaturę pomiarową:

- pirometry ręczne i stacjonarne firmy Raytek
- przetworniki wilgotności firmy Vaisala
- przetworniki punktu rosy od -100 do +100C d.p.
- kamery termowizyjne
- barometry o dokładności 0,1hPa, 0,2hPa i 0,5hPa
- przetworniki stężenia CO, CO₂ i CH₄
- mierniki mocy promieniowania podczerwonego
- rejestratory cyfrowe i papierowe

Produkujemy:

- detektory promieniowania podczerwonego
- termografy
- powłoki optyczne dla potrzeb optyki technicznej

Zapewniamy:

- atrakcyjne warunki współpracy dla pośredników i dystrybutorów
- ciekawe promocje, zawsze aktualne na naszej stronie internetowej: www.vigo.com.pl
- serwis, niezbędne świadectwa, kompletację dostaw



INSTYTUT SYSTEMÓW STEROWANIA

ul. DŁUGA 1-3,41-506 CHORZÓW
tel. (+48 32) 247 28 20, fax: (+48 32) 246 25 91
e-mail: office@iss.pl <http://www.iss.pl>

OFERTA ISS:

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA

- ✓ SNEL - system sterowania i nadzoru elektrofiltrów
- ✓ KSAW - system automatyzacji ważenia
- ✓ Stacja prób silników elektrycznych
- ✓ System monitorowania i sterowania węzłów sieci ciepłowniczej

AUTOMATYZACJA BUDYNKÓW

- ✓ SABIO - inteligentny system automatyzacji budynku

ZARZĄDZANIE PRODUKCJĄ

- ✓ QS - system sterowania jakością produkcji

SIECIOWE SYSTEMY INFORMATYCZNE

- ✓ SIB - System Informacyjny Biura
- ✓ Systemy wideokonferencji