

Wpłynęło 06.12.2011 r.
Zrecenzowano 20.01.2012 r.
Zaakceptowano 11.04.2012 r.

Dynamiczna wymiana danych DDE w sterowaniu aparatem udojowym

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

**Henryk JUSZKA^{AD}, Marcin TOMASIK^{ABE},
Stanisław LIS^{AF}**

*Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Energetyki i Automatykacji
Procesów Rolniczych*

Streszczenie

W pracy przedstawiono problematykę komunikacji nadrzędnego systemu sterowania, zaprogramowanego w Wonderware InTouch, z programem sterującym autonomicznym aparatem udojowym za pośrednictwem sterownika PLC. System sterowania bazuje na sterowniku modułowym Moeller XC-CPU 101. Sterownik ten komunikuje się z aplikacją wizualizacji, sprawującą nad nim nadrzędną kontrolę za pomocą serwera Gateway i protokołu DDE. System komunikacji umożliwia wprowadzanie niekonwencjonalnych algorytmów sterowania autonomicznym aparatem udojowym (m.in. w programie Matlab).

Słowa kluczowe: aparat udojowy, DDE, sterownik PLC, wizualizacja InTouch

Wstęp

Sterownik mikroprocesorowy sprzężony z komputerem umożliwia jego wykorzystanie do obliczeń, np. dla programu Matlab-Simulink. Sterownik jest odpowiedzialny tylko za kontrolę urządzeń pomiarowych i wykonawczych, pełniąc rolę zadajnika [KASPRZYK 2010]. Warunkiem koniecznym do zrealizowania połączenia między sterownikiem PLC a komputerem jest utworzenie szybkiego i niezawodnego kanału wymiany danych procesowych [TOMASIK i in. 2010].

Dynamiczna wymiana danych DDE jest formą komunikowania się, wykorzystującą pamięć współdzieloną do wymiany danych między aplikacjami za pośrednictwem systemu operacyjnego komputera, na którym są zainstalowane. Każdy program w ramach komunikacji za pomocą DDE korzysta ze specyficznej metody adresowania zapytań o dostęp do danych. Funkcja serwera DDE, którym



jest układ sterowania, polega na rozsyłaniu danych o procesie z systemu sterowania do innych aplikacji, natomiast w ramach klienta DDE, układ sterowania odpowiada za pobieranie danych z innych aplikacji do systemu sterowania [JAKUSZEWSKI 2010].

Celem pracy było opracowanie systemu komunikacji między sterownikiem PLC, odpowiedzialnym za pracę autonomicznego aparatu udojowego a komputerem, jako nadrzędnym systemem sterowania i akwizycji danych procesowych.

System komunikacji autonomicznego aparatu udojowego

Stosowanie komunikacji DDE w sterowaniu autonomicznym aparatem udojowym wynika z prac naukowo-badawczych nad zaawansowanymi algorytmami sterowania podciśnieniem w komorze podstrzykowej kubków udojowych, skorelowanego z natężeniem wypływu mleka z poszczególnych strzyków wymienia krowy. W programie Matlab-Simulink opracowano algorytmy sterowania z wykorzystaniem metod logiki rozmytej. Metody te skutecznie realizują założenie o dopasowywaniu parametrów regulacji układu sterowania, uwzględniające cechy fizjologiczne krów w zakresie oddawania mleka [EwY 1989]. Istnieją dwie możliwości sterowania tymi metodami, polegające na:

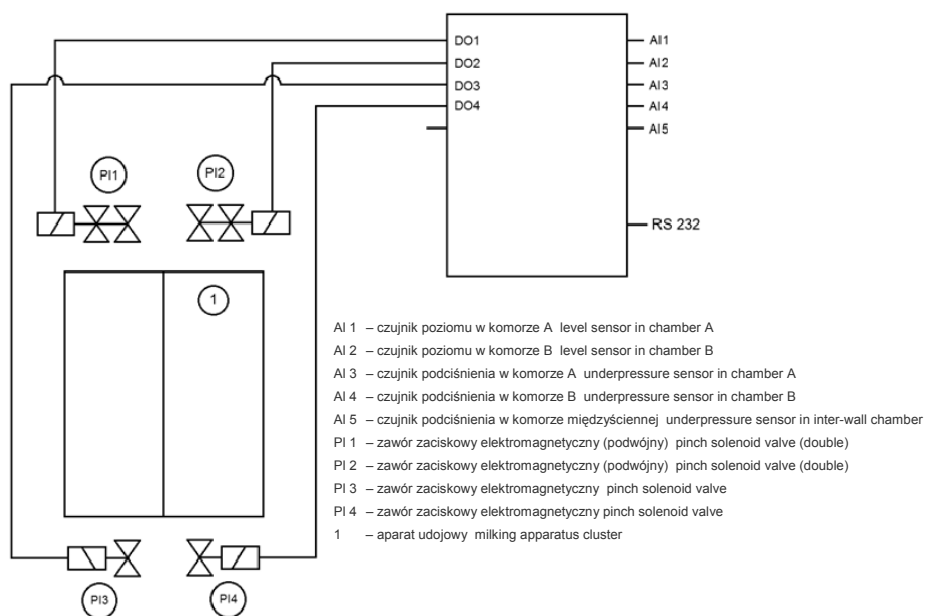
1. Stosowaniu podprogramu sterującego podciśnieniem, opracowanego w Matlabie, w którym także tworzona jest baza wiedzy o danej krowie. Baza ta umożliwia dopasowanie współczynników w modelach rozmytych. Zasadniczy program sterujący autonomicznym aparatem udojowym pozostaje w PLC.
2. Zapisaniu kodu programu sterującego podciśnieniem w bibliotece Fuzzy sterownika PLC. Baza wiedzy i obliczanie współczynników dla tej biblioteki jest realizowane w zewnętrznym programie, zainstalowanym na komputerze, np. Wonderware InTouch. Ponadto program InTouch jako system SCADA (ang. „Supervisory Control And Data Acquisition”) sprawuje kontrolę nad procesem doju krów [JUSZKA i in. 2010].

W obu przypadkach sterownik PLC jest odpowiedzialny za odczytywanie sygnałów z czujników pomiarowych, umieszczonych w autonomicznym aparacie udojowym oraz sterowanie urządzeniami wykonawczymi.

Schemat blokowy koncentratora sygnałów dla autonomicznego aparatu udojowego przedstawiono na rysunku 1. Koncentrator ma formatować i przetwarzać sygnały przesyłane między elementami układu sterowania oraz zapewnić komunikację w jednym ze standardowych protokołów dla sterownika PLC Moeller XC-CPU 101.

Ze sterownikiem PLC XC-CPU 101 można komunikować się następująco:

- w standardzie sieci przemysłowej Profibus;
- za pomocą protokołu SUCOMA (łącze szeregowe, połączenie typu punkt-punkt, protokół wspierany na porcie do programowania we wszystkich sterownikach Moeller);



Źródło: opracowanie własne. Source: own study.

Rys. 1. Koncentrator sygnałów dla autonomicznego aparatu udojowego
 Fig. 1. Signal concentrator for autonomous milking machine cluster

- za pomocą protokołu SUCONET (łącze szeregowe, połączenie typu Master x Slave, w sterownikach Meller, konieczna jest karta sieciowa ze wsparciem SUCONET);
- w sieci Ethernet (TCP/IP) (przez konwerter sprzętowy CoBox);
- modemem telefonicznym (za pomocą protokołu SUCOMA).

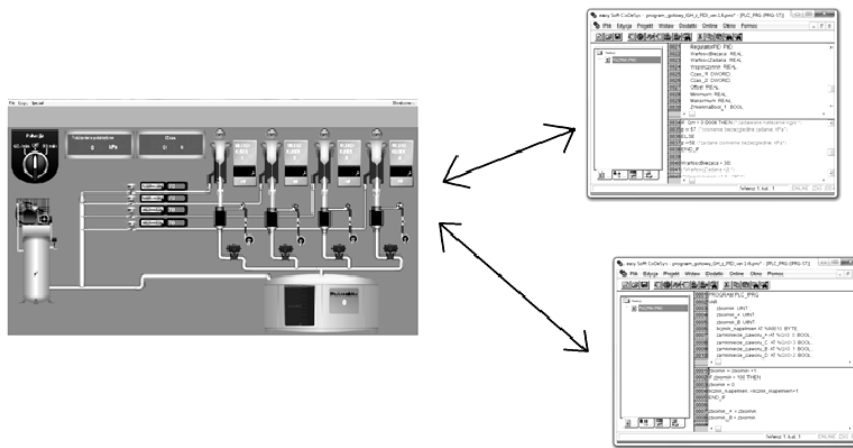
Ponadto istnieje możliwość komunikacji między sterownikiem a programami nadrzędnymi za pomocą:

- serwera komunikacyjnego OPC,
- Gateway Serwer DDE, przeznaczonego do dynamicznej wymiany danych między aplikacjami uruchamianymi w systemie MS Windows.

Protokoły te korzystają pośrednio z portu RS-232 sterownika PLC, do którego podłączony jest komputer. Dodatkowo konieczne jest zainstalowanie na komputerze sterowników do serwerów OPC i DDE, usprawniających pracę systemu komunikacji.

Komunikacja DDE między PLC a SCADA-InTouch

Komunikacja między narzędziami systemu sterowania nadrzędnego, jakimi są system SCADA Wonderware InTouch i easy soft CoDeSys, odbywa się na zasadzie dynamicznej wymiany danych DDE [JUSZKA i in. 2005]. Zależność między klientem a serwerem DDE przedstawiono na rysunku 2.



Źródło: opracowanie własne. Source: own study

Rys. 2. Komunikacja klient-serwer w autonomicznym aparacie udojowym
Fig. 2. Client-server communication in an autonomous milking machine cluster

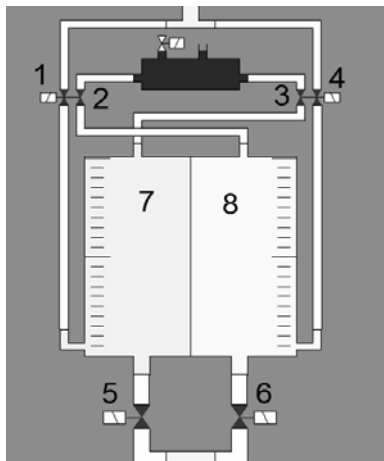
Narzędzia systemu sterującego zostały zdefiniowane jako:

1. Wonderware InTouch-SERWER. Baza danych gromadząca wszystkie informacje przesyłane z czujników pomiarowych. Każda krowa jest identyfikowana a parametry doju są zapisywane do plików, tam przechowywane. Na podstawie odczytanych z plików archiwalnych wartości, tj. natężenie wypływu mleka w funkcji czasu doju konstruowany jest rozmyty model sterujący dojem [JUSZKA i in. 2011; JUSZKA, LIS 2009].
2. Easy soft CoDeSys-KLIENT. Program sterujący pracą autonomicznego aparatu udojowego, na który składają się: odczyt sygnałów wejściowych z czujników i wysyłanie sygnałów wyjściowych do elementów wykonawczych (kanał A) oraz realizacja programu sterującego (kanał B).

Za pomocą połączenia DDE dane aktualizują się automatycznie w tej samej chwili co dane w programie, do którego skierowano zapytanie. Wymaganiem DDE jest to, aby programy uczestniczące w wymianie danych, były ciągle uruchomione. Nie ma ograniczeń co do liczby równocześnie prowadzonych konwersacji, tzn. dana aplikacja może być równocześnie klientem dla jednej konwersacji i serwerem dla innej. Serwer może dostarczać dane wielu klientom, klient może otrzymywać dane od wielu serwerów.

Wybranie i kliknięcie ikony kubka udojowego w oknie SERWER powoduje otwarcie animowanego okna, zawierającego jego wizualizację (rys. 3). Cyframi oznaczono zmienne występujące w aplikacji sterującej.

Wszystkie zmienne oraz ich rodzaje zestawiono w tabeli 1. Nazwy zmiennych w aplikacji sterującej i wizualizującej nieco się różnią. Ponieważ zawory 1 i 2 napę-



Rys. 3. Wizualizacja kubka udojowego z naniesioną mapą zmiennych
 Fig. 3. Visualization of teatcup coated with a map of variables

Źródło: opracowanie własne. Source: own study.

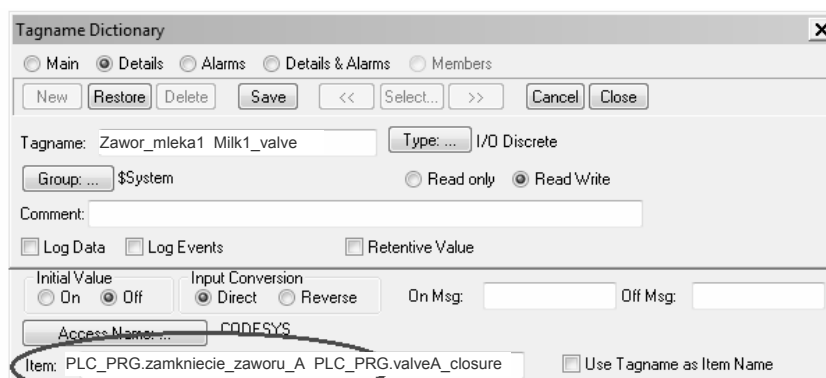
Tabela 1. Deklaracja zmiennych występujących w komunikacji DDE
 Table 1. Declaration of variables in the DDE communication

Obiekt Object	Nazwa zmiennej InTouch Name of variable InTouch	Nazwa zmiennej CoDeSys Name of variable CoDeSys
Zawór 1 Valve 1	zawor_mleka1 milk1_valve	zamkniecie_zaworu_A valve_closure_A
Zawór 2 Valve 2	zawor_podcisnienia1 underpressure1_valve	zamkniecie_zaworu_A valve_closure_A
Zawór 3 Valve 3	zawor_podcisnienia2 underpressure2_valve	zamkniecie_zaworu_B valve_closure_B
Zawór 4 Valve 4	zawor_mleka2 milk2_valve	zamkniecie_zaworu_B valve_closure_B
Zawór 5 Valve 5	zawor_mleka3 milk3_valve	zamkniecie_zaworu_C valve_closure_C
Zawór 6 Valve 6	zawor_mleka4 milk4_valve	zamkniecie_zaworu_D valve_closure_D
Komora mleczna A Dairy compartment A	zbiornikA tankA	zbiornik_A tank_A
Komora mleczna B Dairy compartment B	zbiornikB tankB	zbiornik_B tank_B

Źródło: opracowanie własne. Source: own study.

dzane są jedną cewką, stąd w programie CoDeSys znajduje się jedna zmienna sterująca. Sygnał „0” zamyka jeden zawór a otwiera drugi, zaś sygnał „1” – działanie odwrotne. Obie aplikacje korzystają ze swoich zmiennych, które są kojarzone (rys. 4). Zmienna „zawor_mleka1” jest aktualizowana kanałem DDE, gdzie „Access Name” jest programem Codesys, a „Item” stanowi zmienna „PLC_PRG.zamknięcie_zaworu_A”, należąca do aplikacji znajdującej się na sterowniku PLC.

Po zdefiniowaniu wszystkich zmiennych i skomunikowaniu ich ze zmiennymi z programu sterownika uruchomiono aplikację. Następnie uruchomiono wizualizację; również działała poprawnie. Jeśli wszystkie parametry zmiennych są określone prawidłowo, to zgodnie z założeniami DDE komunikacja odbywa się w czasie rzeczywistym, co stwierdzono w wyniku testowania działania układu.



Źródło: opracowanie własne. Source: own study.

Rys. 4. Łączenie zmiennych w komunikacji DDE

Fig. 4. Combining of the variables in DDE communication

Podsumowanie

Przedstawiony system komunikacji ma duże znaczenie w perspektywie rozwoju prac nad autonomicznym aparatem udojowym. Oprócz prac autorów niniejszego opracowania, w Polsce są prowadzone prace nad inteligentnymi aparatami udojowymi na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu [JĘDRUŚ, LIPiŃSKI 2008; LIPiŃSKI 2009]. W powyższych pracach stosowane są nowoczesne systemy pomiarowe z koniecznością gromadzenia danych, stąd zachodzi konieczność projektowania wydajnych systemów komunikacji. Zaproponowany system komunikacji ułatwia transfer danych pomiarowych z autonomicznego aparatu udojowego do systemu gromadzącego dane o procesie doju krów.

Praca finansowana ze środków na naukę w latach 2008–2011 jako projekt badawczy N N313 154435.

Bibliografia

- EWY Z. 1989. Zarys fizjologii zwierząt. Warszawa. PWN. ISBN 83-01-07085-4 ss. 479.
- JAKUSZEWSKI R. 2010. Podstawy programowania systemów SCADA. Katowice. Wydaw. Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego. ISBN 9788360716670 ss. 222.
- JĘDRUŚ A., LIPiŃSKI M. 2008. Analiza funkcjonalna nowego aparatu udojowego. Inżynieria Rolnicza. Nr 4 (102) s. 337–346.
- JUSZKA H., LIS S. 2009. Sterowanie udojem oparte o model procesu. Inżynieria Rolnicza. Nr 5 (114) s. 93–99.
- JUSZKA H., LIS S., TOMASIĄK M. 2011. Validation of a model of the negative pressure set value signal formation in the cow machine milking. Journal of research and applications in agricultural engineering. Vol. 56 (2) s. 68–71.

JUSZKA H., TOMASIK M., LIS S. 2010. Rozwój systemów wizualizacji w automatyzacji doju krów. Inżynieria Rolnicza. Nr 4 (122) s. 253–259.

JUSZKA H., TOMASIK M., LIS S. 2005. Wizualizacja komputerowa w prezentacji wyników modelowania doju krów. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 4 (50) s. 65–70.

KASPRZYK J. 2010. Programowanie sterowników przemysłowych. Warszawa. WNT. ISBN 978-83-204-3644-0 ss. 305.

LIPIŃSKI M. 2009. Trendy rozwojowe konstrukcji maszyn przeznaczonych dla obór mlecznych. Prace i Materiały Zootechniczne. Nr 67 s. 137–150.

TOMASIK M., JUSZKA H., LIS S. 2010. Rozwój systemów wizualizacji w automatyzacji doju krów. Inżynieria Rolnicza. Nr 4 (122) s. 253–259.

Henryk Juszka, Marcin Tomasik, Stanisław Lis

**DYNAMIC DATA EXCHANGE (DDE)
IN CONTROL OF THE MILKING APPARATUS**

Summary

Paper discussed communication issues of the parent control system, programmed in Wonderware In Touch, with the autonomous programme controlling milking apparatus by means of the PLC. The control system is based on a Moeller XC-CPU 101 modular driver. This driver communicates with the application of parent exercising control over it through the Gateway Server and DDE. The present communication system makes possible an introduction of unconventional control algorithms developed, to steering of the autonomous milking apparatus, among others in the Matlab programme.

Key words: milking apparatus, cluster, DDE, PLC, InTouch visualization

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. inż. Henryk Juszka
Katedra Energetyki i Automatyzacji Procesów Rolniczych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B, 30-149 Kraków
tel. 12 662-46-49; e-mail: Henryk.Juszka@ur.krakow.pl

