

Integracja systemów informatycznych w automatyzacji procesów produkcyjnych

Krzysztof Skura
Zbigniew Smalec *

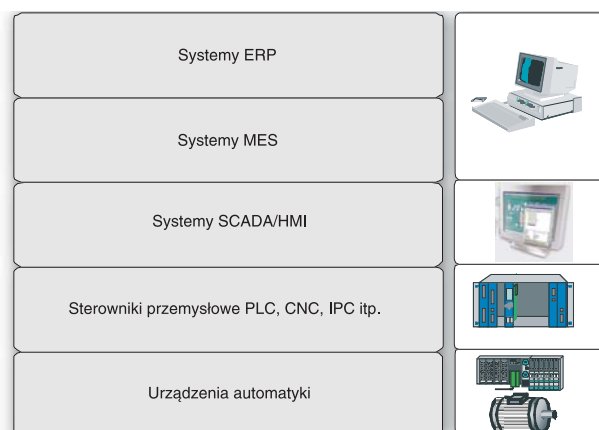
Integracja systemów informatycznych w przedsiębiorstwie produkcyjnym jest zadaniem niełatwym ze względu na różnorodność stosowanych standardów sieci i protokołów komunikacyjnych oraz interfejsów komunikacyjnych oprogramowania aplikacyjnego i baz danych. W artykule przedstawiono rozwiązania komunikacyjne dla systemów automatyki przemysłowej oraz systemów baz danych, takie jak OPC. Szczególną uwagę zwrócono na problem integracji urządzeń automatyki przemysłowej z bazami danych na potrzeby systemów SCADA oraz MES. Przedstawiono wyniki badań systemów OPC oraz interfejsów ODBC, które wskazały na słabe punkty w procesie integracji systemów informatycznych.

Zbieranie oraz zarządzanie informacjami w przedsiębiorstwie produkcyjnym stanowi kluczowy element w procesie podejmowania decyzji, prowadzących do zwiększenia efektywności produkcji, poprawy jakości produktów oraz wyeliminowania zakłóceń w realizacji zleceń produkcyjnych. Systemy informatyczne wspomagają funkcjonowanie przedsiębiorstwa produkcyjnego na wszystkich jego poziomach od maszyn i linii produkcyjnych, poprzez działy inżynieryjne aż do działów administracyjnych. Wśród informatycznych systemów zarządzania przedsiębiorstwem oraz wspomagania i sterowania produkcją obecnie można spotkać systemy takie jak: ERP (*Enterprise Resource Planning*), SCM (*Supply Chain Management*), P/PE (*Product and Process Engineering*), MES (*Manufacturing Execution Systems*), SCADA/HMI (*Supervisory Control and Data Acquisition/Human Machine Interface*) i wiele innych. Integracja informatyczna tych systemów pozwala na dokładną ocenę sytuacji w jakiej znajduje się przedsiębiorstwo i co za tym idzie, umożliwia podejmowanie właściwych decyzji.

Na niższych poziomach przedsiębiorstwa produkcyjnego od wielu lat są stosowane nadrzędne systemy sterowania i akwizycji danych SCADA, przemysłowe układy sterowania CNC (*Computer Numerical Control*), PLC (*Programmable Logic Controller*), IPC (*Industrial PC*), czujniki, elementy wykonawcze i inne urządzenia automatyki przemysłowej. Stanowią one swoisty system informatyczny działający w czasie rzeczywistym, którego podstawowym zadaniem jest sterowanie maszynami i liniami produkcyjnymi w celu realizacji zadań produkcyjnych. Historycznie rzecz ujmując, systemy sterowania maszyn oraz linii produkcyjnych są

stosowane w zakładach produkcyjnych od kilku dekad, podczas gdy systemy ERP powstały w ciągu ostatnich dziesięciu lat. Ta różnica doprowadziła do powstania luki technologicznej pomiędzy tymi systemami. Luka ta dodatkowo została powiększona poprzez odmienne wymagania końcowych użytkowników tych systemów – inżynierów procesu produkcyjnego oraz menedżerów zarządzających przedsiębiorstwem.

Powstała w ten sposób luka technologiczną obecnie wypełniają systemy MES [1, 5]. Rys. 1 przedstawia względną pozycję systemów MES w hierarchii systemów informatycznych w typowym przedsiębiorstwie produkcyjnym.



Rys. 1. Systemy informatyczne przedsiębiorstwa produkcyjnego

Podstawowym zadaniem systemu MES jest efektywne i skuteczne prowadzenie procesu produkcyjnego na podstawie precyzyjnych i aktualnych danych produkcyjnych pochodzących z układów sterowania i systemów akwizycji danych. Systemom MES przypisuje się następujące funkcje:

- zbieranie i archiwizacja danych produkcyjnych
- monitorowanie i kontrolowanie przebiegu procesu wytwórczego
- harmonogramowanie zadań produkcyjnych

* dr inż. Krzysztof Skura, dr inż. Zbigniew Smalec – Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji, Politechnika Wrocławska

- zarządzanie zasobami (maszynami, pracownikami) oraz ich alokacja
- zarządzanie przeglądami i remontami maszyn i linii produkcyjnych
- analiza efektywności produkcji i generowanie raportów
- zarządzanie jakością i wiele innych.

Niezbędnym elementem nowoczesnego systemu MES jest możliwość łatwej integracji z systemami automatyki przemysłowej (sterowniki, SCADA) oraz z bazami danych, które przechowują dane produkcyjne istotne dla procesu podejmowania decyzji. Systemy MES łączą sterowanie wydziału produkcyjnego, działy utrzymania ruchu, działy jakości i inne źródła danych w jednolity system informatyczny, używając standardowych komponentów oprogramowania takich jak: OPC Client, OPC Server i ActiveX. Te nowoczesne technologie informatyczne w znaczny sposób redukują całkowity koszt integracji MES z systemami automatyki i bazami danych oraz zabezpieczają inwestycje IT na przyszłość. Jednakże projektowanie systemu komunikacyjnego nie jest zadaniem łatwym i wymaga uwzględnienia wielu parametrów technicznych sieci i protokołów komunikacyjnych, interfejsów łączących systemy informatyczne, a także uwzględnienia wymagań czasowych, bezpieczeństwa transmisji danych i ograniczeń wynikających z przepustowości sieci i wymagań technicznych klienta.

Technika komunikacji OPC w automatyzacji procesów przemysłowych

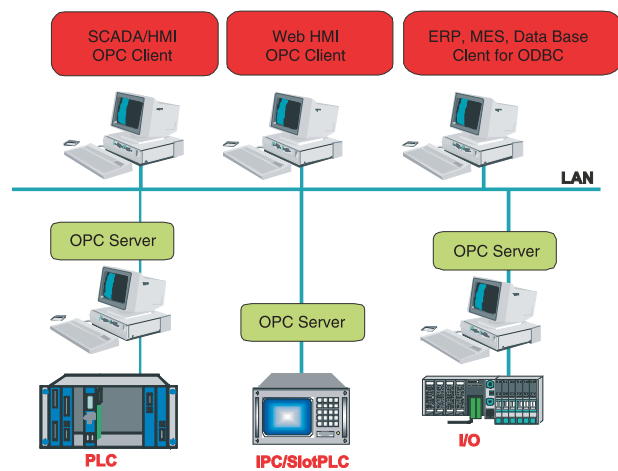
Począwszy od 1996 roku organizacja OPC Foundation (OPC – *OLE for Process Control*) zajmuje się opracowywaniem specyfikacji technicznych w celu standaryzowania komunikacji pomiędzy urządzeniami automatyki przemysłowej (PLC, IPC itp.) a komputerowymi systemami akwizycji danych procesowych i sterowania nadrzędnego – SCADA/HMI. W skład OPC Foundation wchodzi wiele organizacji oraz firm (ponad 300) takich jak: ABB Automation, Alstom, Bosch Telecom GmbH, eMation, Fieldbus Foundation, GE Fanuc, Fisher-Rosemount Systems, Honeywell, Interbus Club, PNO, Phoenix Contact, Siemens AG, Wonderware Corporation.

Do 1996 roku wszyscy producenci systemów SCADA/HMI tworzyli własne, firmowe rozwiązania interfejsów komunikacyjnych, nazywanych sterownikami programowymi (*drivers*). Powodowało to następujące problemy [2]:

- znaczne zwielokrotnienie czasu pracy inżynierów – każdy producent oprogramowania SCADA/HMI musiał opracować własny sterownik programowy do sprzętu poszczególnych producentów urządzeń automatyki
- niezgodności pomiędzy sterownikami programowymi, pochodzącymi od różnych dostawców – właściwości sprzętu nie są jednakowo wykorzystywane przez wszystkich producentów sterowników programowych

- brak uaktualnień sterowników w przypadku zmian cech sprzętu – zmiany funkcji sprzętu często powodują uszkodzenie sterowników programowych
- konflikt dostępu – dwa programy (aplikacje) nie mogą mieć równoczesnego dostępu do tego samego urządzenia, ponieważ każdy z nich zawiera niezależne sterowniki programowe.

OPC definiuje standardowy mechanizm wymiany danych pomiędzy jego źródłem – serwerem OPC a dowolnym odbiorcą – klientem OPC. Wykorzystując specyfikację OPC, producenci oprogramowania mogą zbudować wielofunkcyjny oraz zoptymalizowany serwer danych procesowych komunikujący się z jednej strony ze źródłem danych – sterownikiem przemysłowym, a z drugiej strony z odbiorcami danych – aplikacjami użytkowymi, np. systemami dyspozytorskimi SCADA/HMI.



Rys. 2. Niejednorodne środowisko komputerowe połączone poprzez OPC [2]

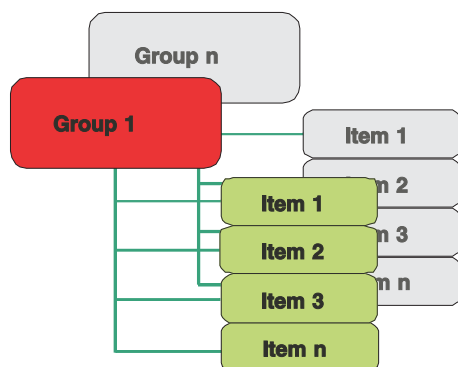
Komunikacja na bazie OPC znacznie ograniczyła nakłady pracy wymagane w fazie projektowej i wdrożeniowej systemu sterowania oraz spowodowała, że integracja systemu sterowania złożonego z urządzeń pochodzących od wielu producentów w jednorodne środowisko komputerowe stała się możliwa i prosta do wykonania. Wraz z rozpowszechnieniem specyfikacji OPC odniesiono wiele wymiernych korzyści takich jak:

- niemalże wszyscy producenci urządzeń automatyki opracowali zestaw oprogramowania OPC do wykorzystania przez aplikacje klientów, np. oprogramowanie SCADA/HMI
- producenci oprogramowania do wizualizacji oraz nadzorowania procesów przemysłowych SCADA/HMI nie muszą już opracowywać sterowników programowych do swojego oprogramowania – obowiązek ten spadł na producentów urządzeń automatyki
- wszelkie zmiany funkcji urządzeń automatyki są natychmiast przenoszone przez ich producentów na oprogramowanie OPC.

Standard OPC opiera się na technologii oprogramowania OLE/COM firmy Microsoft [2]. OLE (*Object Linking and Embedding*) jest to mechanizm łączenia oraz osadzania obiektów, który pozwala na kopiowanie lub

przenoszenie informacji z aplikacji źródłowej (serwera) do aplikacji docelowej (klienta), przy zachowaniu oryginalnego formatu danych.

Architektura OPC zawiera następujące elementy nazywane obiektami: serwer, grupa oraz pozycja. Na najwyższym poziomie w hierarchii obiektów znajduje się obiekt serwera, który zawiera informacje o serwerze, np. typ, wersja, producent oraz obiekty typu grupa. Natomiast obiekt grupy OPC zawiera informacje o grupie (o sobie) oraz mechanizmy zarządzające poszczególnymi pozycjami w strukturze grupy OPC (rys. 3). Obiekt grupy OPC jest wyposażony w metody (funkcje) odpowiedzialne za organizację obiektów danych w serwerze, np. grupa może reprezentować zbiór pozycji (item), które są zmiennymi procesowymi używanymi w raportach lub obrazach synoptycznych procesu. Dane zawarte pod poszczególnymi pozycjami mogą być czytane lub zapisywane z okresem określonym przez klienta np. 100 ms, 500 ms. Podobnie i typ połączenia (synchroniczny, asynchroniczny) jest definiowany przez aplikację klienta.



Rys. 3. Związek pomiędzy grupą a pozycją OPC

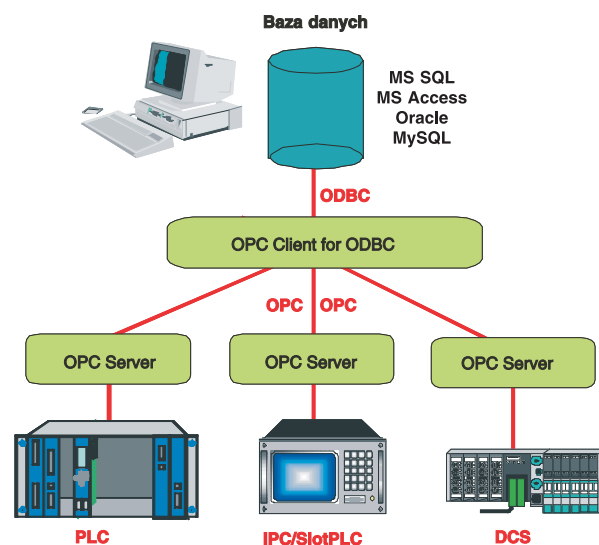
Istnieją dwa typy grup: grupa publiczna oraz grupa lokalna (lub prywatna). Grupa publiczna jest grupą współdzieloną pomiędzy wieloma klientami, natomiast grupa lokalna jest zarezerwowana wyłącznie dla jednego klienta. Wewnątrz każdej grupy klient OPC może zdefiniować jeden lub więcej pozycji OPC. Pozycje (*items*) nie są źródłami danych, a jedynie ich połączeniem logicznym, takim jak identyfikator (*tag*) w systemie DCS (*Distributed Control System*).

Chociaż standard OPC został zaprojektowany głównie do udostępniania danych z serwera sieciowego (tzw. *Remote Mode*), to w wielu przypadkach interfejsy OPC mogą być z powodzeniem stosowane lokalnie na jednym komputerze (*Local Mode*) lub wewnątrz jednej aplikacji. Na najniższym poziomie systemu sterowania serwery OPC mogą gromadzić dane z urządzeń sterownikowych automatyki dla systemów SCADA lub DCS albo z systemów SCADA (DCS) dla innych aplikacji użytkowych. Stwarza to możliwość skonstruowania takiego serwera OPC, który pozwoli aplikacji klienta OPC na dostęp, poprzez pojedynczy obiekt, do danych pochodzących z wielu różnych serwerów OPC, dostarczonych przez różnych producentów i pracujących w różnych węzłach w sieci.

Integracja baz danych z serwerami OPC poprzez otwarty interfejs komunikacyjny ODBC

Integracja systemów sterowania linii produkcyjnych z systemami planowania produkcji oraz systemami zarządzania przedsiębiorstwem stanowi istotny element w procesie skracania cyklu produkcyjnego oraz poprawy efektywności i jakości produkcji. Systemy baz danych oraz technika komunikacji oparta na OPC to dwa podstawowe rozwiązania informatyczne ułatwiające integrację przepływu danych produkcyjnych. Nowoczesne systemy MES korzystają z obu wymienionych tu rozwiązań, czego doskonałym przykładem może być oprogramowanie InTrack oraz IndustrialSQL Server firmy Wonderware.

Jak już wcześniej wspomniano podstawowym zadaniem serwera danych OPC (tzw. *OPC Data Access Server*) jest wymiana danych pomiędzy urządzeniem automatyki przemysłowej, takim jak: PLC IPC, a aplikacją klienta OPC np. systemem SCADA. Jednakże często powstaje także konieczność wymiany danych procesu produkcyjnego z bazą danych dla systemów klasy MES lub ERP. Jednym z rozwiązań tego problemu jest zastosowanie standardowego interfejsu ODBC (*Open Data Base Connectivity*) komunikującego się z bazą danych z jednej strony oraz z serwerem OPC z drugiej strony. Przykładem takiego rozwiązania jest program OPC Client for ODBC firmy Matrikon lub OPC Client for SQL Server firmy Integration Objects.



Rys. 4. Połączenie bazy danych z OPC poprzez interfejs ODBC

Podstawowym zadaniem programu OPC Client for ODBC jest umożliwienie przesyłania danych z procesu produkcyjnego pomiędzy serwerami OPC a bazami danych kompatybilnych z interfejsem ODBC. Interfejs ten używa standardowych zapytań języka SQL (*Structured Query Language*). Istnieją dwa podstawowe zastosowania interfejsu OPC Client for ODBC [3]:

- archiwizacja danych procesowych z serwerów OPC do bazy danych poprzez ODBC. Baza danych staje

się w takiej aplikacji tzw. bazą danych historycznych (*Process Historian*) i aplikacja może składować dane w tabelach baz danych, następnie mogą być użyte narzędzia do analizy i odczytywania danych

- rozsyłanie danych pochodzących z baz danych do serwerów OPC w celu sparametryzowania układu sterowania.

Interfejs OPC Client for ODBC wspiera następujące bazy danych kompatybilne z ODBC: Microsoft Access, Microsoft SQL, Oracle, Sybase, MySQL etc. Interfejs ten umożliwia także:

- komunikację pomiędzy wieloma bazami danych ODBC i wieloma serwerami OPC, włączając w to sesje równoległe z tym samym serwerem
- definiowanie i zadawanie zapytań SQL, pozwalając na odczytywanie wartości z tabel oraz zapisywanie do tabel
- edytowanie zapytań SQL w czasie pracy aplikacji
- prostą konfigurację i parametryzację interfejsu ODBC
- dokonywanie uaktualnień tabel poprzez transakcje
- pracę jako usługę Windows NT
- zapisywanie konfiguracji systemu w formacie XML.

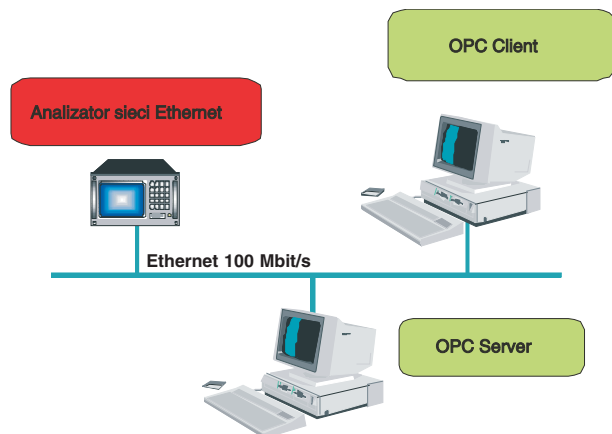
Badanie obciążenia sieci Ethernet 100 Mbit/s dla komunikacji klient-serwer OPC

Projektowanie systemu komunikacyjnego w oparciu o standard OPC wymaga określenia niezbędnych parametrów pracy komputerów PC oraz sieci lokalnej Ethernet. W artykule tym przedstawiono wyniki badań przepustowości sieci Ethernet 100 Mbit/s dla komunikacji klient-serwer OPC oraz obciążenia procesora CPU (*Central Processor Unit*) poszczególnych, komunikujących się ze sobą komputerów. Szersze przedstawienie tego tematu można odnaleźć w pracach [2, 4].

Obciążenie sieci Ethernet 100 Mbit/s wnoszone przez komunikację klient-serwer OPC zostało zmierzone przy następujących założeniach:

- przyjęto czas uaktualniania danych procesowych w aplikacji klienta OPC tzw. *Update Rate* na poziomie 1000 ms
- założono protokół komunikacyjny TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) do komunikacji pomiędzy aplikacją serwera oraz klienta
- przyjęto liczbę transmitowanych zmiennych procesowych od 1000 do 10000 (co 1000)
- przyjęto transmisję zmiennych procesowych typu INT4 (typ integer, 4 bytes).

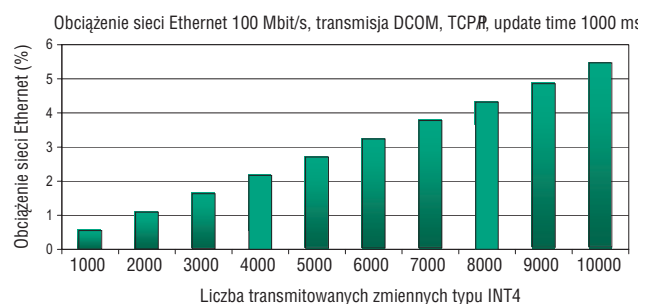
Rys. 5 pokazuje model komunikacyjny OPC przyjęty do badań obciążenia sieci Ethernet. Serwer OPC skonfigurowano na komputerze klasy PC z systemem operacyjnym Windows XP, procesorem AMD 1,8 GHz i pamięcią operacyjną RAM 512 MB. Jako serwer danych zastosowano OPC Server ver. 1.2.4 firmy Matrikon. Aplikację klienta zainstalowano na drugim komputerze PC (INTEL 2,4 GHz, RAM 512 MB) połączonym z serwerem OPC siecią Ethernet 100 Mbit/s.



Rys. 5. Konfiguracja systemu komunikacyjnego OPC do pomiarów obciążenia sieci Ethernet 100 Mbit/s

Obciążenie sieci zostało zmierzone za pomocą analizatora sieci LAN (*Local Area Network*) – ANASIL. ANASIL jest programowym analizatorem sieci lokalnych standardu Ethernet. Jego podstawowymi funkcjami są: monitorowanie stanu łącza, tworzenie spisu aktywnych stacji (komputerów), testy łącza i komunikacji pomiędzy stacjami, ostrzeganie o przekroczeniu zadanych parametrów stanu sieci oraz przechwytywanie i analiza krążących w sieci pakietów.

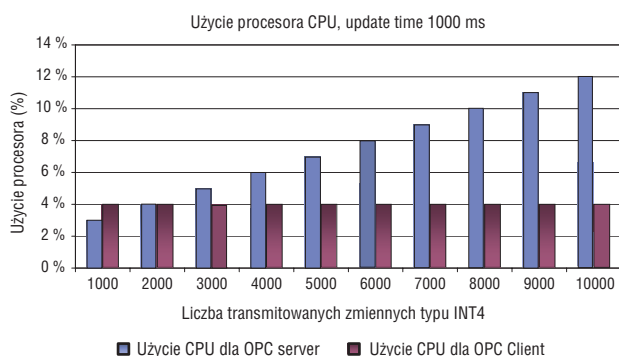
W badaniach zrealizowano pomiar aktualnego wykorzystania sieci LAN. Aktualne wykorzystanie sieci (*Current network utilization*) jest to procentowe obciążenie łącza Ethernet. Jako podstawę obliczeń przyjmuje się, że łącze takie ma maksymalną przepustowość 100 Mbit/s. W obliczeniach są brane pod uwagę także elementy ramki niewchodzące w skład ramki warstwy liniowej, tj. preambuła i suma kontrolna.



Rys. 6. Obciążenie sieci Ethernet 100 Mbit/s dla komunikacji klient-serwer OPC

Wyniki badań obciążenia sieci Ethernet 100 Mbit/s dla komunikacji klient-serwer OPC przedstawiono na rys. 6. Wynika z nich wyraźnie, że transmisja 1000 zmiennych procesowych typu INT4 obciąża sieć na poziomie 0,54 %. Transmisja 10000 zmiennych obciąża sieć na 5,47 %. Wynika z tego wniosek, że sieć Ethernet 100 Mbit/s stanowi dobre rozwiązanie dla komunikacji OPC.

Rys. 7 przedstawia wyniki badań wymaganego czasu procesora na wykonywanie zadań komunikacyjnych klient-serwer OPC. Czas procesora (%) przedstawia procent czasu, jaki procesor zużywa do wykonania wątku czynnego – aplikacji klienta, serwera OPC.



Rys. 7. Obciążenie jednostki centralnej CPU dla komunikacji klient-serwer OPC

Wartość ta jest obliczana przez monitorowanie czasu, w którym usługa jest nieaktywna, a następnie odjęcie tej wartości od 100 %.

Wyniki tych badań wskazują, że transmisja 1000 zmiennych typu INT4 wprowadza 1 % obciążenie dla procesora CPU komputera serwera OPC. Natomiast podczas transmisji 10000 zmiennych obciążenie to wyniosło 12 %. Obciążenie procesora dla komputera klienta pozostawało na stałym poziomie 4 % i związane było ono w głównej mierze z obsługą aplikacji graficznej przedstawiającej na ekranie komputera jedną grupę zmiennych zawierającą 1000 zmiennych INT4. Pozostałe zmienne były transmitowane do komputera klienta OPC, ale nie były wyświetlane na ekranie tego komputera.

Badanie obciążenia jednostki centralnej CPU w komunikacji pomiędzy serwerem OPC a bazą danych MS SQL Server oraz MySQL

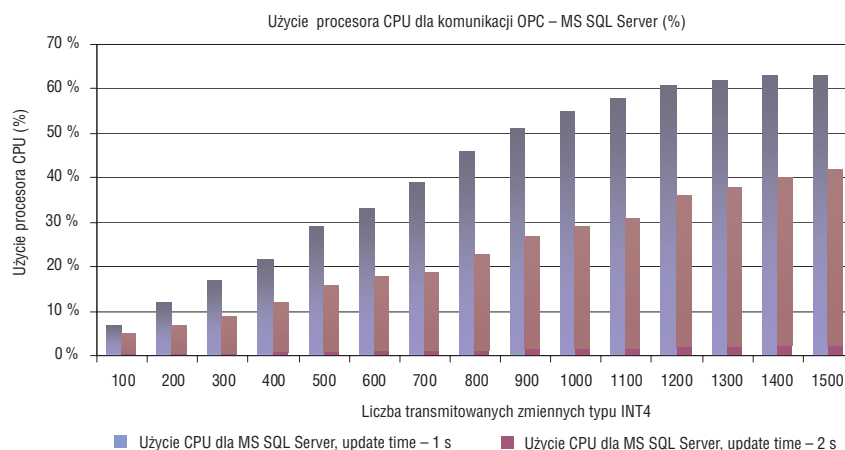
Rys. 4 przedstawia model komunikacyjny pomiędzy serwerem OPC a bazą danych. W modelu tym przyjęto, że wymiana danych procesowych będzie się odbywała poprzez interfejs ODBC. Aplikację serwera OPC zainstalowano na komputerze klasy PC z systemem operacyjnym Windows XP, procesorem AMD 1,8 GHz i pamięcią operacyjną RAM 512 MB. Jako serwer danych zastosowano OPC Server ver. 1.2.4 firmy Matrikon. Aplikację OPC Client for ODBC uruchomiono na drugim komputerze PC (INTEL 2,4 GHz, RAM 512 MB) połączonym z serwerem OPC siecią Ethernet 100 Mbit/s. Skonfigurowano platformę komunikacyjną DCOM z protoko-

łem komunikacyjnym TCP/IP. W modelu tym założono, że komunikacja w środowisku rozproszonym pomiędzy komputerami będzie oparta na modelu obiektów rozproszonych DCOM (Distributed Common Object Model). W praktyce jest możliwe uruchomienie OPC Client for ODBC na komputerze serwera OPC. Komunikacja z bazą danych w środowisku rozproszonym odbywa się w takim przypadku bezpośrednio poprzez protokół TCP/IP.

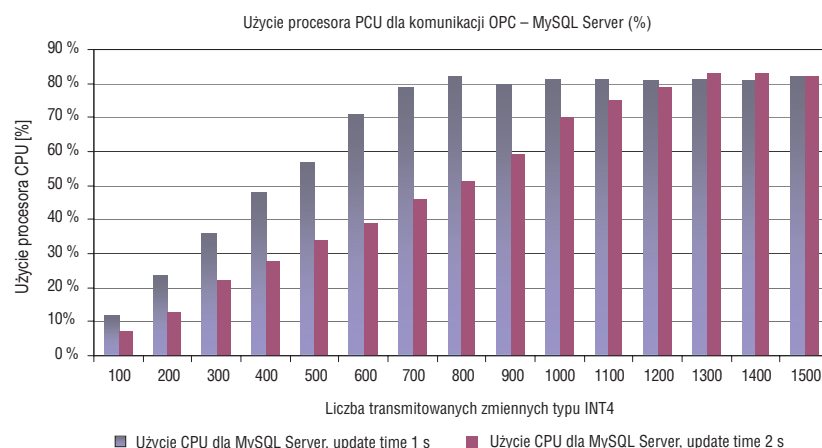
Jak już przedstawiono wyżej platforma komunikacyjna DCOM obciąża sieć Ethernet 100 Mbit/s tylko w nieznaczny sposób. Natomiast, jak to będzie wykazane w tym artykule, czas procesora (obciążenie procesora) wymagany na obsługę komunikacji pomiędzy OPC i bazą danych jest elementem kluczowym podczas projektowania systemów komunikacyjnych.

W badaniach przyjęto następujące założenia:

- komunikacja pomiędzy komputerami będzie się odbywać poprzez sieć Ethernet 100 Mbit/s
- protokół TCP/IP został wybrany jako podstawa komunikacji dla obiektów DCOM
- aplikacja interfejsu ODBC będzie zainstalowana na komputerze z bazą danych
- czas uaktualnienia danych (tzw. Update Rate) w tabelach baz danych przyjęto 1 s oraz 2 s
- założono transmisję danych OPC typu INT4.



Rys. 8. Obciążenie procesora CPU dla komunikacji OPC – MS SQL Server



Rys. 9. Obciążenie procesora CPU dla komunikacji OPC - MySQL Server

W badaniach tych uwzględniono komunikację poprzez interfejs ODBC dla bazy danych firmy Microsoft – MS SQL Server oraz dla bazy danych MySQL.

Wyniki badań obciążenia procesora CPU dla komunikacji pomiędzy OPC a bazą danych MS SQL serwer przedstawiono na rys. 8. W badaniach celowo przyjęto krótki czas uaktualniania danych, tzw. Update Rate (1 s, 2 s) w bazie danych, aby wskazać na graniczne parametry pracy komputerów z zainstalowaną bazą danych.

Jak łatwo zauważyć na rys. 8, przy założonym czasie uaktualniania danych na poziomie 1 s, (użycie) czas procesora wymagany na przesyłanie danych przekracza poziom 50 % przy transmisji 900 zmiennych dla bazy MS SQL. W przypadku bazy MySQL czas procesora przekracza 50 % przy transmisji 500 zmiennych (500 zmiennych/s) (rys. 9). Wynika z tego wniosek, że zastosowany interfejs ODBC (MyODBC 3.51) dla bazy MySQL jest mniej efektywny od interfejsu ODBC dla MS SQL.

Przy założonym czasie Update Rate na poziomie 2 s znacząco spada czas (użycie) procesora wymagany na wykonanie zadania komunikacyjnego i uaktualnienie tabeli danych w bazie danych. W praktyce w aplikacjach wymagających transmisji dużej liczby danych procesowych (np. powyżej 1000) do baz danych poprzez ODBC należy unikać krótkich czasów uaktualniania tzw. Update Rate (na poziomie 1 s). Czas ten powinien wynosić minimum kilka sekund.

Podsumowanie

Punktem wyjścia w procesie projektowania systemów komunikacyjnych do automatyzacji produkcji są zastosowane systemy informatyczne, aplikacje, interfejsy, systemy sterowania, sieci komputerowe, bazy danych oraz wymagania funkcjonalne końcowych użytkowników. Ze szczególną starannością powinny być przeanalizowane wymagania dotyczące ilości oraz czasu przesyłania danych pomiędzy aplikacjami. Jak wykazały wyniki badań przedstawionych w tym artykule przemysłowe systemy komunikacyjne takie jak OPC doskonale spełniają swoje zadanie w obszarze produkcyjnym, gdzie wymaga się transmisji dużej liczby danych w krótkim czasie np. 1 s. Jednakże te wysokie wymagania czasowe nie mogą być spełnione w aplikacjach informatycznych takich jak MES czy ERP przy zastosowaniu uniwersalnych i standardowych rozwiązań, takich jak interfejs do bazy danych OPC/ODBC. Zastosowanie specjalizowanych rozwiązań informatycznych tzw. „niestandardowych” niesie ze sobą z kolei duże koszty wdrożenia i utrzymania. Dlatego też w procesie projektowania systemów komunikacyjnych integrujących „świat automatyki” ze „światem systemów zarządzania i sterowania produkcją” szczególną uwagę należy zwrócić na rzeczywiste wymagania tych systemów w odniesieniu do czasu i ilości przesyłanych danych.

Bibliografia

1. J. Frase, *Boost Business Results and Gain Quick ROI with Manufacturing Execution Systems*, Industry Directions – www.industrydirections.com, 2004.
2. F. Iwanitz, J. Lange, *OPC – Fundamentals, Implementation and Application*, Hüthig Fachverlag, 2002.
3. Matrikon, *OPC client for ODBC User's Manual* – www.matrikon.com, 2002.
4. K. Skura, *Analiza i badania wybranych rozwiązań systemów komunikacyjnych do automatyzacji procesów przemysłowych*, Praca doktorska, Politechnika Wrocławska, 2002.
5. TATA Consultancy Services, *Manufacturing Execution Systems. A Concept Note* – www.tcs.com, 2002. ■

JUMO

53-021 Wrocław, ul. Korfańskiego 28
Tel.: 0-71 339 82 39, 339 87 56
Faks: 0-71 339 73 79
e-mail: biuro@jumo.com.pl
www.jumo.com.pl

POMIARY REGULACJA REJESTRACJA SUPER JAKOŚĆ W DOBREJ CENIE



Pomiary fizyko-chemiczne
pH, Redox, tlen, chlor,
przewodność.



Pomiary ciśnienia
Manometry, przetworniki
ciśnienia, przetwornik
różnicy ciśnień.



Zabezpieczenia termiczne
Termostaty mechaniczne
i elektroniczne.



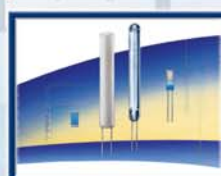
Zabezpieczenia termiczne
Wskaźniki kontaktowe,
mikrostaty.



Regulacja
Uniwersalne regulatory
mikroprocesorowe,
regulatory dedykowane,
rozproszony system
automatyki.



Pomiary temperatury
Termometry oporowe
i termopary.



Sensory temperatury
CHIP (napylane)
ceramiczne, SMD.



Rejestracja
Rejestratory na papier
i ekranowe.
Przetworniki temperatury.



Serwis i projektowanie
- Naprawy,
- Kompetentne doradztwo,
- Komplektacja dostaw,
- Uruchomienia.