

# Urządzenia automatyki przemysłowej w środowisku Industry 4.0

## Industrial automation products in the conception of Industry 4.0

PIOTR SZULEWSKI\*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.329

Omówiono propozycje programowo-sprzętowe związane z wprowadzaniem koncepcji Industry 4.0 do praktyki przemysłowej, zaprezentowane podczas Hannover Messe 2016 przez różnych producentów. Te rozwiązania wspierają podstawowe komponenty idei Industry 4.0, takie jak: sieci przemysłowe, systemy cyberfizyczne czy Internet rzeczy.

**SŁOWA KLUCZOWE:** Hannover Messe 2016, Industry 4.0, sterowniki PLC, inteligentna fabryka, Internet rzeczy, sieci przemysłowe

*The article discusses presented by various manufacturers at Hannover Messe 2016 new and sophisticated products related to the concept of Industry 4.0 in industrial practice. These products support the basic components of this idea, such as industrial networks, cyberphysical systems or the Internet of things.*

**KEYWORDS:** Hannover Messe 2016, Industry 4.0, PLC controllers, IoT, Smart factory, field communication

Podczas kwietniowych targów automatyki przemysłowej, które corocznie odbywają się w Hanowerze, praktycznie każdy z wystawców proponował rozwiązania przygotowane specjalnie pod kątem wymagań: koncepcji Industry 4.0, Internetu rzeczy – IoT (*Internet of Things*), inteligentnej fabryki (*smart factory*) czy zaawansowanych systemów komunikacji – M2M (*machine to machine*). Obserwując stoiska wytwórców oraz ich prezentacje prasowe, seminaria i pokazy, można było odnieść wrażenie, że jedynym przewidywanym kierunkiem rozwoju przemysłu jest cyfrowa fabryka z pełną integracją informatyczną jej składników i zasobów. Wszyscy producenci w swoich materiałach informacyjnych podkreślają korzyści płynące z wdrożenia koncepcji inteligentnego zakładu, takie jak: obniżenie nakładów, zwiększenie elastyczności wytwarzania, skrócenie czasu produkcji, wzrost niezawodności parku maszynowego czy poszerzenie asortymentu produkcji. Spodziewany 10-procentowy wzrost obrotów przedsiębiorstw i 10-procentowy spadek kosztów produkcji po wprowadzeniu Industry 4.0 to atrakcyjna wizja, która skutecznie przekonuje użytkowników urządzeń automatyki do nowej idei i zaawansowanej technologii informatycznej.

### Omron

Koncepcja przedstawiana przez firmę Omron nawiązuje do opublikowanej przez jej założyciela w latach 70. teorii Sinic, określającej wzajemne zależności pomiędzy społeczeństwem, nauką i technologią. Zgodnie z tą koncepcją efekty badań naukowych pozwalają na wprowadzenie nowych technologii, adekwatnych do wymagań formułowanych przez konsumentów. Dialog i wzajemna współpraca

między naukowcami, producentami i konsumentami stymulują kreatywność tak potrzebną w rozwiązywaniu nowych problemów, a więc idealnie wpisuje się w pomysł Industry 4.0.

Model inteligentnej fabryki przyszłości można przedstawić jako automatyzację mającą formę działań: zintegrowanych (bezproblemowa współpraca zaawansowanych sterowników), inteligentnych (tworzenie zagregowanych informacji o realizowanej produkcji) i interaktywnych (harmonijna oraz skuteczna współpraca ludzi i urządzeń technologicznych). Na to składają się trzy główne środowiska: inteligentne usługi, inteligentne czujniki oraz inteligentne systemy (charakteryzujące się odpowiednimi usługami interfejsowymi, modułową budową i w pełni wymierną strukturą, a także adaptacyjną funkcjonalnością i całkowitą decentralizacją realizowanych zadań).

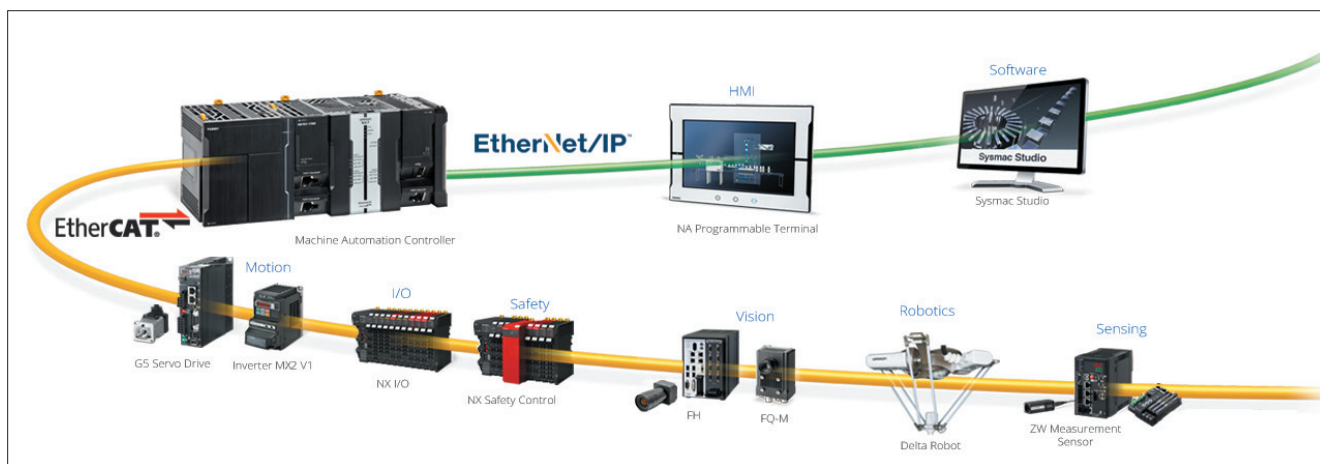
W zadaniach związanych z wymianą informacji firma skupia się na trzech głównych systemach transmisji danych. Dla warstwy systemów MES/ERP M2M i w celu zapewnienia bezpieczeństwa będzie zastosowane środowisko Ethernet/IP. Do przesyłania danych w grupach maszyn i w obrabiarkach, nadzorowania napędów, transmisji graficznych i zapewnienia bezpieczeństwa zostanie wykorzystany standard EtherCat. W najniższej warstwie (*switch and actuator*) związanej z częstym przesyłaniem krótkich informacji pomiędzy podstawowymi układami wykonawczymi i czujnikami oraz z badaniem statusu komponentów środowiska technologicznego będzie zastosowana sieć przemysłowa IO-link.

Realizację pełnego połączenia (integracji informatycznej) wszystkich komponentów automatyki w zakładzie przemysłowym ma umożliwić nowa platforma sterowników programowalnych o nazwie Sysmac (rys. 1). Jest ona nieustannie rozwijana od lat 70. Obecnie w jej strukturze sprzętowej wykorzystano procesor Intel® Atom™ i7 lub Core™ oraz system operacyjny czasu rzeczywistego – RTOS (*real-time operating system*). Zalety takiego rozwiązania to: możliwość znacznie szybszego opracowania sterowania, lepsza zdolność sterowania do reagowania, łatwe skalowanie koniecznej wydajności przetwarzania dzięki zastosowaniu mikroprocesorów należących do jednej rodziny.

Zgodnie z filozofią maksymalnego upraszczania struktury sterowania firma Omron proponuje:

- jeden uniwersalny sterownik (zgodny ze światowymi standardami CE, cULus, NK, LR) o strukturze integrującej sterowanie sekwencyjne, obsługę napędów, wizualizację i komunikację, programowany zgodnie z zaleceniami normy IEC 61131-3, umożliwiający swobodne sterowanie do 256 niezależnych osi z wykorzystaniem interpolacji liniowej i kołowej;
- jeden standard sieci (EtherCAT) do komunikowania się ze wszystkimi urządzeniami peryferyjnymi wchodzącymi w skład maszyny technologicznej (serwonapędami, inwerterami, systemami wizyjnymi, robotami, czujnikami,

\* Dr inż. Piotr Szulewski (maxer@cim.pw.edu.pl) – Instytut Techniki Wytwarzania, Wydział Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej



Rys. 1. Platforma systemowa Sysmac firmy Omron: sieć sterująca (czas rzeczywisty) – EtherCAT, sieć do programowania i raportowania – EtherNet/IP (źródło: www.omron-ap.com)

systemami bezpieczeństwa i in.), wspierający obsługę do 512 punktów sieciowych z gwarantowanym czasem transmisji pakietu 100  $\mu$ s (przy opóźnieniu nieprzekraczającym 1  $\mu$ s), pozwalający na automatyczne adresowanie wszystkich końcówek i dowolną topologię połączeń. Dzięki stosowaniu standardowych przewodów i wtyczek sieci Ethernet możliwe jest obniżenie kosztów implementacji, a dzięki bezpośredniemu wsparciu popularnych interfejsów wymiany danych – połączenie z systemami wspierania zarządzania zakładem;

- jedno zunifikowane i wydajne środowisko programistyczne obsługujące zadania sterowania, napędy, przetwarzanie wizyjne, zadania bezpieczeństwa i panele operatora, wyraźnie przyspieszające kompleksowe projektowanie systemu sterowania, obsługujące języki programowania zgodne ze standardem IEC 61131-3, wspierające zaawansowane symulacje 3D dla kontroli złożonych ruchów osi. W symulatorze programowym dostępna jest emulacja wszystkich funkcji sterownika z możliwością wizualizacji stanu.

## Beckhoff Automation

Beckhoff Automation to znany producent sterowników programowalnych klasy PLC, PAC i CNC. Do ich programowania firma oferuje zintegrowane, specjalizowane środowisko inżynierskie TwinCAT, a wraz z nim dwa nowe narzędzia programowe bezpośrednio wspierające idee Industry 4.0 oraz IoT. Moduł TwinCAT Analytics for Industry 4.0 składa się z czterech głównych bloków:

- rejestratora (*logger*) – środowiska bazodanowego realizującego cykliczną archiwizację dużych ilości danych przechowywanych w strukturach umożliwiających wykonywanie „zdjęć” obserwowanego procesu lub urządzenia;
- pulpitu do analizowania zebranych danych (*work bench*), będącego w istocie narzędziem do zaawansowanej analizy (online i offline) tych danych. Możliwe jest dołączanie własnych unikalnych procedur i formuł stworzonych w powszechnie uznanych środowiskach programistycznych – C#, C++ czy Matlab;
- biblioteki procedur analitycznych (*analytics library*) służących do bezpośredniego dodawania odpowiednich funkcji do programu PLC i pozwalających na szybkie wykonywanie zaawansowanych obliczeń bezpośrednio w procesorze sterownika;
- specjalnego narzędzia zapewniającego współpracę lokalnej bazy danych z publicznymi systemami chmur obliczeniowych (*cloud storage*) i pracującego w trybie

pośrednika, który odpowiada na żądania dostępu do danych, zgłaszane przez zewnętrzne urządzenia mające odpowiednie zezwolenia i przywileje.

Według firmy Beckhoff skuteczne połączenie technologii informatycznej oraz współczesnych układów i elementów automatyki przemysłowej warunkuje nowe możliwości w zakresie zaawansowanego i elastycznego sterowania wytwarzaniem. Równie ważne jest odkrycie nowych i dotychczas niewykorzystywanych źródeł informacji, pozwalających na precyzyjną kompletację rzeczywistego obrazu realizowanej produkcji. Internet rzeczy to jedno z bardzo istotnych źródeł tych informacji (rys. 2). Właśnie dlatego firma proponuje dodatkowe moduły programowe – jako składniki środowiska inżynierskiego TwinCAT – przeznaczone do obsługi zadań i procesów charakterystycznych dla IoT. Są to:

- **serwer/klient OPC UA for IoT** – ten moduł, instalowany jako usługa, umożliwia programom sterowania tworzonym w środowisku TwinCAT współpracę z serwerami OPC i udostępnianie aplikacjom zewnętrznym danych pochodzących bezpośrednio z pamięci sterowników PLC;



Rys. 2. Koncepcja Internetu rzeczy według firmy Beckhoff (źródło: www.beckhoff.com)



- **moduł komunikacji** (*IoT communication*) – jest to zespół procedur umożliwiających wysyłanie/odbieranie komunikatów w standardzie MQTT (*message queing telemetry transport protocol*) oraz AMQP (*advanced message queing protocol*). Te protokoły są powszechnie wykorzystywane do efektywnego przesyłania krótkich komunikatów w sieciach o stosunkowo nieskomplikowanej budowie, a więc występujących we wbudowanych kontrolerach elementów automatyki (np. zaworach, czujnikach czy sygnalizatorach). Komunikacja jest tu realizowana w modelu publikowania i subskrybowania odpowiednich komunikatów;
- **interfejsy chmury** (*IoT functions*) – są to specjalne programy umożliwiające przesyłanie, przechowywanie i przetwarzanie danych w systemach chmury obliczeniowej. Działają jako wywoływane funkcje. Obecnie wspierane są dwa popularne standardy chmury: Microsoft Azure i Amazon AWS;
- **bramka danych** (*data agent*) – te aplikacje działają jako niezależne od środowiska TwinCAT. Są zdolne pobierać dane bezpośrednio ze sterownika procesu i przysyłać je do wybranej chmury obliczeniowej albo samodzielnie formułować komunikaty w protokołach MQTT lub AMQP. Zabudowane specjalne mechanizmy buforowania danych zabezpieczają dane przed utratą;
- **komunikator** – służy do łatwego i wydajnego przesyłania danych procesowych, np. ze sterowników PLC do dowolnych odbiorców (urządzeń). Komunikacja jest dwustronna, co oznacza, że również urządzenia zewnętrzne mogą przysyłać swoje dane. Aplikacja pracuje w trybie publikacja-subskrypcja z własnym buforem danych, co zapewnia ich udostępnianie „na żądanie”;
- **komunikator dla urządzeń mobilnych** (*communicator app*) – to specjalne oprogramowanie ułatwiające prowadzenie zdalnej obserwacji monitorowanego procesu za pomocą narzędzi mobilnych (telefonu, smartfona, tabletu), przy czym wymagane jest połączenie z siecią Internet. Wymiana danych ze sterownikiem odbywa się za pomocą predefiniowanego serwisu w obszarze chmury obliczeniowej.

### Siemens Industry Software

Przedsiębiorstwo, które mimo ostrej konkurencji chce się utrzymać na rynku, musi sprostać wielu wyzwaniom – m.in. powinno dążyć do zwiększania elastyczności produkcji i skracania czasu jej cyklu, indywidualizowania oferty przy produkcji masowej oraz minimalizacji zużycia energii i zasobów. Musi więc optymalizować zarządzanie zasobami, aby maksymalnie wykorzystać cały swój potencjał – dotyczy to zarówno etapu projektowania i planowania produkcji, jak i inżynierii procesu, marketingu czy usług posprzedażowych. Mając to na uwadze, firma Siemens Industry Software przedstawiła swoją koncepcję cyfrowej fabryki przyszłości. Jest to zestaw zaawansowanego oprogramowania pod wspólną nazwą Digital Enterprise Software Suite. Według zapewnień jego autorów zaproponowane środowiska programowe są w pełni zgodne z wymaganiami koncepcji Industry 4.0. Elementy zestawu to zaawansowane narzędzia, nieustannie rozwijane od ponad 15 lat: PLM (*product lifecycle management*), MES (*manufacturing execution system*), TIA (*totally integrated automation*), QMS (*quality management system*), projektowanie produktów (CAD/CAM/CAE).

Cyfrowa fabryka oznacza konieczność gromadzenia, przechowywania i przetwarzania bardzo dużej ilości danych, w tym szczegółowego analizowania wielu prze-

chwyconych i posiadanych informacji (*big data*) w celu wybrania tych istotnych, niezbędnych do podejmowania trafnych decyzji. Oczywiście do tego potrzebne są wyspecjalizowane narzędzia informatyczne. Firma Siemens Industry Software promuje swój produkt o nazwie MindSphere – Siemens Cloud for Industry (czyli Chmura dla przemysłu), który – jak głosi slogan reklamowy – przeniesie realną produkcję do świata wirtualnego. Najpierw wszystkie dane firmowe zdefiniowane przez klienta będą zbierane i przekazywane – w ustalonych odstępach czasu – do MindSphere, następnie będą poddane analizie i selekcji, aż w końcu informacje istotne dla optymalizacji zostaną udostępnione sferom decyzyjnym.

Przykładem wyspecjalizowanego urządzenia przeznaczonego do wspierania współpracy systemu automatyki z chmurą obliczeniową jest Simatic IOT2000 – sprzętowa bramka (*gateway*), zbierająca, przetwarzająca i przechowująca różnorodne dane pochodzące z produkcji oraz udostępniająca je narzędziom analitycznym pracującym w wybranej chmurze (np. MindSphere – Siemens Cloud for Industry). Dodatkowo bramka może pełnić funkcję programowalnego interfejsu do zakładowego systemu klasy ERP. Jest wyposażona w efektywne procesory Intel Quark (o niewielkim zużyciu energii) i wiele rozmaitych sprzęgów komunikacyjnych. Może być łatwo zaprogramowana z wykorzystaniem jednego z wielu języków wysokiego poziomu.

Według firmy Siemens Industry Software profesjonalna komunikacja przemysłowa spełnia trzy podstawowe zadania, dość istotnie różniące się między sobą. Są to:

- **zdalny nadzór** (*telecontrol*) – monitorowanie/sterowanie rozproszonych systemów automatyki znajdujących się w różnych lokalizacjach, gdzie dane są dostarczane do jednego lub kilku centrów nadzoru. Połączenie jest realizowane przez cały czas lub – gdy zachodzi konieczność – zestawiane *ad hoc*. Wymagania dotyczące gwarantowanej przepustowości łączy nie są zbyt wygórowane. Możliwa jest optymalizacja połączenia, tak aby w niewielkim stopniu zajmować dostępne medium transmisyjne;
- **zdalne serwisowanie** (*teleservice*) – wspieranie działań związanych z naprawami, ustawieniami i parametrami technicznymi urządzeń automatyki. Nadzór stanu sterowników i analiza ich zachowania są przeprowadzane pod kątem prewencyjnym, tj. w celu uniknięcia krytycznych awarii. Połączenia zazwyczaj są sporadyczne, zgodnie z ustalonym harmonogramem przeglądów okresowych. W tym przypadku wymagana jest stabilna komunikacja, a więc dobrej jakości połączenie z zachowaniem odpowiednio dużej przepustowości, co jest związane z przesyłaniem dużej ilości danych diagnostycznych, wymianą oprogramowania itp.;
- **zdalna komunikacja** (*remote communication*) – przesyłanie informacji związanych z regularną pracą urządzeń automatyki, tj. danych z monitorowania stanu procesu, danych o charakterze pomiarowym, strumieni graficznych i wideo, danych o stanach awaryjnych itp. W przypadku tych zadań połączenie jest na ogół trwałe, rzadziej zestawiane okazjonalnie. Wymagania dotyczące przepustowości są zazwyczaj najwyższe. Transmisja danych jest realizowana w sieciach stałych i ruchomych w zależności od konkretnej aplikacji i potrzeb sterowanego procesu.

Do realizacji tych zadań firma Siemens Industry Software proponuje specjalne sprzętowe systemy transmisyjne należące do nowej rodziny Scalance (rys. 3), przeznaczone do sieci wykorzystujących adresowanie IP. Są to urządzenia zarówno stacjonarne, jak i mobilne, które





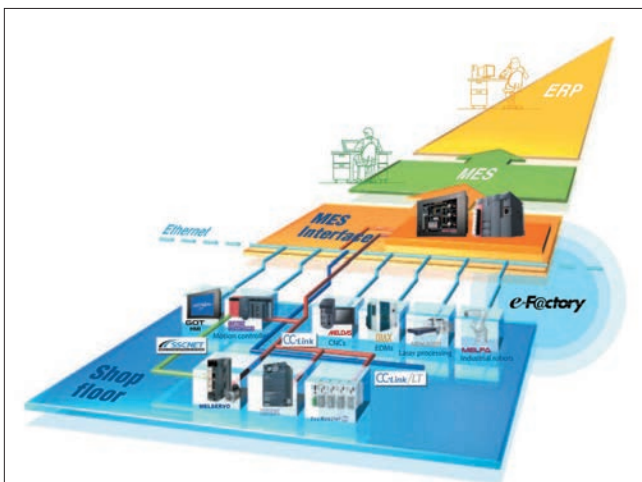
Rys. 3. Rodzina modułów Scalance firmy Siemens Industry Software (źródło: [www.siemens.com](http://www.siemens.com))

mogą pracować samodzielnie lub stanowić elementy dołączane do systemów sterowania programowego. W celu zapewnienia bezpieczeństwa systemy komunikacyjne mogą być wykorzystywane w opcjach struktur redundantnych, ponieważ mają wbudowane odpowiednie opcje sprzętowe. Dozwolone są najróżniejsze topologie połączeń i nieograniczone kombinacje przenikania się wszystkich architektur, tak aby jak najlepiej oddać rzeczywistą strukturę sterowanego procesu, systemu itp. Szczególny nacisk położono na szybkość transmisji, zabezpieczenie stabilności i poufności połączenia oraz łatwość konfiguracji i testowania.

### Mitsubishi Electric

Firma Mitsubishi Electric proponuje autorskie rozwiązanie systemu informatycznego fabryki przyszłości pod nazwą e-F@ctory (rys. 4), które opiera się na wykorzystaniu sprzętowo-programowej struktury MES Interface, zapewniającej bezpośrednie połączenie (bez konieczności stosowania komputerów lub innych bramek komunikacyjnych) pomiędzy sterownikami maszyn i urządzeń umieszczonych w hali produkcyjnej ze środowiskiem MES (*manufacturing execution system*). Wbudowany w system High-speed Data Logger skutecznie pobiera różne dane pomiarowe bezpośrednio ze sterowników, bez wymogu instalowania specjalnego urządzenia/programu do rejestrowania danych. Interfejs pozwala na automatyczne generowanie baz SQL za pomocą prostych ustawień i ułatwia podłączenie urządzeń produkcyjnych.

Bezpośrednie przekazywanie zdarzeń ma wyraźny wpływ na zmniejszenie obciążenia systemu informatycznego (sieci) – według producenta nawet o 65%. Zbudowane mechanizmy dbają o przyporządkowanie odpowiednich znaczników czasowych każdej wiadomości i zmiennej oraz zapewniają niezawodną transmisję danych poprzez wykorzystanie funkcji buforowania w razie wystąpienia błędu komunikacji. Co istotne, buforowanie może być aktywne także bez załączonego sterownika programowalnego.



Rys. 4. Koncepcja e-F@ctory firmy Mitsubishi Electric (źródło: [www.e-factory-alliance.com](http://www.e-factory-alliance.com))

Gromadzone dane dotyczą: aktualnych wyników działań operacyjnych i inspekcyjnych, stanu używanego sprzętu, bieżących wyników kontroli jakości, identyfikowania i śledzenia strumieni produkcyjnych. W przypadku wykorzystywania sterowników pochodzących od innych wytwórców możliwe jest zastosowanie GOT1000 HMI MES Interface jako sprzętowego, dwukierunkowego bufora wpinającego zewnętrzny „obcy” sterownik bezpośrednio w strukturę sieci zakładowej.

Kolejnym pomysłem z zakresu integracji informatycznej realizowanej także „w poziomie” jest wspólna platforma iQ, obejmująca całą gamę rozwiązań sprzętowych i przygotowana specjalnie z myślą o urzeczywistnieniu nowoczesnej fabryki przyszłości e-F@ctory. W skład platformy iQ wchodzi: sterowniki PLC i NC, kontrolery napędów, przekształtniki, sterowniki robotów i panele operatora. Uzyskanie maksymalnej elastyczności i efektywności przy przesyłaniu danych jest możliwe dzięki wykorzystaniu wielu rodzajów sieci przemysłowych, przy czym standardem jest stworzona przez Mitsubishi Electric sieć CC-Link o otwartej architekturze. Obsługuje ona zarówno dane sterujące (procesowe), jak i produkcyjne. Jest to sieć deterministyczna. Warstwa fizyczna i warstwa łącza wykorzystują technologię sieci Ethernet (IEEE 802.3). Przepustowość osiąga 1 Gbit/s. W sieci może funkcjonować wiele protokołów: TCP/IP, CC-Link IE Field, CC-Link IE Control, Modbus/TCP, Profinet, Ethernet/IP, EtherCat. Dzięki odpowiednim modułom komunikacyjnym wszystkie urządzenia automatyki mogą też pracować z wykorzystaniem innych popularnych sieci miejscowych, typowych dla warunków przemysłowych: Profibus-DP, Modbus/RTU, DeviceNet, As-Interface, Melsecnet/H, SscnetIII/H, CANopen.

Zintegrowany, jednolity pakiet oprogramowania iQ Works składa się z kilku modułów. Są to:

- **GX Works** – oprogramowanie narzędziowe do sterowników (odpowiedzialne za graficzną konfigurację systemu, zintegrowaną konfigurację sterowania ruchem),
- **MT Works** – graficzne oprogramowanie do konserwacji i projektowania sterowania ruchem,
- **GT Works** – środowisko do tworzenia ekranów graficznych terminali operatorskich,
- **RT ToolBox** – oprogramowanie konfiguracyjne do robotów (do programowania, uruchamiania, obliczeń i konserwacji),
- **FR Configurator** – oprogramowanie konfiguracyjne do przetwornic prądu przemiennego,
- **Navigator** – narzędzia do zarządzania całym systemem, pozwalające na parametryzację (przy powtarzających się zadaniach programistycznych prowadzi więc do znacznej redukcji kosztów, minimalizując błędy i pomagając zmniejszyć całkowity koszt.

### eWon

Komunikacja pomiędzy maszynami, sterownikami itp. nie zawsze odbywa się w obszarze jednej hali produkcyjnej lub ogólnie – w ramach wewnętrznej sieci zakładowej. W wielu wypadkach konieczne są zdalne monitorowanie urządzeń i wymiana danych z tymi urządzeniami, które znajdują się w różnych lokalizacjach oddzielonych od siebie przestrzenią sieciową o dostępie publicznym (np. w przypadku oddalonych oddziałów firmy czy rozległej dyslokacji maszyn i urządzeń). Taka sytuacja wymaga dysponowania bezpiecznym kanałem komunikacyjnym, zapewniającym efektywne przesyłanie danych. Dotyczy to także możliwości zdalnego sterowania i monitorowania







Rys. 5. Rodzina modułów komunikacyjnych firmy eWon (źródło: <http://ewon.biz>)

stanu sterowników. Nie jest to łatwe zadanie, ponieważ na przeszkodzie swobodnej komunikacji stoją sieciowe systemy zabezpieczające (np. wewnętrzne routery czy firewall). Rozwiązaniem mogą być wówczas sprzętowe bramki realizujące odległe połączenie, np. M2M Router firmy eWon (rys. 5), oparte na dedykowanych sprzętowych układach. Są one wyposażone w różnorodne interfejsy (LAN, RS 232/485/422, 3G+, PSTN itp.), umożliwiające dołączenie szerokiej gamy urządzeń i sterowników programowalnych (PLC/CNC/HMI).

Zasada komunikacji bazuje na współpracy konkretnego sterownika z urządzeniem M2M pełniącym rolę pośrednika. Pozyskane informacje są udostępniane przez sieć Internet za pomocą połączeń kanałem VPN (*virtual private network*) oraz z wykorzystaniem ogólnodostępnych portów TCP o numerach 443 (HTTPS) i 1194 (UDP) – to oznacza „przezroczystość” dla systemów nadzoru sieci oraz pozwala na realizowanie w pełni bezpiecznej, dwukierunkowej komunikacji, w tym pozyskiwanie danych, parametrów konfiguracyjnych, alarmów czy ostrzeżeń ze sterowników. Zabudowany w strukturze urządzenia serwer protokołu http ułatwia używanie przeglądarki internetowej jako panelu zdalnego operatora. Poufność zapewnia szyfrowanie z 256 SSL.

### Loy & Hutz

Jednym z założeń koncepcji Industry 4.0 jest wprowadzenie szeroko rozumianej informatyzacji – nie tylko w pionie, lecz także w poziomie. Sformułowanie „informatyzacja w pionie” oznacza w tym przypadku swobodną wymianę informacji pomiędzy różnymi systemami informatycznymi realizującymi rozmaite zadania w hierarchicznej strukturze wytwarzania – zaczynając od czujników i prostych elementów wykonawczych, a kończąc na środowisku MES i ERP. To pociąga za sobą bardzo wysokie wymagania, jakie stawia się środowisku informatycznemu współczesnego, inteligentnego zakładu.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że nie istnieje gotowe oprogramowanie wspierające całą ideę Industry 4.0 – to zagadnienie jest wieloparametrowe i zbyt złożone, by sprostał mu standardowy produkt. Wdrażanie takiego projektu jak Industry 4.0 nie może się odbyć szybko, lecz musi być planowane na lata i – jak twierdzą niektórzy badacze – przypuszczalnie nigdy się nie skończy, gdyż jest działaniem prawdziwie ewolucyjnym. Przedsiębiorstwa będą się musiały zaopatrzyć w wiele specjalistycznych aplikacji, np.: ERP, MES, Access, relacyjne bazy danych, Excel, środowiska analityczne czy oprogramowanie specjalne. Takie programy zazwyczaj

są niejednorodne i mają różne interfejsy użytkownika, zatem dane muszą być przetwarzane z wykorzystaniem różnych platform operacyjnych. Częstym problemem jest także niejednoznaczność lub brak zamienności interfejsów, a wtedy potrzebne są narzędzia programowe, które mogą sprostać tym wyzwaniom. Nie bez znaczenia jest również złożoność prac informatycznych koniecznych do wykonania. Jak wynika z badań przeprowadzonych przez naukowców z University of Oxford (na próbie 2000 dużych projektów informatycznych), tylko niewielką liczbę takich prac zrealizowano w terminie i zgodnie z zaplanowanym budżetem. Niestandardowe projekty informatyczne przekraczały budżet średnio o 32%, a czas ich wdrożenia wydłużał się w stosunku do planu aż o 71%. Niemal w połowie przypadków (45%) inwestorzy/klienci nie byli zadowoleni z wyników.

Proponowane przez firmę Loy & Hutz środowisko Wave i4 jest uniwersalną platformą dla aplikacji bazodanowych. Składa się z układu podstawowego i dowolnej liczby pakietów użytkowych. Aplikacje mogą być połączone w przedsiębiorstwach w sposób indywidualny (odpowiednio do potrzeb) i włączone (zintegrowane) do środowiska informacyjnego. Podstawowy system zawiera wszystkie funkcje, moduły, aplikacje i bazy danych stosowane zazwyczaj w takich sytuacjach. Możliwe są: definiowanie procesów, analiza i ocena istotnych danych, szybkie tworzenie i łatwe dołączanie niestandardowych aplikacji.

### Festo

Firma Festo oferuje autorską koncepcję cyfrowej fabryki o nazwie Automation Platform CPX. Jest to zestaw urządzeń pozwalających na wykorzystanie w procesie automatyzacji produkcji – tworzeniu sterowania – zarówno układów elektrycznych, jak i pneumatycznych. Zapewnia łatwą i szybką integrację oraz skalowalność tworzonych instalacji. Warto zauważyć, że zgodnie z filozofią firmy nowoczesne (inteligentne) urządzenia technologiczne nie tylko zapisują, przetwarzają i udostępniają informacje o realizowanych procesach, lecz także mogą je samodzielnie analizować i prezentować odpowiednie raporty na temat aktualnego stanu technicznego maszyny. Ma to na celu dokładne określenie/przewidzenie momentu wystąpienia uszkodzenia lub awarii oraz podjęcie odpowiednich działań uprzedzających, aby uniknąć kosztownych przestoju. Monitorowanie stanu maszyny jest realizowane zgodnie z wymaganiami VDME (*Verband Deutscher Maschinen-und Anlagenbau e.V.*).

### Phoenix Contact

W ofercie firmy Phoenix Contact są specjalizowane mosty łączące maszyny wykorzystujące standard sieci przemysłowej Profinet z systemami chmur obliczeniowych ProfiCloud. Połączenie jest realizowane za pomocą lokalnego układu dopasowującego Proficloud coupler i wbudowanego kontrolera. Transmisja danych odbywa się w standardzie sieci Internet. Możliwe jest także zastosowanie dedykowanych punktów dostępowych, które bezpośrednio łączą dowolne urządzenie/sygnał z chmurą bez konieczności tworzenia oprogramowania. To pozwala na realizowanie zdalnych, skomplikowanych obliczeń z wykorzystaniem mocy oferowanej przez rozwiązania chmurowe, a także na pozyskiwanie informacji (np. o warunkach pogodowych) do sieci przemysłowej bezpośrednio z Internetu.

Interesujące wydają się także sprzętowe systemy służące do rozszerzania zasięgu sieci w standardzie Ethernet. Niektóre instalacje systemów automatyki (np. instalacje chemiczne i ciągi komunikacyjne) charakteryzują się bardzo dużą rozległością, znacznie przekraczającą możliwości standardowych systemów sieciowych. Rozwiązania Phoenix Contact umożliwiają zwiększenie dystansu pracy sieci aż do 20 km. Urządzenia pracują w trybie autonomicznych i zarządzanych mostów, samoczynnie rozpoznających topologię sieci. Automatycznie dostosowują się do wymaganej przepustowości, prowadzą stałą diagnostykę utrzymywanego połączenia i przekazują specjalistyczne raporty do centrum zarządzania za pomocą protokołu SNMP (*simple network management protocol*).

Wbrew wielu obawom związanym z zastosowaniem sieci bezprzewodowych w środowiskach przemysłowych firma Phoenix Contact proponuje bardzo szeroką gamę tego typu urządzeń transmisyjnych. Wykorzystywane są standardy publicznych sieci komórkowych (GPRS/EDGE/3G), które oferują praktycznie nieograniczony zasięg, a także nielicencjonowane pasmo 2,4 GHz (Trusted Wi-reless 2.0, WLAN, Bluetooth) z zasięgiem komunikacji na dystansach od kilkuset metrów do 20 km. Gwarantowane przepustowości są bezpośrednio związane z medium transmisyjnym i zawierają się w przedziale od 9600 bps do 300 Mbps. Urządzenia te mogą samodzielnie współpracować ze sterownikami programowalnymi, znacznie rozszerzając zasięg ich działania.

### Gesinn i HMS – z myślą o tradycyjnych obrabiarkach

Ponieważ parki maszynowe współczesnych zakładów przemysłowych nie zawsze składają się wyłącznie z nowoczesnych, w pełni skomputeryzowanych obrabiarek, dlatego producenci oferują również dodatkowe urządzenia, instalowane w zakładach posiadających tradycyjne maszyny.

Przykładem może być Wikibox – specjalizowany interfejs, promowany przez firmę Gesinn. Jest to sprzętowa forma komunikacji M2M. Płyta główna bazuje na zaawansowanym procesorze z architekturą ARM oraz dużej ilości pamięci operacyjnej (1024 Mb). Jest wyposażona w najróżniejsze porty komunikacyjne (Ethernet 10/100/1000 Mbit/s, USB, I<sup>2</sup>C, SPI, UART). Może pracować samodzielnie i gromadzić dane w pamięci podręcznej na dysku SSD (128 MB) lub jako aktywny element struktury informatycznej Industry 4.0.

Podobne urządzenia – SG-gateways – oferuje także firma HMS. Zapewniają one komunikację pomiędzy różnymi urządzeniami i środowiskami programistycznymi. Są odpowiednie do znanych w automatyce przemysłowej protokołów Modbus, Profibus, Profinet, Ethernet/IP, M-bus. Wspierają też protokoły wykorzystywane w sterowaniu urządzeń energetycznych (IEC61850 oraz IEC60870-5-104), takich jak: generatory, napędy, układy filtracyjne i zabezpieczające. Mogą pracować samodzielnie albo jako elementy składowe instalacji PLC, monitorowania czy nadzoru.

\* \* \*

**Badania realizowane w ramach projektu „Zaawansowane techniki wytwarzania przekładni lotniczych”, nr umowy InnoLot/I/10/NCBR/2014 – INNOGEAR, współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.**