

Nowoczesna i bezpieczna fabryka

Patrząc z perspektywy czasu na rozwój przemysłu możemy wyróżnić kilka znaczących faz. I tak budowa maszyny parowej oraz powstanie pierwszych fabryk jest nazywane pierwszą rewolucją przemysłową. Wtedy, w czasach maszyny parowej za sterowanie maszyną odpowiedzialny był w 100% człowiek. Był – obrazowo mówiąc – sterownikiem, który decydował o kolejnych cyklach pracy maszyny.

Wraz ze wzrostem zapotrzebowania społeczeństwa na produkty zaczęto produkować na coraz większą skalę. Wymusiło to budowę linii produkcyjnych, mogących zapewnić produkcję masową. Ten przełom uważany jest za drugą rewolucję przemysłową. Do budowy pierwszych linii produkcyjnych niezbędna była energia elektryczna, w celu chociażby zasilania pierwszych systemów sterowania. Dlatego też druga rewolucja przemysłowa jest również związana z powszechną elektryfikacją. Najbliższą naszych czasów jest trzecia rewolucja przemysłowa. Wiąże się ona z powszechną automatyzacją produkcji oraz – u swoich początków – z wdrożeniem pierwszego programowalnego sterownika, który mógł swobodnie sterować procesem produkcyjnym. Od czasu automatyzacji oraz robotyzacji produkcji systemy sterowania stawały się coraz bardziej rozbudowane i zaawansowane. Wzrastała liczba sygnałów, które muszą być obrabiane i analizowane przez sterowniki nadzorujące proces produkcji. Wymusiło to stosowanie coraz to szybszych jednostek sterujących, mogących obsłużyć dużą liczbę wejść i wyjść. Wtedy też nastąpił jasny podział na technologiczną część systemu sterowania i część odpowiedzialną za bezpieczeństwo, dla której ważnym parametrem jest niezawodność w działaniu.

Postęp techniczny a nowe możliwości

W zasadzie sama automatyzacja produkcji wymusiła trwającą właśnie czwartą rewolucję przemysłową. Bardzo duża

liczba sygnałów zbieranych z obiektu, jakim jest maszyna czy linia produkcyjna, oraz różnych danych procesowych – niemożliwa do analizy przez człowieka – zmusiła projektantów nowych systemów produkcyjnych do wykorzystania informatyzacji w celu usprawnienia analizy informacji oraz skrócenia czasu podejmowania decyzji. Dzięki szybkiemu rozwojowi technologii w zakresie produkcji sprzętu stosowanego do budowy nowoczesnych systemów sterowania (zaawansowane sterowniki programowalne, systemy decentralne i sieci przemysłowe, nowoczesne systemy napędowe, inteligentne czujniki i inne), w łatwy sposób możemy zrobić pierwszy krok w nową erę związaną z systemem, który integruje warstwy obliczeniowe z procesami fizycznymi.

Mając takie możliwości techniczne możemy łatwo zbierać i analizować dane z obiektów przemysłowych. Analiza tych danych umożliwia podejmowanie w zasadzie w czasie rzeczywistym takich decyzji, które mają usprawnić proces, wyeliminować błędy produkcji, zapew-

Tomasz Otrębski

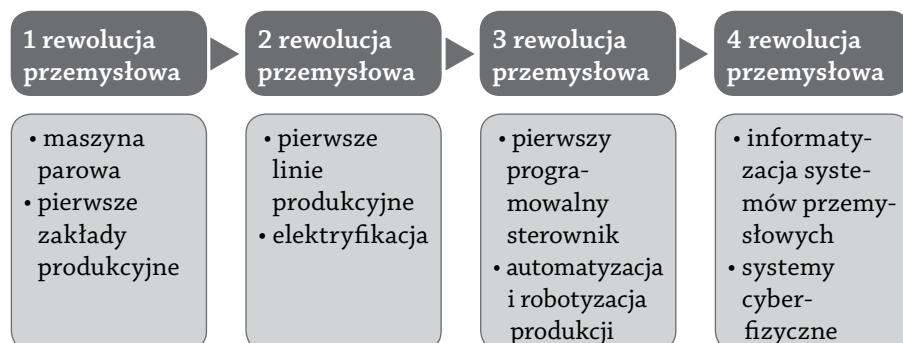


Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Zatrudniony w Elokon Polska na stanowisku dyrektora ds. technicznych. Ma ponad 15-letnie doświadczenie jako projektant systemów sterowania i zasilania w obszarze maszynowym, specjalista ds. automatyki, specjalista ds. bezpieczeństwa maszyn. Prowadzi szkolenia z budowy systemów sterowania oraz z systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem. Specjalizuje się w projektowaniu systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem, budowie i programowaniu rozproszonych systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem, implementacji wymagań dyrektywy maszynowej 2006/42/WE oraz narzędziowej 2009/104/WE do układów sterowania maszyn oraz budową bezpiecznych maszyn i linii produkcyjnych wraz z automatyzacją produkcji.

nić zakończenie danego procesu na czas, optymalnie wyznaczyć stosowny przegląd techniczny i wielu innych, w tym również decyzji związanych z bezpieczeństwem ludzi.

Gotowi na Fabrykę 4.0

Czy przemysł jest gotowy na rewolucję związaną z Fabryką 4.0 i co jest niezbędne, aby wdrażać innowacje →



Ryc. 1. Rozwój przemysłu

→ związane z systemami integrującymi warstwy obliczeniowe z procesami fizycznymi? Czwarta rewolucja przemysłowa wprowadza cyfrową zmianę w procesach produkcyjnych. Dojrzwianie do tej zmiany w przedsiębiorstwach w pierwszym etapie skupia się głównie na analizie zysków i możliwości takich jak wzrost wydajności, optymalizacja procesów produkcyjnych. Jednak podstawowym elementem rewolucji jest Internet Rzeczy i związane z nim: optymalizacja procesów produkcyjnych, przewidywalna konserwacja prewencyjna, inteligentne procesy konserwacji i serwisu. Spoglądając szerzej na możliwości, jakie pojawiają się wraz z Przemysłem 4.0, możemy dostrzec już nie tylko wzrost produktywności, ale również zwiększenie elastyczności, jakości i szybkości procesu produkcyjnego.

Produktywność uzyskujemy poprzez wyższy poziom automatyzacji procesu produkcyjnego, lepsze wykorzystanie dostępnych zasobów i wydajniejsze zarządzanie parkiem maszynowym.

Elastyczność wzrasta w związku z robotyzacją procesu oraz możliwością wykorzystania maszyn w taki sposób, aby mogły produkować więcej. Zasto-



Ryc. 2. Wymagania produkcji – Przemysł 4.0

sowanie inteligentnej sensoryki oraz np. systemów wizyjnych pozwala na adaptowanie się procesu produkcyjnego do istniejących warunków. Inteligentne systemy sterowania pozwalają na autonomiczny wybór odpowiedniej receptury i dokonanie np. automatycznego przebrojenia, tym samym w sposób elastyczny dokonuje się przełączenie na produkcję innego detalu.

Jakość produkcji w Fabryce 4.0 jest również lepiej kontrolowana. Wykorzystuje się czujniki, które w czasie rzeczywistym mogą informować o ewentualnych błędach w procesie, żeby system sterowania – w sposób niezakłócający produkcji – wyeliminował detale z brakami, które wpłynęłyby na jakość końcowej produkcji (produktu).

Szybkość procesu produkcyjnego czy też czas cyklu produkcyjnego mogą zmienić się w korzystny sposób po wdrożeniu systemów, które będą zbierać i analizować dane z całego przebiegu procesu. Analizy danych pozwolą określić miejsca do optymalizacji i przeprowadzić np. symulację procesu w innej konfiguracji, aby zweryfikować czy nie będzie korzystna z punktu widzenia czasu wytworzenia finalnego produktu.

Zainteresowanie Przemysłem 4.0 rośnie, jednak na podstawie obserwacji i rozmów z firmami można stwierdzić, że w wielu z nich brakuje kompleksowego programu i precyzyjnej wizji na przyszłość przy wdrażaniu elementów związanych z Fabryką 4.0. Firmy koncentrują się zwykle na robotyzacji, wykorzystaniu robotów współpracujących i analizie zbieranych danych (Big Data Analysis), a to jest tylko jeden z pierwszych etapów rozwoju Fabryki 4.0, skupiony właśnie na wspomnianej optymalizacji i robotyzacji, które dają szybko łatwe do przeliczenia korzyści.

Organizacje chcące tworzyć „inteligentne fabryki” (*smart factory*) główne korzyści z wprowadzenia takich technologii jak Internet Rzeczy widzą we wzroście produktywności, redukcji kosztów oraz automatyzacji procesów.



Takie podejście można uznać dzisiaj za pierwszy krok w kierunku Przemysłu 4.0.

Wyzwania i zagrożenia

W przypadku wdrażania nowych rozwiązań takich jak Fabryka 4.0 napotkamy na pewne trudności czy też wyzwania. Do podstawowych należą:

- poprawne zdefiniowanie strategii krótko- i długoterminowej,
- zweryfikowanie organizacji i procesów w celu maksymalizacji wyników,
- założenia biznesowe – zrozumienie celu,
- zaangażowanie odpowiednich zasobów w organizacji,
- zarządzanie zmianą – przygotowanie i przeprowadzenie procesu,
- doskonalenie zarządzania informacją,
- cyberbezpieczeństwo i prywatność.

Jak widać, trzeba doskonalić się na wielu płaszczyznach, aby dobrze wdrożyć aspekty związane z Fabryką 4.0. Należy o tym pamiętać planując wdrożenia.

Korzyści z Przemysłu 4.0

Zasadniczym celem jest stworzenie takiego przemysłu, który będzie wydajniejszy, bardziej skoncentrowany na klientach, przy tym będzie wykraczał poza wąsko rozumianą automatyzację i optymalizację, dając możliwości rozwoju nowych modeli biznesowych. Większość korzyści wynikających z wdrożenia aspektów Przemysłu 4.0 jest zbliżona do korzyści związanych z samą cyfryzacją – cyfrową transformacją produkcji i wykorzystaniem Internetu Rzeczy.

Najważniejsze korzyści:

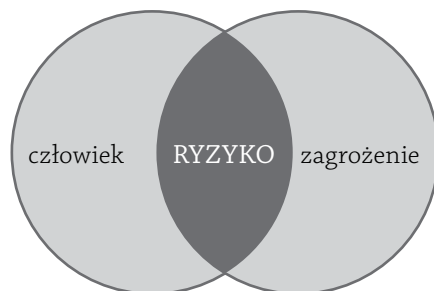
- większa wydajność dzięki optymalizacji i automatyzacji,
- informacja o całym procesie produkcyjnym – w czasie rzeczywistym,
- niezawodność działania i niska awaryjność dzięki inteligentnemu zarządzaniu konserwacją i serwisem,
- lepsza jakość produktów – wykorzystanie monitoringu produkcji w czasie rzeczywistym oraz Internetu Rzeczy,
- poprawa warunków pracy,
- personalizacja produktów i dostosowanie ich do potrzeb klienta.

Bezpieczeństwo w Fabryce 4.0

Aby móc określić, jakie możliwości w obszarze poprawy bezpieczeństwa zawodowego może dać obecny rozwój technologii w zakresie systemów stero-



wania procesem produkcyjnym, należy odwołać się do oceny ryzyka. Każde ryzyko (dla danego stanowiska i dla danej czynności), które przekracza poziom dopuszczalny (tolerowalny), musi być minimalizowane, najczęściej za pomocą odpowiednio dobranych technicznych środków ochronnych.



Ryc. 3. Graficzna prezentacja ryzyka zawodowego

Jeżeli potrafilibyśmy usunąć człowieka z obszarów, gdzie występują zagrożenia, moglibyśmy mówić o minimalizacji ryzyka poprzez obniżenie ekspozycji (czasu i/lub częstości występowania narażenia). O ile dla czynności operacyjnych podczas normalnej produkcji w zautomatyzowanych czy też zrobotyzowanych systemach produkcyjnych jest to możliwe, to czynności pozaprodukcyjne związane z nastawianiem (przygotowaniem produkcji), serwisowaniem czy też konserwacją muszą odbywać się w bliskim otoczeniu niebezpiecznych napędów, czyli w obecności dużych energii.

Podczas oceny ryzyka, którą każdy pracodawca (użytkownik maszyny) musi wykonać (art. 226 k.p.), analizuje się czynniki zagrażające oraz sytuacje, jakie mogą doprowadzić do niebezpiecznych

zdarzeń. Analiza taka pozwala zweryfikować, czy istniejące techniczne środki ochronne są odpowiednio dobrane i czy w wystarczający sposób minimalizują ryzyko.

Do poprawy bezpieczeństwa w Fabryce 4.0 można wykorzystać kilka istotnych elementów, które dzielą się na dwie grupy. Pierwsza z nich to kwestie, które pośrednio wpływają na bezpieczeństwo i są związane z optymalizacją produkcji i utrzymania ruchu. Druga grupa to aspekty bezpośrednio związane z systemami bezpieczeństwa, możliwe do realizacji dzięki zastosowaniu inteligentnych czujników i zaawansowanych systemów bazodanowych, które mogą w czasie rzeczywistym analizować dane przychodzące z linii produkcyjnej i informować użytkownika, a nawet reagować na pewne niedopuszczalne przekroczenia.

Główne cele stawiane Fabryce 4.0 to poprawa produktywności, optymalizacja procesów produkcyjnych i utrzymania ruchu, zwiększenie wydajności pracowników, redukcja kosztów operacyjnych, poprawa stabilności produkcji. Dążenie do poprawy tych aspektów ma wpływ na bezpieczeństwo zawodowe. Przykładowo, jeżeli będzie się optymalizować czynności związane z utrzymaniem ruchu i działać w sposób przewidywalny (*predictive maintenance*), to nie dopuści się do awarii, a prace związane z utrzymaniem ruchu, które stwarzają duże zagrożenia, będą wykonane w zaplanowany i bezpieczny sposób. Natomiast planowanie produkcji w sposób optymalny minimalizuje np. liczbę przebrożeń i regulacji, podczas których osoby odpowiedzialne za proces przygotowania produkcji są narażone na czynniki

→ zagrażające. Wreszcie sama automatyzacja, rozwijana w sposób ciągły, będzie zmniejszała konieczność ingerencji ludzi w proces produkcyjny.

Posiadanie rozbudowanego i inteligentnego systemu sterowania oraz pozyskiwanie dużej liczby danych z procesu produkcyjnego umożliwi wykonywanie analiz, które w sposób bezpośredni mogą wpłynąć na decyzję systemu związane z bezpieczeństwem ludzi.

Kluczowym parametrem systemu sterowania odpowiadającym za bezpieczeństwo jest niezawodność. Każda z zainstalowanych funkcji bezpieczeństwa odpowiada za minimalizację jakiegoś zidentyfikowanego ryzyka. Pierwotna ocena ryzyka (przeprowadzana przez projektanta danej maszyny czy linii produkcyjnej) określa cechy urządzeń ochronnych, które mogą minimalizować ryzyko. Dobór odpowiednich technicznych środków ochronnych gwarantuje, że wystąpienie błędów nie spowoduje utraty funkcji bezpieczeństwa. Jeżeli w dużym systemie produkcyjnym zbiera się i analizuje dane dotyczące np. liczby wejść pracowników i czasów przebywania w strefach niebezpiecznych, to otrzymuje się obraz ekspozycji. Można tę wartość porównać z założoną w ocenie ryzyka. W przypadku gdy ekspozycja (czyli czas i/lub częstość przebywania w strefie niebezpiecznej) przekroczy wartości założone w ocenie ryzyka, system będzie mógł

o tym poinformować użytkownika. Informacja taka może być zarejestrowana w systemie w celach statystycznych oraz wyświetlona na panelach operatorskich w danych obszarach czy też na głównym pulpicie. Dodatkowo mogą zostać wysłane przez system wiadomości e-mail czy nawet informacje tekstowe sms do wybranych osób. Dzięki temu zostanie osiągnięty efekt prewencyjny. Będzie też można przeprowadzić analizę niedozwolonego stanu, a także zminimalizować prawdopodobieństwo ponownego jego wystąpienia, a co za tym idzie ryzyko sytuacji wypadkowej.

Inteligentne systemy, wyposażone np. w czujniki i czytniki RFID, mogą identyfikować osoby w strefach niebezpiecznych. Wykonująca prace serwisowe grupa pracowników musi opuścić strefę niebezpieczną, aby w pełni można było uruchomić linię produkcyjną. System na podstawie sygnałów z czytników RFID identyfikuje liczbę osób w strefie i zezwala na uruchomienie dopiero po opuszczeniu strefy przez wszystkich pracowników. Nadzorowanie poprzez czujniki RFID informuje również o liczbie pracowników, którzy wykonują pracę, a nawet precyzyjnie identyfikuje osoby z imienia i nazwiska, co pozwala przeprowadzać analizy dotyczące posiadanych kompetencji i związanych z nimi uprawnień do wykonywania określonych prac. Inteligentne systemy sterowa-

nia oparte na bazach danych pozwalają również w krótkim czasie diagnozować i usuwać awarie, co ma znaczący wpływ nie tylko na ciągłość produkcji, ale również na bezpieczeństwo.

Zbieranie danych na przestrzeni „życia” maszyny czy linii produkcyjnych umożliwia określenie poziomu zużycia części i aparatów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo. Poprzez takie analizy służby utrzymania ruchu mogą zaplanować wymianę kluczowych z punktu widzenia bezpieczeństwa elementów, a przez to minimalizować występowanie błędów związanych z niebezpiecznymi uszkodzeniami.

Posiadając w bazie danych systemu produkcyjnego dane z obiektu można dokonywać ich pogłębionej analizy. Im czujniki, które zbierają dane, są „inteligentniejsze”, tym danych jest więcej i można na ich podstawie bardzo precyzyjnie określać warunki, które mogą mieć wpływ na poprawę produkcji, obniżenie kosztów oraz bezpieczeństwo. Projektując duże systemy przemysłowe należy w maksymalny sposób wykorzystać możliwości, jakie daje dostępna technika. Tym bardziej, jeśli ma to przynieść wymierne korzyści finansowe oraz poprawić bezpieczeństwo. ■

O wykorzystaniu technologii RFID w bezpieczeństwie pisaliśmy też w ATEŚCIE 8/2018 („Technologia RFID a automatyzacja procesu ewakuacji”).

