

# Digitalizacja procesów produkcyjnych w koncepcji Industry 4.0

Jednymi z bezpośrednich czynników, które spowodowały początek czwartej rewolucji przemysłowej, jest opracowanie technologii cyfrowej i powstanie internetu. Ta świeża droga współdzielenia informacji otworzyła przed przemysłem nowe horyzonty. Data szansę na osiągnięcie wyników nieporównywalnie lepszych od wcześniejszych. Digitalizacja, czy używając obszerniejszego określenia cyfryzacja, to szansa przemysłu na osiągnięcie dwóch celów: ciągłości i nieprzerwalności procesów oraz wyeliminowania człowieka z procesów wytwórczych.



mgr inż. Agnieszka Hyla

Konsultantka ds. optymalizacji produkcji w Centrum Szkoleń Inżynierskich EMT-Systems sp. z o.o., Doktorantka Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej.

czujników PT100), natężenia światła, przepływów i przepustowości [m<sup>3</sup>/h, hl/h], poziomu cieczy [m], odległości przedmiotów od siebie [mm, m], częstotliwości drgań [Hz], częstości zdarzeń [x/h], natężenia prądu [A], napięcia [V], kształtu czy powierzchni z wykorzystaniem ultradźwięków [1].

## ROLA STEROWNIKÓW LOGICZNYCH

Digitalizacja, czyli próbkowanie sygnału ciągłego, służy do zapisywania pojedynczych wartości normalnie ciągłego parametru w czasie, w takim celu, aby można było skorzystać z tej informacji do podejmowania kolejnych kroków w procesie produkcyjnym. Do tłumaczenia sygnału służą sterowniki logiczne – PLC (ang. *programmable logic controllers*). Cykl działania sterownika logicznego, w zależności od jego typu i producenta, można uproszczyć do kilku punktów [2]:

- obsługa danych wejściowych,
- ustawienia i sprawdzenia systemowe,
- wykonanie programu sterownika (zaplanowanych czynności przetwarzania informacji i sterowania procesem),
- archiwizacja danych z wykorzystaniem zewnętrznego nośnika lub sieci,
- obsługa danych wyjściowych,
- diagnostyka i komunikacja z panelami operatorskimi.

Dzięki wysokiej powtarzalności tego procesu w krótkim czasie – w nowoczesnych sterownikach logicznych pojedynczy cykl może trwać jedynie 200 ms – przekazywany sygnał do złudzenia przypomina swój ciągły odpowiednik.

## KONWERSJA SYGNAŁU CIĄGŁEGO

Wartość sygnału analogowego podawana jest do sterownika logicznego PLC za pomocą wejścia analogowego z odpowiednim

Digitalizacja służy do zapisywania pojedynczych wartości normalnie ciągłego parametru w czasie, w takim celu, aby można było skorzystać z tej informacji do podejmowania kolejnych kroków w procesie produkcyjnym.

modułem – prądowym (starszego typu o wartościach od 0 do 20 mA lub nowszego typu, najpopularniejszych – od 4 do 20 mA) lub napięciowym (o wartości od 0 do 10 V). Następnie konwertowana jest ona na wartość stałą całkowitą z wymaganego zakresu skali. Skalowanie pozwala na uzyskanie wartości dyskretnej odpowiadającej wartości ciągłej w czasie. Na przykładzie pomiaru ciśnienia: urządzenie pomiarowe zwraca wstępnie przetworzoną wartość od 0 do 0,4 bar. Nie jest to jednak parametr, który można bezpośrednio automatycznie zapisać na komputerze w formacie przetwarzalnym przez system, w celu użycia jej w przyszłości bądź do sterowania czynnościami innych maszyn. Wartość tę zamienia się więc na ciągły sygnał prądowy o wartości od 4 do 20 mA, który podawany jest do sterownika logicznego, który za pomocą przetwornika skalujący go do wartości cyfrowej z odpowiedniego przedziału. Następnie na tej samej zasadzie, odwracając proces, można konwertować sygnał cyfrowy do sygnału prądowego przekazywanego wyjściem analogowym do kolejnego urządzenia, również opatrzonego systemem sterowania. System urządzenia odbierającego system zawiera też zaprogramowaną ścieżkę zdarzeń, która wykonywana jest w zależności od wartości parametru wejściowego [1].

## SZEROKIE UDOSTĘPNIANIE SKONWERTOWANYCH DANYCH POMIAROWYCH

Dzięki konwersji sygnał można dowolnie zmieniać z ciągłego na dyskretny w zależności od przeznaczenia informacji. Dochodzi wówczas do pewnej utraty pierwotnej dokładności ze względu na ograniczone możliwości zapisu sygnału cyfrowego (pojedyncze zapisy wartości w jednostce czasu) oraz konieczność ekranowania kabli przesyłu sygnałów ciągłych prądowych i – tym bardziej – napięciowych. Jednak cyfryzacja sygnału pozwala na jego globalizację w ramach zakładu produkcyjnego bądź sieci zakładów. W przypadku korzystania jedynie z czujników i pomiarów analogowych, bez kontroli procesu z wykorzystaniem falowników, można sobie pozwolić jedynie na lokalne skorzystanie z pozyskanej informacji. Sygnał cyfrowy, choć ograniczony z definicji próbkowania, daje nieograniczone wręcz możliwości archiwizacji, analizy i modyfikacji pozyskanej podczas pomiaru informacji. Po raz pierwszy mamy możliwość nie tylko reakcji bezpośredniej na dany parametr, np. temperaturę procesu, w postaci dodania większej ilości medium chłodzącego, odprowadzenia gorącego powietrza czy zmniejszenia ilości energii przekazywanej do procesu, lecz przeanalizować

## ŹRÓDŁA SYGNAŁÓW ANALOGOWYCH

Proces digitalizacji polega na przetłumaczeniu wartości ciągłego sygnału analogowego na dyskretny sygnał cyfrowy. Zakłady produkcyjne usiane są czujnikami analogowymi i cyfrowymi, których celem jest odczytywanie informacji świadczących o pracy poszczególnych maszyn. Informacje te muszą być następnie połączone w jedną logiczną całość. Nie byłoby to możliwe bez opracowania dla nich tzw. wspólnego języka. Dla sygnałów analogowych tym wspólnym językiem jest napięcie lub natężenie prądu. Dla sygnałów cyfrowych – wartość liczbową parametru w odpowiedniej skali. Wartość napięcia i natężenia prądu również można przetłumaczyć na sygnał cyfrowy, stąd to właśnie on stanowi zuniifikowaną formę przekazywania informacji w przemyśle. Czujniki analogowe konstruowane są w taki sposób, aby zwracać jednostajny sygnał łatwy do interpretacji. Zazwyczaj jest to właśnie zmienna w czasie wartość prądowa, która świadczy o zmienności procesu lub o jego stabilności. Źródłem sygnału może być np. pomiar ciśnienia w zbiorniku [bar, MPa], temperatury medium [°C] (np. z wykorzystaniem sprawdzonych

Dane przechowywane w formie cyfrowej można łatwo wykorzystać do analizy scenariuszowej wykorzystywanej w prewencyjnym utrzymaniu ruchu. Bez digitalizacji sygnałów nie byłoby możliwe instalowanie systemów CMMS, ponieważ okazałyby się one bezużyteczne. To właśnie konwersja sygnałów analogowych na cyfrowe otwiera ocean możliwości analitycznych, wynikający z łatwości ich przechowywania, przeliczania, multiplikowania i przetwarzania.

korelacje różnych parametrów występujące w przedziale czasu (godziny, dnia, miesiąca, roku, całego okresu życia maszyny), wyciągnąć z nich wnioski, uczyć się na ich podstawie i dokonywać modyfikacji procesów implementowanych w przyszłości.

## UNIFIKACJA POMIARÓW

Digitalizacja to także możliwość unifikacji pomiarów bez względu na typ urządzenia pomiarowego, skalę pomiaru czy jednostkę miary. Wartości cyfrowe są zawsze takie same i zapisywane za każdym razem w takiej samej formie. Nawet jeśli czasami muszą być skalowane między sobą, by przekazywać dane w tym samym formacie, jest to znacznie łatwiejsze do osiągnięcia niż konwersja sygnału ciągłego na dyskretny. Wystarczy zastosowanie odpowiedniego równania matematycznego. Unifikacja pomiarów pozwala na globalne dzielenie się danymi i wspólne ich analizowanie. Pracownicy i naukowcy z różnych zakładów produkcyjnych, ustanawiający ogólnoświatowe trendy i opracowujący rozwiązania, mają niezastąpioną możliwość porównania między sobą wyników procesów z dokładnością, która wcześniej nie była możliwa.

## PROSTA ARCHIWIZACJA DANYCH

Ponadto dzięki zapisowi sygnałów w formie cyfrowej możliwa jest ich prosta i tania archiwizacja, praktycznie w nieskończoność. Nowoczesne zapisy danych w chmurze w internecie, a nie na zewnętrznym, fizycznym nośniku, zapewniają dostęp do informacji z każdego miejsca na Ziemi, ich łatwe przekazywanie pomiędzy ośrodkami, a także bezpieczeństwo w kontekście ewentualnego zniszczenia nośnika. Jeśli informacje są zapisane nie tylko na pojedynczym serwerze, lecz np. za pomocą techniki dyspersyjnego zapisu blockchain [3], wykorzystywanej m.in. do obliczania wartości waluty Bitcoin w czasie rzeczywistym oraz transakcji finansowych, stoimy także przed obliczem możliwości ciągłych aktualizacji danych i ich przechowywania w formie współdzielonej przez wielu użytkowników, co nawet w przypadku

ewentualnej awarii pojedynczego serwera danych nie powoduje ich utraty. To innowacja, która z pewnością szybko zostanie wykorzystana w przemyśle. Zaawansowane zakłady produkcyjne wykorzystujące systemy ERP z modułem CMMS do modelowania struktur w utrzymaniu ruchu, by maksymalizować prewencję i minimalizować reakcyjność na zdarzenia niespodziewane, z pewnością będą wykonywały kolejne kroki w kierunku globalnej cyfryzacji wszystkich procesów w firmie i jak najbezpieczniejszego zapisywania danych. Oczywiście, kwestia bezpieczeństwa danych przechowywanych w sieci wywołuje wiele kontrowersji. Coraz liczniejsze grupy hakerów, w hakerów i krakerów na świecie wykradają dane zapisywane przez firmy produkcyjne, w celu zdyskredytowania ich w oczach społeczeństwa bądź zarobku poprzez sprzedaż informacji do firm konkurencyjnych. Stąd wiele zakładów produkcyjnych decyduje się na odłączenie systemów informatycznych od zewnętrznej sieci Internet, pozostawiając jedynie wewnętrzne połączenie ethernetowe. Umożliwia to wówczas pełną komunikację maszyn wewnątrz zakładu, a uniemożliwia wypytanie danych poza firmę oraz ewentualny atak z zewnątrz.

## DIAGNOSTYKA PROCESÓW PRODUKCYJNYCH I MODELOWANIE ZDARZEŃ

Kolejną zaletą przechowywania sygnałów w formie cyfrowej jest możliwość diagnozowania procesów produkcyjnych w czasie rzeczywistym i automatycznego modyfikowania ich. Człowiek pracujący na produkcji przy kontrolowaniu zaworów ręcznych, np. pneumatycznych, może dostosować przepustowość zaworu z ograniczoną częstotliwością, np. raz na godzinę. W przypadku automatycznej wyspy zaworowej do modyfikacji może dochodzić praktycznie od razu, kiedy dojdzie do najmniejszej zmiany – nawet kilka razy w ciągu sekundy. To ogromny przeskok technologiczny, który diametralnie poprawia jakość i efektywność całego procesu. Drastycznie ogranicza się straty, a środki zachowane dzięki oszczędzaniu zasobów wydatkować można na rozwój zakładu lub zakup nowych maszyn. Kolejny krok stanowi modelowanie zdarzeń produkcyjnych. Dane przechowywane w formie cyfrowej można łatwo wykorzystać do analizy scenariuszowej wykorzystywanej w prewencyjnym utrzymaniu ruchu. Bez digitalizacji sygnałów nie byłoby możliwe instalowanie systemów CMMS, ponieważ okazałyby się one bezużyteczne. To właśnie konwersja sygnałów analogowych na cyfrowe otwiera ocean możliwości analitycznych, wynikający z łatwości ich przechowywania, przeliczania, multiplikowania i przetwarzania. Sygnał cyfrowy jest jeden w każdym przypadku i to właśnie to stanowi jego największą zaletę. ■

### Literatura

1. Faszczewski M., *Pomiary analogowe w sterownikach PLC*, iAutomatyka, <http://iautomatyka.pl/wejscia-pomiary-analogowe/> [dostęp: 10.07.2017].
2. *Cykl pracy sterownika PLC*, <http://sterowniki-plc.cba.pl/index.php/sterowniki-plc-podstawy/cykl-pracy-sterownika-plc> [dostęp: 10.07.2017].
3. *Blockchain.info*, <https://en.bitcoin.it/wiki/Blockchain.info> [dostęp: 10.07.2017].