

## WYKORZYSTANIE STEROWNIKÓW PLC JAKO ELEMENTÓW KONTROLNYCH W LINIACH TECHNOLOGICZNYCH W PRZEMYSŁE ROLNO-SPOŻYWCZYM

Marek Ścibisz

*Katedra Podstaw Techniki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

**Streszczenie.** W artykule omówiono możliwości wykorzystania sterowników PLC do kontroli napełniania i zamykania produktów spożywczych w opakowania szklane i kartonowe. Ponadto przedstawiono realizację kontroli poprawności pakowania i oznaczania produktów. Zaprezentowane przykłady pokazują możliwości automatyzacji kontroli procesu technologicznego w przemyśle rolno-spożywczym. Artykuł przedstawia również wnioski dotyczące zalet

i ograniczeń w budowie linii technologicznych z wykorzystaniem sterowników PLC.

**Słowa kluczowe:** technika komputerowa, sterownik PLC, przemysł rolno-spożywczy

### Wprowadzenie

Rozwój techniki komputerowej i elektronicznych elementów kontrolno-pomiarowych pozwalają na prowadzenie wstępnej kontroli jakości produkcji już na linii technologicznej. Kontrola ta dotyczy w głównej mierze sposobu wypełnienia opakowań, oceny kompletności elementów opakowania czy też umieszczenia etykiet. Elementy kontrolne są również niezbędne do oceny obecności opakowań w urządzeniach napełniających jak również w maszynach pakujących. Tworzenie wyżej przedstawionych systemów kontroli wymaga połączenia urządzeń wykonawczych z sensorami. W automatycznych liniach technologicznych elementem koordynującym pracę układu „urządzenie wykonawcze – sensor” może być sterownik programowalny logicznie PLC.

Sterownik PLC jest urządzeniem pracującym w układach binarnych. Stąd wszystkie sygnały wejściowe i wyjściowe mogą posiadać dwa poziomy „1” (włączony) lub „0” (wyłączony). Stąd tworząc układ kontrolno-pomiarowy niezbędnym jest dobranie urządzeń wykonawczych i sensorów jako elementów dwustanowych. Upraszcza to w znacznym stopniu detekcję żądanego poziomu czy też wymuszenie pracy układu. Jest to utrudnieniem w budowie układów mających wykrywać kilka zakresów pomiarowych tej samej wielkości. Przy projektowaniu układów kontrolnych trzeba również odpowiednio dobierać szybkość działania detektorów do szybkości pracy urządzeń wykonawczych, tak by była możliwość ich reakcji na obserwowane zmiany.

### **Elementy kontrolno-pomiarowe**

Elementy kontrolno-pomiarowe to elektryczne czujniki wielkości nieelektrycznych. W zasadzie działania wykorzystują one różne zjawiska fizyczne takie jak: odbicie fal elektromagnetycznych, zmiana przenikalności dielektrycznej środowiska itp.

Popularnymi czujnikami obecności elementu lub oceny jego przezroczystości są elementy fotooptyczne. Składają się one z elementu emitującego wiązkę światła oraz z detektora w postaci fotoelementu (np. fotodiody, fototranzystor). Czujniki te wymagają jednak określonych warunków środowiskowych, tzn. nie mogą się tu pojawiać dodatkowe zakłócenia na drodze przesyłu wiązki światła. Stąd pojawiają się problemy z wykorzystaniem tych elementów w środowisku o dużym zapyleniu. Dlatego w przemyśle rolno-spożywczym układy te mogą być wykorzystane przy napełnianiu opakowań sokami, dżemami itp. produktami spożywczymi, które nie generują zanieczyszczeń pyłowych.

Przy napełnianiu opakowań przetworami zbożowymi (np. mąka, kasza itp.) można posłużyć się czujnikami laserowymi. Czujniki te emitują węższą wiązkę światła o większej mocy, stąd nawet przy powstającym w procesie produkcyjnym niedużym zapyleniu, dość dobrze spełniają rolę czujnika.

Jako czujniki obecności elementu wykorzystywane są również czujniki zbliżeniowe. Mogą one opierać swe działanie na zmianie reluktancji lub przenikalności dielektrycznej. Pierwszą grupę stanowią czujniki indukcyjne dostosowane do pracy przy liniach wykorzystujących opakowania metalowe. Natomiast drugą grupę stanowią czujniki pojemnościowe stosowane do opakowań niemetalowych.

Kolejną grupę stanowią czujniki odbiciowe stosowane do oceny prawidłowości napełniania opakowań.

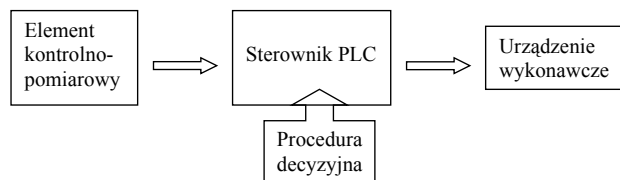
### **Urządzenia wykonawcze**

Urządzenia wykonawcze w systemach kontrolnych ze sterownikami PLC są wykorzystywane jako elementy usuwające wybrakowane produkty z dalszego etapu linii produkcyjnej. W typowych wersjach są one dwustanowe. Stąd pozbycie się niepełnowartościowego wyrobu może być dokonane poprzez przestawienie prowadnic sortujących na taśmie produkcyjnej lub poprzez uruchomienie popychaczy usuwających zaznaczone opakowania z ciągu technologicznego. Stosowane są tu przede wszystkim serwomechanizmy lub elektroawory.

### **Elementy kontrolno-decyzyjne**

Całość procesu kontrolno-pomiarowego wraz z podejmowaniem decyzji wykonawczych odbywa się w sterowniku PLC. Strukturę układu kontrolnego z wykorzystaniem sterownika PLC przedstawiono na rysunku 1.

Do sterownika doprowadzane są sygnały z elementów kontrolno-pomiarowych. Na ich podstawie wykonywana jest procedura decyzyjna, którą precyzuje zapis w postaci programu obsługującego sterownik. Wynikiem jest generowanie odpowiednich sygnałów sterujących urządzeniami wykonawczymi.



Rys. 1. Schemat blokowy układu kontrolnego z wykorzystaniem sterownika PLC

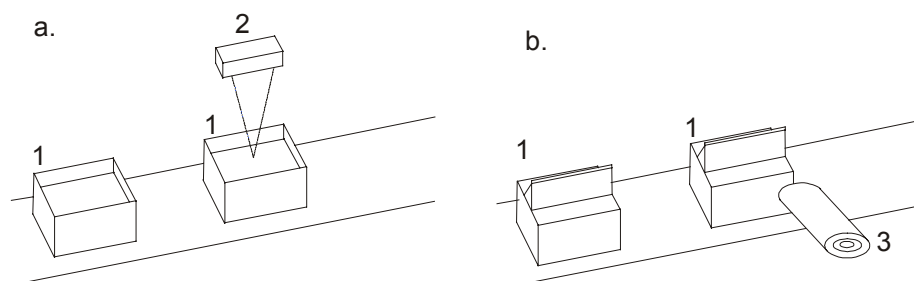
Fig. 1. Block diagram of control system using PLC

### Układy kontrolne w liniach technologicznych

Układy kontroli jakości z wykorzystaniem sterowników PLC mogą być stosowane do wykrywania braków w produktach. Przy czym rozwiązania techniczne uwarunkowane są przez rodzaj produktów poddanych kontroli, norm precyzujących poziomy dopuszczalnych uchybów, a także od przewidywanych nakładów na układ kontrolny.

Najprostszym rozwiązaniem jest budowa układu wykrywającego odchylenia od jednego ustalonego wzorca. Należy wtedy dobrać tylko jeden czujnik kontrolny o określonej dokładności i skalibrować układ według zadanego wzorca.

Przykładem takiego rozwiązania jest np. kontrola stanu napełnienia pojemników. W rozwiązaniu kontroli przed zamknięciem pojemnika można zastosować czujnik ultradźwiękowy (rysunek 2a). Natomiast w rozwiązaniach kontroli przy zamkniętych zbiornikach niemetalowych np. kartonowych, można wykorzystać zblizeniowy czujnik pojemnościowy (rysunek 2b).



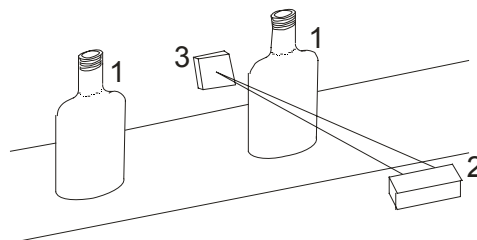
Rys. 2. Kontrola stanu napełnienia pojemników z wykorzystaniem czujnika: a. ultradźwiękowego; b. pojemnościowego. 1 – kontrolowany pojemnik; 2 – czujnik ultradźwiękowy; 3 – zblizeniowy czujnik pojemnościowy

Fig. 2. Control of filling the tanks with the use of sensor: a. ultrasonic; b. condenser. 1 – controlled container, 2 – ultrasonic sensor, 3 – capacitive proximity sensor

Czujnik ultradźwiękowy generuje falę elektromagnetyczną, która po odbiciu od produktu wypełniającego pojemnik dociera do odbiornika. Pomiar czasu powrotu sygnału kontrolnego daje możliwość ustalenia wysokości napełnienia zbiornika.

Zbliżeniowy czujnik pojemnościowy reaguje na zmiany przenikalności dielektrycznej środowiska. Brak wypełnienia pojemnika produktem oznacza, że obiekt ten ma inną przenikalność niż wyznaczona dla prawidłowo napełnionego.

W produkcji spożywczej ważnym jest zachowanie czystości opakowań. Stąd też układy PLC można wykorzystać do kontroli przezroczystości (czystości) opakowań szklanych (rysunek 3).



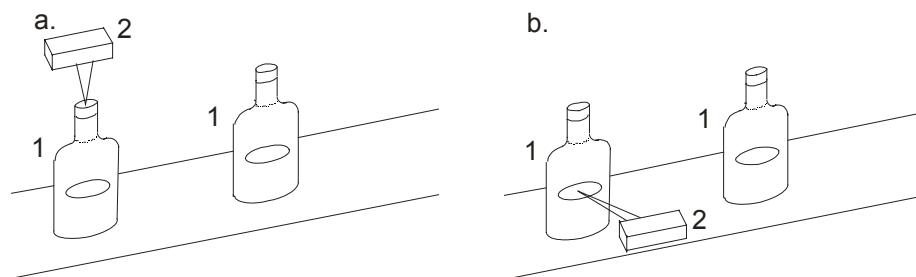
Rys. 3. Kontrola stanu przezroczystości pojemników. 1 – kontrolowany pojemnik; 2 – czujnik fotoelektryczny; 3 – ekran

Fig.3. Inspection of transparent containers. 1 – controlled container, 2 – photoelectric sensor, 3 – reflective screen

W układzie tym zastosowano czujnik fotoelektryczny. Po jednej stronie linii technologicznej zainstalowany jest czujnik a po drugiej ekran. Generowana w czujniku wiązka światła przecina opakowanie szklane i po odbiciu od ekranu przechodząc ponownie przez opakowanie dociera do czujnika. Porównanie energii wiązki wysłanej z odebraną pozwala określić stopień zanieczyszczenia opakowania szklanego.

Wariantem umożliwiającym kontrolę pełnej powierzchni opakowania jest umieszczenie po jednej stronie linii produkcyjnej źródła światła w postaci listwy świecącej a po drugiej umieszczenie detektora.

Układy wykorzystujące odbicie światła od elementu badanego produktu pozwalają na kontrolę elementów zamknięcia opakowania (rysunek 4a) lub obecności etykiety na opakowaniu (rysunek 4b).

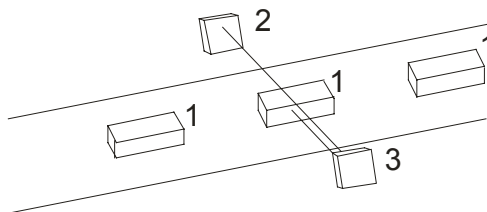


Rys. 4. Kontrola: a. zamknięcia opakowania; b. obecności etykiety. 1 – kontrolowany pojemnik; 2 – czujnik fotoelektryczny

Fig. 4. Control: a. closed container; b. presence of the label. 1 – a controlled container, 2 – photoelectric sensor

W obu przypadkach zastosowano czujnik fotoelektryczny, w którym mierzony jest czas powrotu wiązki światła do detektora. Jeżeli kontrolowane elementy są umieszczone we właściwym miejscu mierzony czas mieści się w założonym przedziale.

Czujnik fotoelektryczny może być również wykorzystany do oceny prawidłowości gabarytów wykonanego produktu (rysunek 5).



Rys. 5. Kontrola prawidłowości gabarytów produktu: 1 – kontrolowany produkt; 2 – czujnik fotoelektryczny; 3 – źródło światła

Fig. 5. Control of the accuracy of product dimensions. 1 – a controlled product, 2 – photoelectric sensor; 3 – light source

Generowana wiązka laserowa biegnie poprzecznie do taśmy z produktami, których wymiar kontrolujemy. Prawidłowo wykonane wyroby nie zakłócają przepływu wiązki świetlnej.

## Podsumowanie

Sterowniki PLC są powszechnie stosowane w przemyśle jako elementy wykonawcze w liniach technologicznych. Sprzężenie ich z odpowiednimi czujnikami pozwala na realizację określonych procedur wynikających z dokonanego pomiaru. Stąd istnieje możliwość wykorzystania sterowników PLC do podstawowej kontroli jakości produktów, nawet jeszcze w trakcie cyklu produkcyjnego.

Z reguły te układy najkorzystniej jest zastosować do kontroli poprawności wykonania opakowań produktów lub ich prawidłowego napełnienia.

Dokładność przeprowadzanej kontroli uzależniona jest od czułości wykorzystywanych sensorów pomiarowych.

W opisanych w artykule zastosowaniach, czujniki dokonują pomiaru jednego parametru, stąd nie wpływają one na szybkość realizacji całego procesu technologicznego. W przypadku rozbudowanej analizy pomiarowej wydłuża się czas uzyskania sygnału wykonawczego. Jeżeli ten czas przetwarzania będzie dłuższy niż czas cyklu programu, mogą wystąpić zakłócenia w prawidłowości realizacji procedury kontrolnej. Dlatego oprócz czułości ważny jest również dobór czasu przetwarzania zastosowanych czujników kontrolnych.

## **Bibliografia**

- Brock S., Muszyński R., Urbański K., Zawirski K.** 2009. Sterowniki programowalne. Wyd. Politechniki Poznańskiej. Poznań. ISBN 8371434588.
- Omron. Materiały szkoleniowe.** 2004. Pomysłowe rozwiązania. Warszawa.
- Mikulczyński T.** 2006. Automatyzacja procesów produkcyjnych. WNT. Warszawa. ISBN 8320428890.

## **USE THE PLC CONTROLLERS AS A CONTROL COMPONENTS OF TECHNOLOGICAL LINES IN THE AGRI-FOOD INDUSTRIES**

**Abstract.** The article discusses the possible use of PLC to control the filling and sealing food products in glass bottles and cardboard. In addition, a correct implementation of control packaging and labeling products. The presented examples show the possibility of automation of process control in the agri-food industry. Article also presents conclusions on the advantages and limitations in the construction of lines using the PLC.

**Key words:** computer technology, PLC, agri-food industry

**Adres do korespondencji:**

Marek Ścibisz; email: [marek.scibisz@up.lublin.pl](mailto:marek.scibisz@up.lublin.pl)  
Katedra Podstaw Techniki  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Doświadczalna 50a  
20-280 Lublin