

MODUŁ KONTROLI WYDATKU ROZPYLACZA OPRYSKIWACZA POLOWEGO

Jerzy Langman, Norbert Pedryc

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Za jakość wykonania procesu technologicznego oprócz odpowiednich środków technicznych i prawidłowych parametrów procesu odpowiedzialny jest nadzór nad krytycznymi węzłami lub w szczególnych przypadkach nad całym procesem.

Słowa kluczowe: Diagnostyka opryskiwacza, rozpylacz, komputer pokładowy

Wstęp

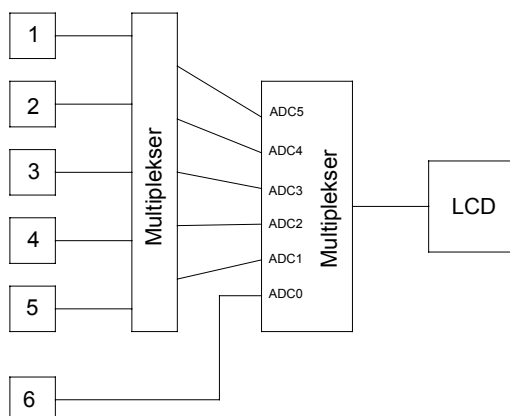
Intensywny rozwój techniki rolniczej, szczególnie związany z wprowadzeniem do eksploatacji częściowo zautomatyzowanych maszyn rolniczych, wymaga zastosowania nowych metod oceny ich stanu technicznego w procesie eksploatacji. Rozszerzenie funkcji komputera pokładowego o moduły diagnostyczne wymaga opracowania bardzo wydajnego, a równocześnie prostego w aplikacji systemu diagnostycznego [Langman i in. 2003; Langman i in. 2008]. Za jakość wykonania procesu technologicznego oprócz odpowiednich środków technicznych i prawidłowych parametrów procesu odpowiedzialny jest nadzór nad krytycznymi węzłami lub w szczególnych przypadkach nad całym procesem. Realizacja funkcji automatycznego sterowania jest w większości opryskiwaczy polowych realizowana przez uniwersalne lub dedykowane komputery pokładowe. Żaden z nich jednak nie realizuje funkcji diagnostycznej, która musi być funkcją sprzężenia zwrotnego jako informacja czy funkcja sterowania może być zrealizowana prawidłowo.

Realizacja sprzętowa modułu diagnostycznego

Schemat funkcjonalny modułu diagnostycznego opryskiwacza polowego przedstawiono na rys. 1.

Składa się on z następujących bloków funkcjonalnych:

- czujników ciśnienia umieszczonych na oprawach rozpylaczy,
- czujnika ciśnienia zasilania rozpylaczy,
- modułu przełączającego sygnały z czujników ciśnienia w grupach po 5 sygnałów,
- modułu sterującego, przetwarzającego sygnały z czujników ciśnienia i wyświetlającego wynik diagnozy poszczególnych rozpylaczy.



Rys. 1. Schemat funkcjonalny modułu diagnostycznego rozpylaczy opryskiwacza polowego
 Fig. 1. Functional diagram showing diagnostic module for field spraying machine atomizers

Proces diagnozowania rozpylaczy sprowadza się do określenia drogą pośrednią wydatków cieczy roboczej wypływającej z danego rozpylacza i porównania go z wydatkiem zalecanym podczas realizacji oprysku plantacji. Polega on na pomiarze spadku ciśnienia na zwężce pomiarowej umieszczonej pomiędzy wejściem cieczy do oprawy rozpylacza a diagnozowanym rozpylaczem [Langman i in. 2005]. Dlatego też niezbędny jest pomiar ciśnienia w przestrzeni pomiędzy zwężką pomiarową a rozpylaczem indywidualnie dla każdego rozpylacza znajdującego się na belce polowej opryskiwacza. Dla wszystkich grup rozpylaczy zasilanych z jednej pompy opryskiwacza mierzone jest ciśnienie zasilania cieczą roboczą rozpylaczy z umieszczoną przed każdym z nich zwężką pomiarową. Różnica ciśnień zasilania rozpylaczy przez pompę i panującego za zwężką pomiarową umieszczoną w korpusie diagnozowanego rozpylacza jest proporcjonalna do wydatku cieczy z danego rozpylacza.

Ponieważ moduł sterująco-diagnostyczny posiada ograniczoną liczbę wejść analogowych (6 wejść analogowych), dlatego sygnały z czujników ciśnienia zamontowanych na obsadach rozpylaczy są pobierane w grupach po 5 sygnałów (szóste wejście zarezerwowane jest dla czujnika ciśnienia zasilania przez pompę wszystkich rozpylaczy) za pomocą multiplexerów analogowych sterowanych programowo.

Moduł sterująco-diagnostyczny zrealizowany został w oparciu o mikrokontroler AVR, który odpowiednio zaprogramowany zarówno steruje akwizycją sygnałów pochodzących z czujników ciśnienia jak też przetwarza je wg opracowanego algorytmu celem opracowania diagnozy on-line dla każdego rozpylacza. Wybór rodzaju mikrokontrolera nie był przypadkowy, gdyż za nim przemawiały takie jego cechy jak:

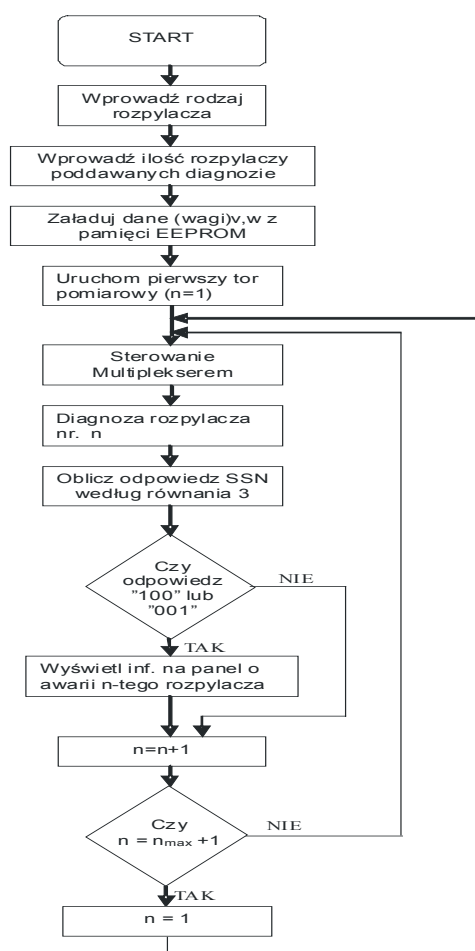
- wykonywanie większości instrukcji mikroprocesora w 1 taktie zegara systemowego, gwarantując dużą wydajność obliczeniową co jest konieczne w przypadku diagnostyki w trybie on-line,
- dużą pamięć programu (8-128 kB) w zależności od wersji mikrokontrolera,
- wbudowany 6 kanałowy przetwornik analogowo – cyfrowy,

- możliwość programowania w systemie przez złącze ISP, co pozwala na modyfikacje programu sterująco-diagnostycznego praktycznie w każdym momencie eksploatacji modułu diagnostycznego.

Zrealizowany w Katedrze Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki moduł diagnostyczny opryskiwacza polowego wykorzystuje mikrokontroler ATmega 8.

Oprogramowanie sterująco – diagnostyczne

Algorytm programu zaimplementowanego w pamięci mikrokontrolera ATmega 8 przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Algorytm programu sterującego oraz wnioskowania diagnostycznego z wykorzystaniem SSN

Fig. 2. Algorithm of a primary control program and diagnostic concluding carried out using the ANN

Proces wnioskowania zacznie się od wprowadzenia przez operatora rodzaju oraz ilości zamontowanych rozpylaczy na belce polowej opryskiwacza. Wprowadzone dane wykorzystywane będą przez program współpracujący z SSN w celu dokonania diagnozy. Po zakończeniu wprowadzania program automatycznie załaduje wartości wag v i w z pamięci EEPROM do pamięci operacyjnej komputera pokładowego (SSN) a następnie uruchomi pierwszy tor pomiarowy wykorzystując do tego celu multiplexer, przez podanie na wejścia adresowe multiplexera numeru aktualnie kontrolowanego rozpylacza. Uruchomione połączenie odpowiedniego toru pomiarowego rozpocznie proces diagnozy rozpylacza przez SSN. Wynik obliczeń SSN zostanie poddany rozróżnieniu z wykorzystaniem warunku logicznego i w przypadku odpowiedzi pozytywnej na pytanie „czy wykryto awarię?” zostanie wyświetlona na panelu operatora informacja o awarii z podaniem numeru uszkodzonego rozpylacza oraz rodzajem awarii (wydatek za duży/wydatek za mały). Po wyświetleniu informacji o wystąpieniu awarii rozpylacza lub w przypadku odpowiedzi negatywnej na wcześniej postawione pytanie program wywoła zmianę toru pomiarowego na tor $n=n+1$.

Jeżeli nowy tor pomiarowy uzyska wartość wyższą od liczby rozpylaczy zadeklarowanych do diagnozy przez operatora $n=n_{\max}+1$ zostanie zmieniona wartość toru pomiarowego na $n=1$ i skierowana na przesterowanie multiplexera analogowego na pierwszy tor pomiarowy. Gdy nowa wartość n nie przekracza n_{\max} ($n < n_{\max}$) wówczas nowy numer toru pomiarowego zostanie przekazany na multiplexer.

W algorytmie nie przewidziano procedury przerwania pracy programu w dowolnym momencie, gdyż funkcja diagnostyczna powinna być aktywna przez cały czas pracy maszyny. Zakończenie pracy programu nastąpi po wyłączeniu zasilania komputera pokładowego - po zakończeniu pracy całej maszyny.

Moduł wnioskowania diagnostycznego z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych

W celu zapewnienia większej uniwersalności na wejście sieci oprócz sygnałów ciśnienia wprowadzony błędnie sygnał, który spowoduje rozpoznawanie typu rozpylacza, dzięki czemu nie będzie konieczna zmiana wag połączeń międzyneuronowych w przypadku zmiany rozpylacza. Identyfikacja rodzaju rozpylacza dokonywana będzie za pomocą dwóch neuronów wejściowych. Dwa wejścia umożliwiają zakodowanie czterech rodzajów rozpylaczy.

Architektura sieci neuronowej zaimplementowana w pamięci mikrokontrolera, jako moduł programu sterującego – diagnostycznego, przedstawia się następująco:

- 4 neurony wejściowe o przeznaczeniu:
- 2 neurony służą do identyfikacji typu diagnozowanego rozpylacza,
- 1 neuron jest wejściem toru pomiarowego ciśnienia zasilania belki polowej opryskiwacza,
- 1 neuron jest wejściem toru pomiarowego ciśnienia cieczy w przestrzeni między zwężką pomiarową a diagnozowanym rozpylaczem,
- 6 neuronów w warstwie ukrytej,
- 3 neurony w warstwie wyjściowej służą do wyprowadzania diagnozy rozpylacza w postaci 3 bitowej liczby binarnej (0 1 0 – stan poprawny, 1 0 0 – za wysokie ciśnienie w przestrzeni między zwężką pomiarową a rozpylaczem świadczące o przytkaniu rozpylacza, 0 0 1 – za niskie ciśnienie w przestrzeni jak poprzednio, świadczące o rozkalibrowaniu otworu rozpylacza),

- funkcje aktywacji:
 - warstwa ukryta – funkcja logistyczna,
 - warstwa wyjściowa – funkcja tangenshiperboliczny.

Sieć neuronowa została poddana procesowi uczenia za pomocą programu MATLAB na komputerze klasy PC, następnie uzyskany tą drogą zbiór wag połączeń międzyneuronowych został zapisany w pamięci EEPROM mikrokontrolera ATmega8.

Aktualnie w Katedrze Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki prowadzone są prace nad automatycznym rozpoznawaniem rozpylaczy zamontowanych w korpusie rozpylacza.

Do pomiaru ciśnienia (sygnału diagnostycznego) posłużyły przetworniki ciśnienia SPD100G2, charakteryzujący się pomiarem ciśnienia względnego z dokładnością 0,1%. Napięcie wyjściowe czujnika jest proporcjonalne do działającego na czujnik ciśnienia w zakresie 0 do 0,69 MPa. Napięcie zasilania: +5 do + 10V; zakres temperatur: -20 do +85°C. Napięcie wyjściowe czujnika jest proporcjonalne do mierzonego ciśnienia, zależność ta jest liniowa w całym zakresie pomiarowym.

Wnioski

1. Moduł diagnostyczny nadzorujący pracę rozpylaczy jako osobny podzespół, może być zastosowany w opryskiwaczach wyposażonych płaskostrumieniowe końcówki rozpylające.
2. Zastosowanie SSN do nadzoru nad pracą rozpylaczy zwiększa możliwość stosowania zaproponowanego rozwiązania ze względu na niewielkie wymagania sprzętowe.
3. Zaproponowana architektura SSN pozwala na obsługę czterech rodzajów rozpylaczy bez konieczności zmiany wag połączeń międzyneuronowych.
4. Połączenie modułu diagnostycznego z komputerem pokładowym ciągnika nastąpić może przez dedykowaną magistralę ISOBUS.
5. Należy rozszerzyć badania w celu opracowania sposobu automatycznej identyfikacji rodzaju pracujących rozpylaczy.

Bibliografia

- Langman J., Pedryc N.** 2005. Device for continuous monitoring of operational quality of spray nozzles. In agricultural sprayers, Praga. s. 133-137.
- Langman J., Pedryc N.** 2003. Ocena rozpylaczy płaskostrumieniowych na podstawie charakterystyki rozkładu poprzecznego cieczy, Inżynieria Rolnicza. 10(52). s. 269-276.
- Langman J., Pedryc N.** 2008. Realizacja wniosku diagnostycznego rozpylacza opryskiwacza polowego w czasie rzeczywistym. Inżynieria Rolnicza. Nr 11(109). s. 165-172.

MODULE CONTROLLING DELIVERY OF AN ATOMIZER IN A FIELD SPRAYING MACHINE

Abstract. Besides ensuring proper engineering measures and right process parameters, the unit controlling critical points, or in special cases the whole process, is responsible for the quality of technological process execution.

Key words: spraying machine diagnostics, atomizer, on-board computer

Adres do korespondencji:

Jerzy Langman; e-mail: rlangma@cyf-kr.edu.pl
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 120
30-149 Kraków