

MIKROPROCESOROWY SYSTEM STEROWANIA PULSACJĄ DOJU MASZYNOWEGO KRÓW

Henryk Juszka, Marcin Tomasiak, Stanisław Lis

Katedra Energetyki i Automatykacji Procesów Rolniczych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Przedstawiony system wyznacza wartości sygnałów sterujących pulsacją doju na podstawie informacji z czujnika natężenia wypływu mleka ze strzyka krowy. Na bazie wyznaczonego algorytmu sterowania zaprogramowano sterownik mikroprocesorowy z aplikacją logiki rozmytej. Testy systemu sterowania potwierdziły poprawność jego działania.

Słowa kluczowe: aparat udojowy, pulsacja, sterowanie mikroprocesorowe

Wstęp

Działanie układu automatycznego sterowania podciśnieniem i pulsacją w urządzeniach udojowych powinno być oparte na pomiarze natężenia wypływu mleka ze strzyka krowy. Ze względu na szybkość realizacji skomplikowanych algorytmów, urządzeniem sterującym instalacją udojową jest sterownik mikroprocesorowy PLC [Juszka i in. 2008a]. Sterownik ten został przystosowany do współpracy z autonomicznym aparatem udojowym [Lis 2009]. W założeniu sterowanie pulsacją będzie odbywać się w czasie rzeczywistym. Wymaga tego częstotliwość zmian parametrów sterowanego procesu. Skuteczność systemu sterowania polega na przejęciu kontroli nad instalacją udojową, dlatego konieczne jest jej wyposażenie w urządzenia pomiarowe i stabilizujące podciśnienie.

Celem pracy było przedstawienie systemu sterowania pulsacją w doju maszynowym krów spełniającego przedstawione założenia.

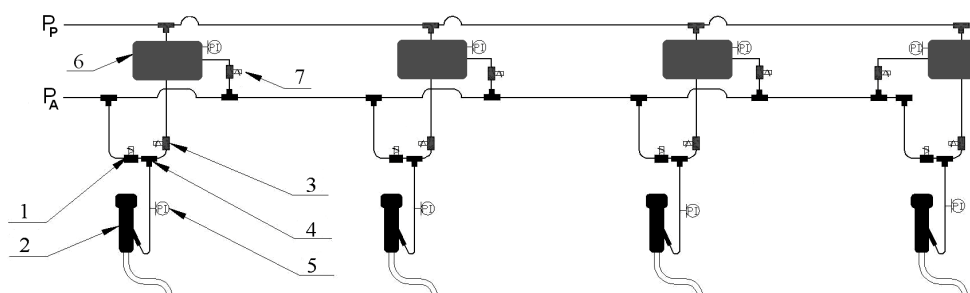
Instalacja zasilająca pulsator mikroprocesorowy

Podstawowym problemem, który należy rozwiązać jest stabilizacja podciśnienia, w tym podciśnienia zasilającego aparat udojowy oraz komorę pulsacyjną kubka udojowego. W realizacji tego zadania konieczne jest zastosowanie niezależnego systemu zasilającego podciśnieniem każdy kubek udojowy. Rozwiązanie takie powinno zapewnić wyeliminowanie niekontrolowanych wahań i zakłóceń spowodowanych wzajemnym oddziaływaniem na siebie kubków udojowych [Szlachta, Wiercioch 1993].

Ogólnie istotę działania analizowanego systemu można opisać następująco. Podciśnienie wytwarzane jest przez pompę próżniową sterowaną falownikiem, który zapewnia wstępną stabilizację wytwarzanego podciśnienia. Następnie podciśnienie kierowane jest do zbiornika akumulacyjnego, w którym podlega kontroli (czujnikiem podciśnienia) i regulacji (zaworem). Zbiornik akumulacyjny odpowiada za utrzymanie stałej wartości podciśnienia.

nia podawanego do poszczególnych gałęzi instalacji, zakończonych aparatem udojowym dla pojedynczej ćwiartki wymienia.

Schemat instalacji sterowania pulsacją doju przedstawiono na rys. 1. Każdy aparat udojowy powinien posiadać indywidualny zbiornik akumulacyjny (6) i zawór regulujący podciśnienie (7) sterownikiem PLC. Pomiedzy elektrozaworami a przetwornikami podciśnienia występuje sprzężenie zwrotne, przyczyniające się do jego stabilizacji. Sterowanie pomiędzy tymi urządzeniami odbywa się w układzie zamkniętym. Podciśnienie ssące P_P dostarczane jest gałęzią do elektrozaworu (3) regulującego jego wartość. Następnie trafia do kolektora (4), do którego doprowadzane jest także ciśnienie atmosferyczne P_A w fazie masażu. Dostęp powietrza jest dozowany za pomocą elektrozaworu (1). Ciśnienie atmosferyczne pozwala wysterować ciśnienie panujące w komorze międzyściennej. Jest to bardzo istotne ze względu na pracę gum strzykowych, których kształt jest zależny od różnic ciśnień panujących pomiędzy komorą podstrzykową i pulsacyjną (2).



Źródło: opracowanie własne

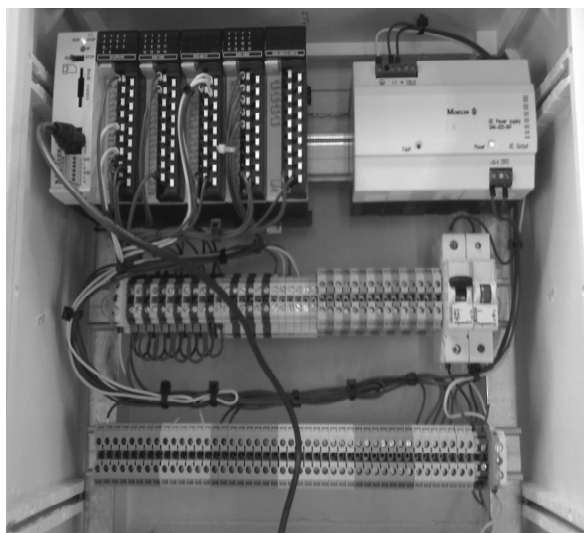
Rys. 1. Instalacja sterująca pulsacją w autonomicznym aparacie udojowym
Fig. 1. Installation controlling pulsation in an autonomous milking apparatus

Wartość ciśnienia podawanego do komory pulsacyjnej jest mierzona czujnikiem ciśnienia absolutnego (5). Przejście do fazy masażu następuje łagodnie poprzez zmniejszanie podciśnienia ssącego. Zastosowanie takiego rozwiązania ma na celu uniezależnienie jakości i czasu trwania masażu od podciśnienia roboczego panującego w komorze podstrzykowej kubka udojowego.

System sterowania pulsacją

Najważniejszym elementem tego systemu jest sterownik mikroprocesorowy wyposażony w biblioteki sterowania rozmytego (rys. 2). Tylko metody sztucznej inteligencji w sposób skuteczny mogą obliczać sygnał sterujący na bazie danych pochodzących z procesu w toku [Juszka i in. 2008b]. Sterownik jest wspomagany w tych obliczeniach komputerem panelowym. Dodatkowo na tym komputerze zainstalowano aplikację wizualizującą i jednocześnie zarządzającą procesem doju.

Sterowanie wartością podciśnienia odbywa się w czasie rzeczywistym. Wymaga tego dynamika zmian sterowanego procesu [Kupczyk 1999].



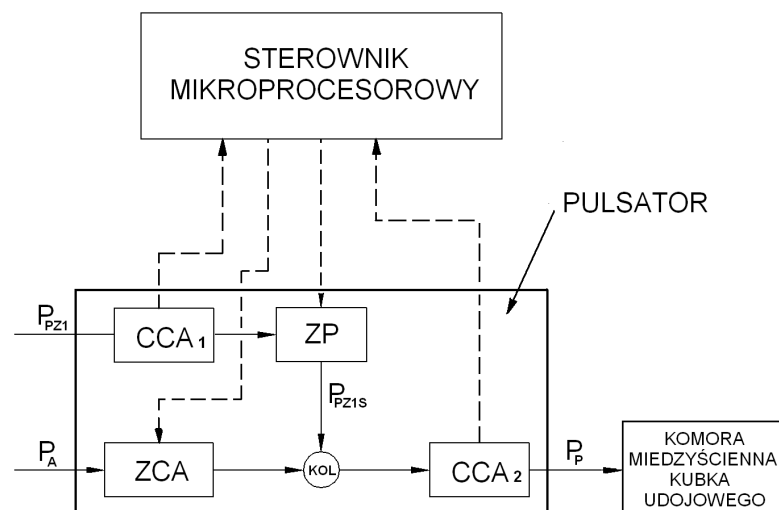
Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Mikroprocesorowy sterownik doju
Fig. 2. Microprocessor milking controller

Poniższy opis systemu sterowania przedstawiono w odniesieniu do aparatu udojowego obsługującego indywidualnie ćwiartkę wymienia krowy.

Algorytm sterowania pulsacją doju krów przedstawiono na rys. 3. Podciśnienie P_{PZ1} dostarczane jest przez jedną z gałęzi wychodzących ze zbiornika akumulacyjnego podciśnienia ssania (wartość jest kontrolowana czujnikiem ciśnienia absolutnego CCA_1). Jest ono dozowane zaworem (ZP) do kolektora (KOL), do którego dostarczane jest także ciśnienie atmosferyczne (P_A). Za dozowanie ciśnienia atmosferycznego do układu odpowiada zawór elektromagnetyczny (ZCA). Ciśnienie z kolektora kierowane jest do komory pulsacyjnej kubka udojowego. Wartość tego „podciśnienia” mierzona jest czujnikiem ciśnienia absolutnego (CCA_2). Dzięki takiemu sterowaniu zasilaniem komory pulsacyjnej, przejście pomiędzy fazami ssania i masażu będzie miało charakter łagodny.

Układy sterowania pulsacją doju będą działać niezależnie dla każdego ze strzyków, co stworzy możliwość precyzyjnego doboru częstotliwości i współczynnika pulsacji. Opis programu sterującego zamieszczono na rys. 4-6. Pierwszy szczebel programu ma za zadanie uruchomić pompę próżniową i wytworzyć podciśnienie (rys. 4). Umieszczone w tej drabince styki %MX0.1, %IX0.0, służą do załączania obwodu pulsacji, przy czym %MX0.1 jest to komórka pamięci, która załącza obwód z poziomu wizualizacji procesu udojowego. Natomiast %IX0.1 jest oznaczeniem wejścia do którego można podłączyć przycisk i załączyć pulsację ręcznie.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Schemat sterowania pulsacją doju jednej ćwiartki wymienia
 Fig. 3. Diagram showing milking pulsation control for one quarter of udder



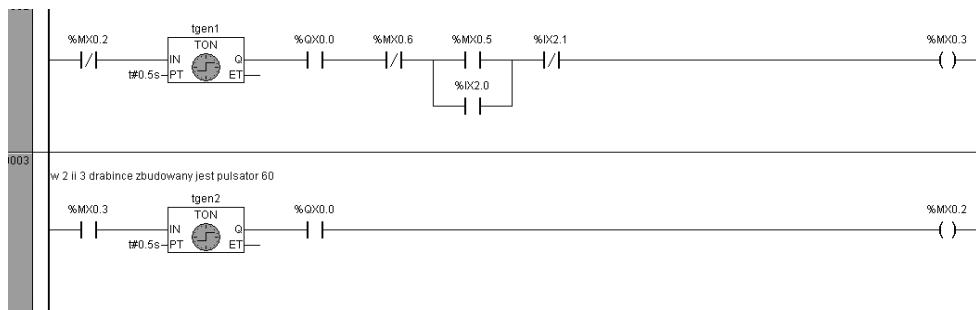
Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Układ załączania instalacji podciśnieniowej
 Fig. 4. Activation system for vacuum installation

Następnie zaprogramowano pulsator (rys. 5), który składa się z dwóch przekaźników czasowych nawzajem wyłączających się po czasie 0,5 s, co pozwoli uzyskać 60 równych pulsów na minutę.

Powielając ten układ i zmieniając czasy przełączeń przekaźników czasowych z 0,5 na 0,33 s uzyskamy w ten sposób drugi generator o częstotliwości 1,5 Hz, odpowiedni do doju kóz i owiec. Jednym przyciskiem można dokonywać przełączeń pomiędzy zakresami pulsacji, co stanowi o uniwersalnym charakterze instalacji.

Mikroprocesorowy system sterowania...

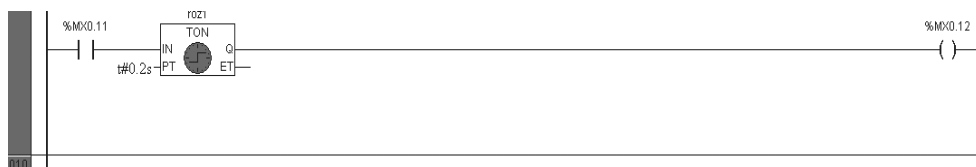


Źródło: opracowanie własne

Rys. 5. Pulsator mikroprocesorowy
Fig. 5. Microprocessor pulser

Zmiana parametru czasu odpowiedzialnego za wartość pulsacji jest sterowana czujnikiem natężenia wypływu mleka ze strzyka krowy, co pozwala na autonomiczne sterowanie kubkiem udojowym.

W podobny sposób sterownik mikroprocesorowy steruje współczynnikiem pulsacji, a jego wartość zależy od nastawienia czasu na przekaźniku czasowym (rys. 6). Wartość współczynnika pulsacji jest zależna od natężenia wypływu mleka ze strzyka krowy.

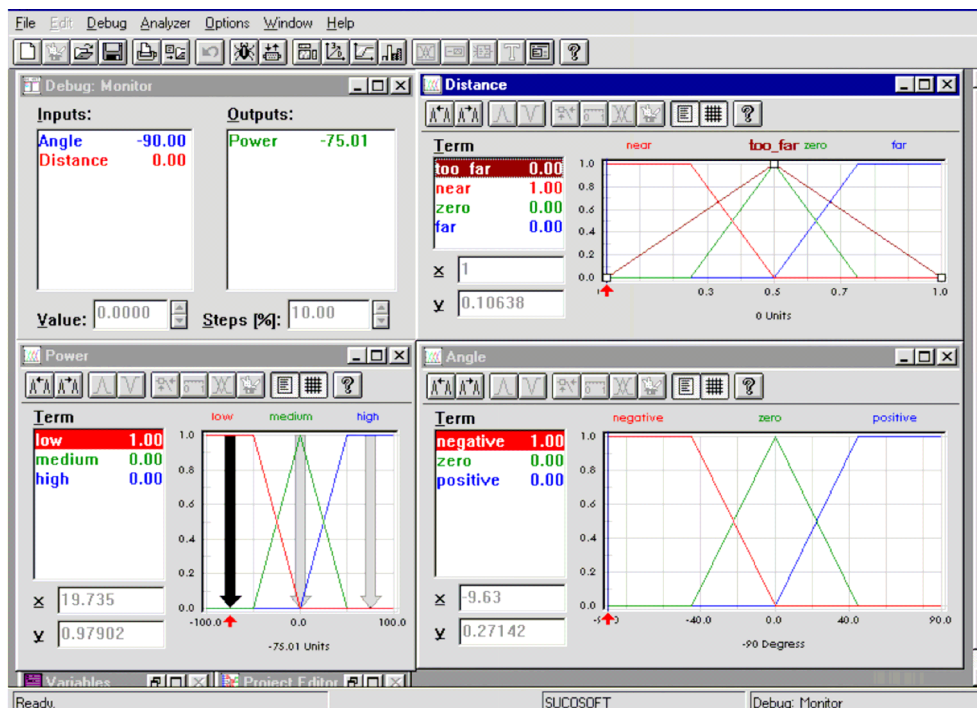


Źródło: opracowanie własne

Rys. 6. Sterowanie współczynnikiem pulsacji
Fig. 6. Pulsation coefficient control

Jak wskazano wcześniej, istotnym elementem sterowania jest korelacja wypływu mleka ze strzyka krowy z wartościami pulsacji i współczynnika pulsacji. W sterowniku mikroprocesorowym zaprogramowanym do sterowania aparatem udojowym istnieje możliwość programowania regulatora, którego działanie jest opisane zasadami logiki rozmytej. Na rys. 7 przedstawiono widok ekranu programowania takiego regulatora.

W rozpatrywanym przypadku regulator oblicza wartość pulsacji na podstawie informacji o natężeniu wypływu mleka ze strzyka krowy, następnie wartość ta wprowadzana jest w pole PT przekaźnika czasowego tgen1 oraz tgen2 (rys. 5). Podobnie wyznaczany jest współczynnik pulsacji.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 7. Programowanie regulatora *fuzzy logic* do sterowania dojem
Fig. 7. Programming of *fuzzy logic* controller for milking

Podsumowanie

W przekonaniu autorów przedstawiony proces sterowania pulsacją stanowi nowatorskie rozwiązanie przedstawionego problemu. Idea ta została zaadaptowana w konstrukcji stanowiska udojowego z wykorzystaniem systemów sterowania na bazie logiki rozmytej. Takie rozwiązanie umożliwi sterowanie parametrami aparatu udojowego ściśle skorelowane z natężeniem wypływu mleka ze strzyka krowy.

Bibliografia

- Juszka H., Tomasik M., Skalny P. 2008a. Systemy komunikacji w sterowaniu parametrami aparatu udojowego. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 4(62). s. 139-145.
- Juszka H., Lis S., Tomasik M. 2008b. Odwzorowanie przebiegu pulsacji metodami sztucznej inteligencji. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 9(107). s. 131-137.
- Kupczyk A. 1999. Wstępne założenia do jarky cybernetycznej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2. s. 61-67.

Lis S. 2009. Modelowanie i symulacja komputerowa sterowania podciśnieniem w aparacie udojowym. Rozprawa doktorska. Maszynopis. UR – WIPiE w Krakowie.

Szlachta J., Wiercioch M. 1993. Badania laboratoryjne parametrów pracy aparatu udojowego z oddzielnym transportem mleka i powietrza. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. Nr 410. s. 25-33.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2011 jako projekt badawczy N N313 154435.

MICROPROCESSOR CONTROL SYSTEM FOR THE PULSATION OF MACHINED COW MILKING

Abstract. The presented system determines values of signals controlling cow milking pulsation on the basis of information from sensor measuring intensity of milk flow from cow teat. A microprocessor controller with fuzzy logic application was programmed on the basis of specified control algorithm. Control system tests confirmed correctness of its operation.

Key words: milking apparatus, pulsation, microprocessor control

Adres do korespondencji:

Henryk Juszka e-mail: Henryk.Juszka@ur.krakow.pl
Katedra Energetyki i Automatykacji Procesów Rolniczych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków