

mgr inż. Emanuel Kędziński
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Metrologii Elektrycznej „METROL”
mgr inż. Grzegorz, Walkowiak,
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Metrologii Elektrycznej „METROL”
mgr inż. Sławomir Melech
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Metrologii Elektrycznej „METROL”

REGULACJA KLIMATU W KOMORACH ŁĘGOWO - KLUJNIKOWYCH W PROCESIE WYLĘGU DROBIU.

W artykule przedstawiono nowoczesne rozwiązania systemów sterowania komór lęgowych i klujnikowych. W związku z coraz większymi wymaganiami nałożonymi na przebieg procesu inkubacji powiązanymi ściśle z efektywnością i zyskiem ekonomicznym, oraz pojawieniem się na rynku nowych technologii (strusie) nowoczesne systemy posiadają coraz więcej funkcji.

1. WPROWADZENIE – ZNACZENIE UTRZYMANIA KLIMATU W KOMORZE ŁĘGOWO-KLUJNIKOWEJ NA PARAMETRY SAMEGO ZARODKA A W KONSEKWENCJI NA JAKOŚĆ ORAZ PROCENT WYKLUTYCH PISKŁĄT.

Sztuczna inkubacja jaj wylęgowych jest procesem bardzo złożonym, wymagającym dokładnej kontroli w celu uzyskiwania optymalnych wyników. Na przestrzeni ostatnich lat nastąpił ogromny rozwój w zakresie technologii oraz sprzętu używanego w zakładach wylęgowych. We współczesnych wylęgarniach przebieg procesów zachodzących podczas inkubacji jaj, jest kontrolowany przez system skomplikowanych urządzeń przy zastosowaniu nowoczesnych technologii. Odczytywanie parametrów i sterowanie nimi możliwe jest z jednego, oddalonego nawet miejsca przy pomocy komputera centralnego. A za pomocą telefonu można odbierać sygnały alarmowe, gdy zaprogramowane parametry nagle się zmieniają.

Nowoczesne wylęgarnie muszą być przygotowane na utrzymanie optymalnych warunków w całym procesie produkcyjnym. Kontrola warunków klimatycznych podczas pobytu jaj w inkubatorze lęgowym a potem w klujnikowym ma największe znaczenie i musi być monitorowana w bardzo dokładny sposób. Powszechnie wiadomą rzeczą jest fakt, że współczesne aparaty wylęgowe oraz sterujące nimi systemy mikrokomputerowe są w taki sposób zaprojektowane, iż możliwa jest bardzo dokładna kontrola temperatury powietrza praktycznie w każdym miejscu w aparacie.

Jednakże dla prawidłowego rozwoju samego zarodka nie temperatura powietrza jest istotna, lecz temperatura, jaka panuje wewnątrz jaja. Oznacza to że tylko w przypadku gdy temperatura zarodka jest równa temperaturze powietrza, taki system regulacji ma sens.

Powyższe stwierdzenie wyznacza wyzwanie dla dalszej pracy konstruktorów inkubatorów oraz konstruktorów sterowników komór lęgowych i klujnikowych.

2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE REGULACJI KLIMATU W KOMORACH ŁĘGOWYCH (KURY, GĘSI, KACZKI, INDYKI, ORAZ STRUSIE).

Obecnie na naszym rynku oferowanych jest wiele typów komór lęgowych. Najbardziej znanymi producentami komór są firmy Petersime, Pasreform, Jamesway, Set&Hatch, Masalles, natomiast z polskich firm Agraria Gostyń, FUH Waleński Gostyń, Spin art. Wrocław. W ofertach firm produkujących aparaty lęgowe można znaleźć komory do

prowadzenia lęgu na skale przemysłową o pojemnościach ponad 100tyś jaj jak też zarówno do prowadzenia wylęgów hobbystycznych.. Poniżej pokazano przykładowe komory dla lęgu kur, oraz przeznaczone do prowadzenia wylęgu strusi.



Aparat **AS-8S** firmy Petersime



Aparat **MOD. 25 - DIGITAL** firmy Masalles

Najważniejszymi czynnikami środowiska lęgu wpływającymi na liczbę i jakość wylęganych piskląt są temperatura i wilgotność względna powietrza w komorach lęgowych. Istotnym czynnikiem jest także ilość powietrza dostarczanego rozwijającym się zarodkom. W zależności od typu ptactwa, dla lęgu których przeznaczone są komory parametry klimatyczne wymagane podczas procesu lęgu mogą się znacznie różnić. Np. w przypadku lęgu gęsi, optymalna temperatura kształtuje się na poziomie 37.8 °C ,a wilgotność względna powietrza ok. 53 %. ,natomiast w komorach przeznaczonych do lęgu strusi temperaturę utrzymują się na podobnym poziomie, ale wymagana wilgotność powietrza powinna być zdecydowanie niższa i wynosić ok. 20%. Stąd też w celu utrzymania wilgotności w pierwszym przypadku tzn. powyżej 50% w komorach jako urządzenia wykonawcze montowane są systemy nawilżające, natomiast w komorach przeznaczonych do lęgu strusi urządzenia osuszające. Nowoczesne układy sterujące pracą komór oprócz precyzyjnej regulacji parametrów klimatycznych wewnątrz komory realizują jeszcze wiele innych dodatkowych funkcji:

- sterowanie układem przechyłu jaj
- pomiar i kontrola zawartości CO₂ w komorze,
- rozpoznawanie i sygnalizowanie stanów alarmowych i awaryjnych
- automatyczne korygowanie wartości zadanych (regulacja programowa)
- zbieranie i archiwizowanie danych z procesu,
- komunikacja z komputerem zewnętrznym,
- specjalizowane algorytmy sterowania urządzeniami wykonawczymi (zachowania na zaniki zasilania, otwarcia drzwi, kontrola czasu pracy sprężarki itp.)
- automatyczne mycie i odkażanie wnętrza komory,

3. PRZEGLĄD OFEROWANYCH DOTYCHCZAS SYSTEMÓW REGULACJI (TC71, SPR,SA74, SA75).

Metrol od kilku lat produkuje systemy i regulatory dla komór lęgowych i klujniowych pod nazwą TC71, SA74, SA75 do komór służących do wylęgu kur, gęsi, kaczek oraz SPR dla komór służących do wylęgu strusi.

Regulator TC71 jest dwukanałowym regulatorem. W jednym kanale odbywa się regulacja temperatury z algorytmem PID polegający na ogrzewaniu powietrza dostarczanego do komory. W drugim kanale odbywa się regulacja wilgotności na poziomie 60% polegająca na nawilżaniu powietrza w komorze poprzez zraszanie. TC71 posiada dwa pola odczytowe na których eksponowana jest temperatura i wilgotność w komorze.

System SA74 jest specjalizowanym systemem przeznaczonym do sterowania zarówno małych komór jak i dużych. Systemy produkowane są jako jedno sekcyjne lub trzy sekcyjne w zależności od wielkości komory. Posiadają następujące funkcje:

- pomiar wartości rzeczywistych temperatury w 1, 2 lub 3 punktach zależnie od wielkości aparatu
- stałowartościową regulację temperatury (grzanie, chłodzenie)
- pomiar wielkości wilgotności powietrza
- stałowartościową regulację wilgotności powietrza (nawilżanie)
- sterowanie procesem przechyłu jaj
- sygnalizację przekroczeń progów alarmowych
- sygnalizację stanów awaryjnych

4. SYSTEM STEROWANIA SA102 (FUNKCJE STERUJĄCE OSUSZACZEM POWIETRZA).

Nowością w ofercie produkcyjnej Metrolu jest system SA102 przeznaczony do sterowania pracą komór lęgowych i klujnikowych. [*Projekt celowy Nr 10T11008 2000C/5238 – System regulacji i sterowania i wizualizacji do inkubatorów wylęgu drobiu*]. System mierzy temperaturę w kilku sekcjach. oraz wilgotność. Na podstawie wartości zmierzonych i zadanych przeprowadzana jest regulacja temperatury i wilgotności.

Ponadto system steruje funkcją przechyłów wózków

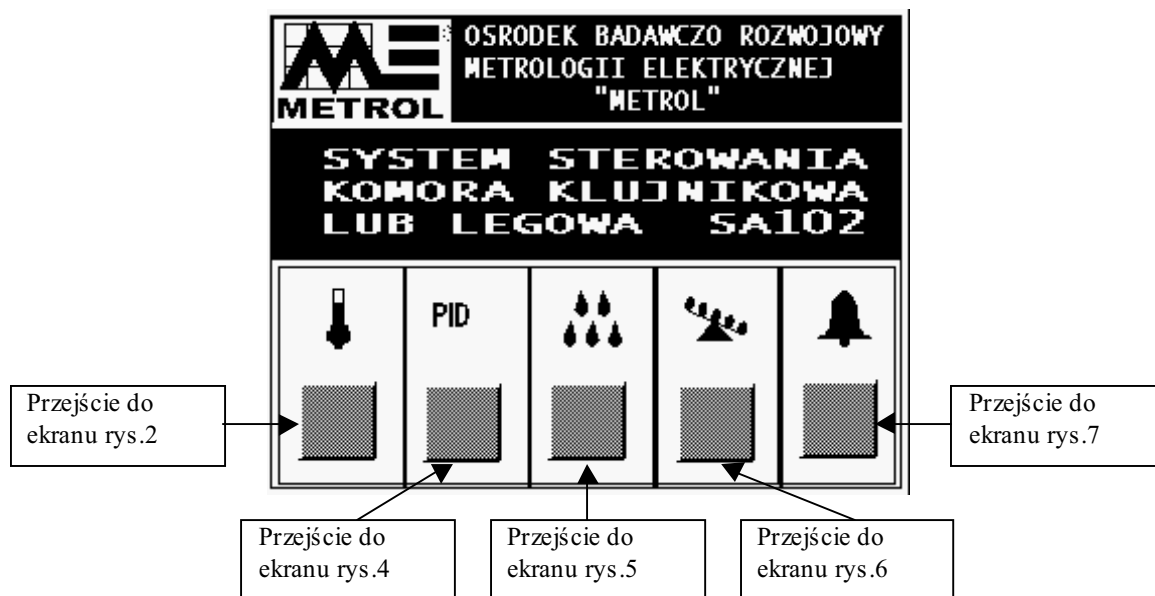
System wyposażony jest w interfejs: szeregowy RS232C do współpracy z konsolą i RS485 do współpracy z komputerem.

Pomiar wilgotności wykonywany jest za pomocą czujników suchy-mokry lub za pomocą zewnętrznego przetwornika wilgotności przetwarzającego wartość pomiaru na sygnał 4...20mA. Przy zastosowaniu systemu w komorach lęgowych dla jaj strusich niezbędne jest zastąpienie czujnika wilgotności suchy-mokry innym przetwornikiem wilgotności ze względu na niską wilgotność ok.. 20% panującą w komorze co powoduje szybkie odparowanie wody służącej do nawilżania czujnika mokrego.

System składa się ze sterownika umieszczonego w obudowie do montażu na szynie i konsoli operatorskiej przystosowanej do montażu tablicowego.

Menu główne

Rys 1 przedstawia ekran eksponowany na konsoli po włączeniu zasilania sterownika. Z tego ekranu po wciśnięciu odpowiednich przycisków można przejść do wybranych elementów wizualizacji .



Rys.1 Menu główne

Pomiar temperatury i wilgotności

Pomiar temperatury w sekcjach odbywa się za pomocą czujników Pt1000 z rozdzielczością 0.01°C.

Wartości temperatur w poszczególnych sekcjach są wyświetlane na ekranie (patrz rys.2). Pomiar wilgotności może być przeprowadzony jedną z dwóch metod

1. Metodą psychrometryczną – wilgotność jest wyznaczana na podstawie pomiarów temperatur czujnika „suchego” i „mokrego”. Jako czujnik suchy jest traktowany czujnik temperatury pierwszej sekcji. Czujnik mokry jest to osobny czujnik który należy umieścić w pobliżu czujnika suchego. Do pomiaru wilgotności metodą psychrometryczną zaleca się stosowanie sondy pomiarowej produkowanej przez METROL zawierającej czujnik suchy i mokry – z samoczynnym nawilżaniem czujnika.
2. Z wykorzystaniem zewnętrznego przetwornika wilgotności z wyjściem prądowym.

TEMPER. [°C]	I	II	III
ZADANA	12.34	12.34	12.34
MIERZONA	12.34	12.34	12.34
WILGOT. [RH]	I, II, III	USTAWIANIE WART. ZAD.	
ZADANA	12.3	WIZUAL.	
MIERZONA	12.3	POWROT	

Rys.2 Ekran ekspozycji wartości mierzonych i zadanych

Regulacja temperatury i wilgotności

Ustawianie wartości zadanych temperatury i wilgotności jest możliwe po wejściu na ekran przedstawiony na rys.3

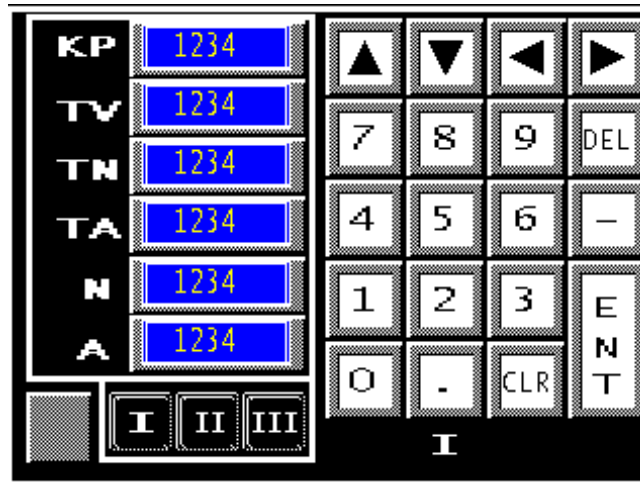


Rys. 3 Ekran do ustawiania wartości zadanych

Regulacja temperatury odbywa się poprzez sterowanie mocą dostarczaną do urządzeń grzewczych i chłodzących. Sposób sterowania opiera się na algorytmie PID, realizowanym niezależnie dla każdej z trzech sekcji. Do osiągnięcia dobrej jakości regulacji niezbędne jest prawidłowe ustawienie parametrów regulacji. Poniżej przedstawiono krótki opis parametrów i wygląd ekranu ustawiania.

Każdy kanał regulatora **PID** posiada 7 parametrów a mianowicie:

- KP** - wzmocnienie proporcjonalne, liczba z zakresu $\langle 1; 255 \rangle$, co odpowiada wzmocnieniu regulatora $\langle 0.1; 25.5 \rangle$. Wartość równa 0 jest interpretowana jako wartość minimalna, tj. 1, co odpowiada wzmocnieniu 0.1.
 - TV** - stała różniczkowania, liczba z zakresu $\langle 0; 65535 \rangle$, co odpowiada stałej różniczkowania $\langle 0; 65535 \rangle$ sek.
 - TN** - stała całkowania; liczba z zakresu $\langle 1; 65535 \rangle$, co odpowiada stałej całkowania $\langle 1, 65535 \rangle$ sek. Zadeklarowanie wartości równej 0 jest interpretowana jako wyłączenie akcji całkującej regulatora
 - TA** - czas próbkowania; liczba z zakresu $\langle 1; 255 \rangle$, co odpowiada czasowi próbkowania $\langle 1; 255 \rangle$ sek. Wartość równa 0 jest interpretowana jako wartość minimalna, tj. 1 sek.
 - N** - strefa nieczułości wejściowej algorytmu; liczba z zakresu $\langle 0; 255 \rangle$ odniesiona do maksymalnej wartości zakresu zmienności **W** i **X**, tj. w jednostkach $[N/4096 \cdot 100\%]$
 - A** – współczynnik względnego wzmocnienia toru grzania obiektu, , liczba z zakresu $\langle 0; 255 \rangle$, wartość **A = 0** jest interpretowana jako wyłączenie toru chłodzenia tzn. wykorzystywanie regulatora jako regulatora typu grzanie-stygnięcie, wartość **A = 255** jest interpretowana jako wyłączenie toru grzania tzn. wykorzystywanie regulatora jako regulatora typu chłodzenie-stygnięcie, wartość $0 < A < 255$ oznacza że regulator będzie wykorzystywany jako regulator typu grzanie-chłodzenie, przy czym jeśli:
 - Ur < 16*A** to regulator chłodzi obiekt (Ur=0 spowoduje maksymalne chłodzenie)
 - Ur > 16*A** to regulator ogrzewa obiekt (Ur=255 spowoduje maksymalne grzanie)
 - Ur = 16*A** to obiekt stygnie
- Ur** to wartość sterująca wyrażona w skali 0 ... 4095



Rys.4 Ekran do ustawiania parametrów regulacji temperatury

Regulacja wilgotności odbywa się za pomocą sterowania urządzeniem nawilżającym lub za pomocą sterowania osuszaczem. System wyposażono w algorytmy sterowania osuszaczem jest to niezbędne dla prawidłowej pracy osuszacza. Budowa i działanie osuszacza podobne jest do urządzenia chłodzącego. Sterowanie takim urządzeniem polega na załączaniu go na określony minimalny czas oraz w przypadku dłuższej pracy wyłączenie go w celu odszronienia.

Sposób regulacji opiera się na algorytmie załącz/wyłącz z histerezą. Ustawianie histerezy odbywa się na ekranie przedstawionym na rys.5.



Rys 5. Ekran do ustawiania parametrów regulacji wilgotności

Sterowanie przechylami wózków

Sterownik jest wyposażony w wyjście binarne służące do sterowania napędem przechylania wózków. Wyjście to zmienia swój stan co okres ustalony przez użytkownika parametrem „CZAS PRZECHYŁÓW”. Parametr ten można ustawić na ekranie przedstawionym na rys.6. Na ekranie są przedstawione ponadto wartość licznika

przechylów i aktualna pozycja wyjścia. Umieszczony jest tam także przycisk do zerowania licznika przechylów.

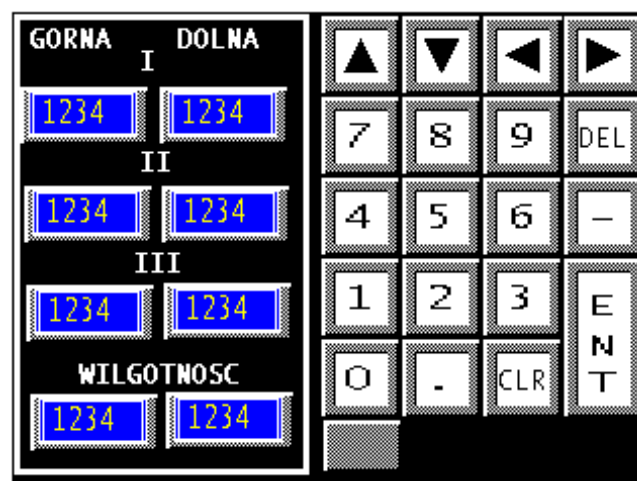


Rys.6 Ekran do sterowania przechylami

Sygnalizacja stanów alarmowych

Stany alarmowe są sygnalizowane załączeniem wyjścia binarnego oznaczonego na schemacie podłączeń jako „ALARM”. Możliwe przyczyny alarmów to :

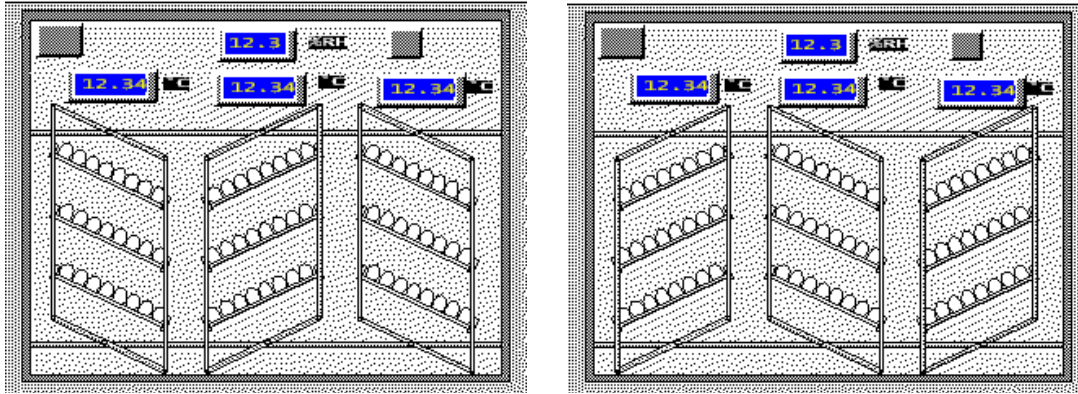
- sygnał z czujnika poza zakresem pomiarowym (np. uszkodzenie czujnika)
 - wartość mierzona temperatury lub wilgotności nie mieści się w ustawionych granicach
- Granice alarmowe są ustawiane na ekranie przedstawionym na rys.7



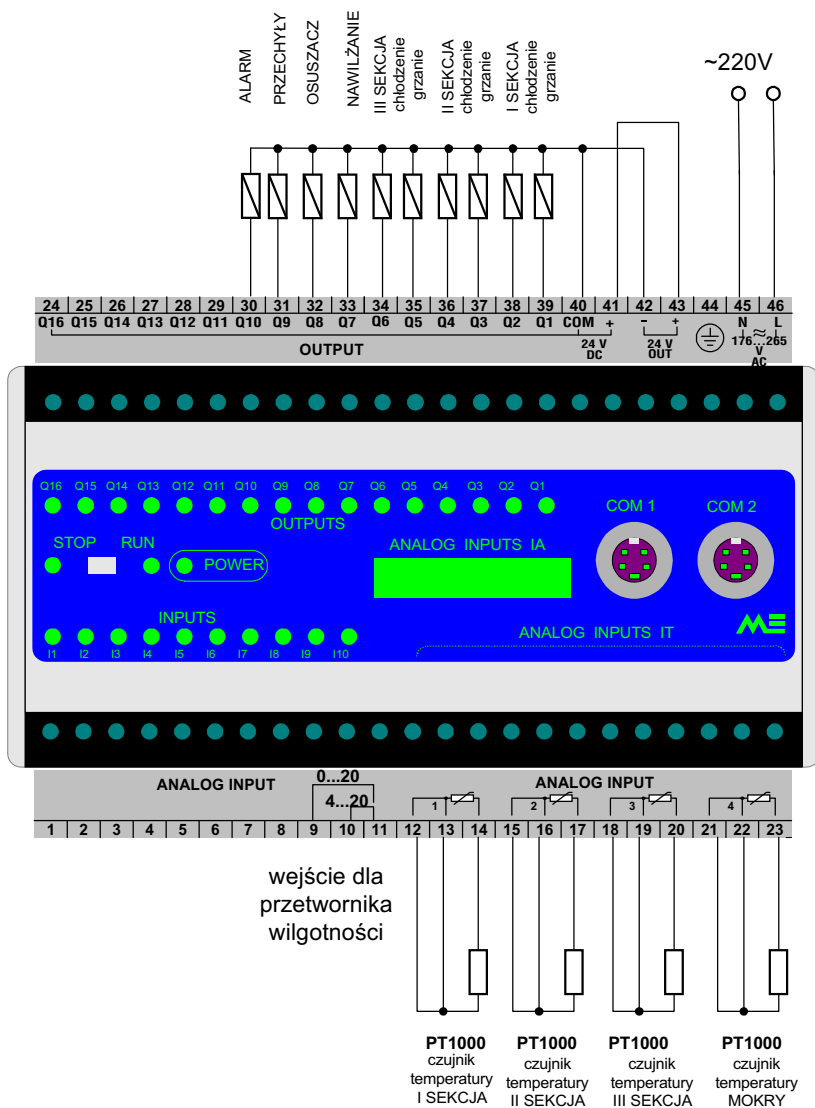
Rys.7 Ekran do ustawiania granic alarmowych

Wizualizacja stanu sterownika

Oprócz przedstawionych powyżej ekranów można wybrać ekran wizualizujący ogólny stan komory (wartości pomiarowe i stan przechyłu). Ekran taki przedstawiono na rys.8.



Rys.8 Ekrany do wizualizacji pozycji jaj.



Rys.9 Schemat połączeń sterownika

5. WIZUALIZACJA ORAZ STEROWANIE PARAMETRAMI PRZY POMOCY CENTRALNEGO KOMPUTERA PC.

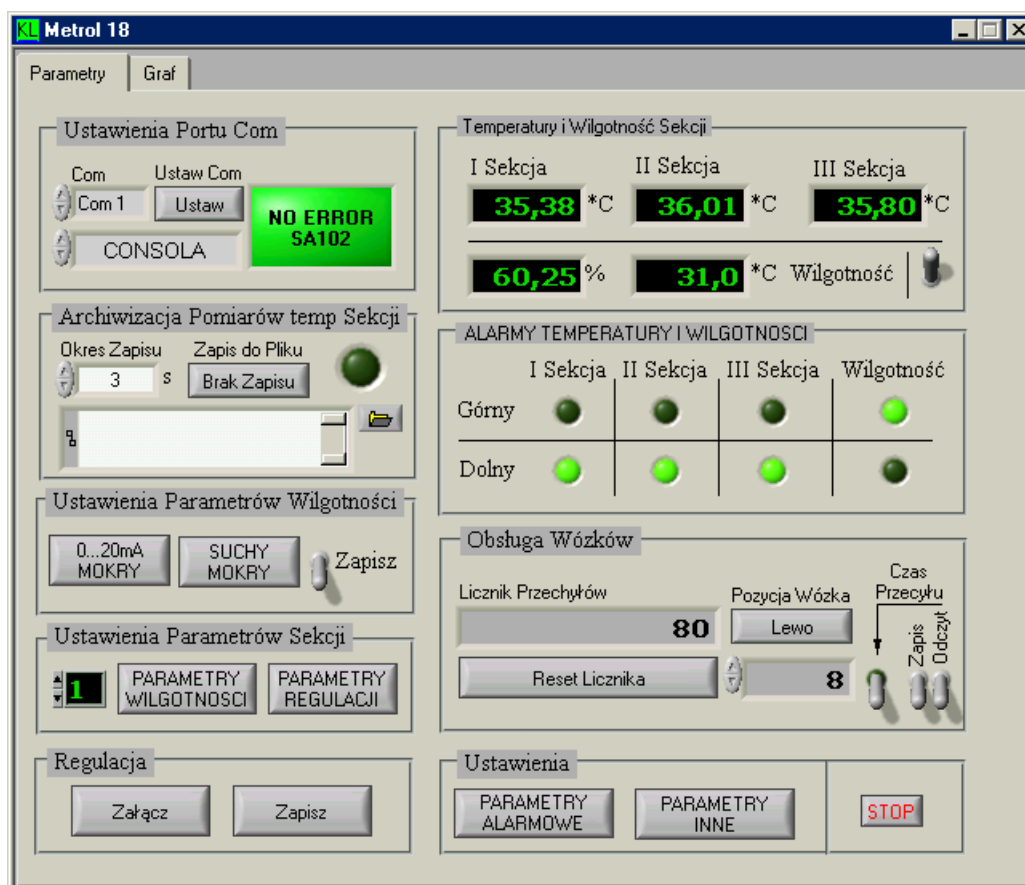
Oprogramowanie Metrol 18

Do współpracy z systemami nadzoru wylęgu opracowano oprogramowanie, którego celem jest możliwość zdalnego kontrolowania parametrów inkubacji, wizualizacja i archiwizacja parametrów mierzonych w komorach.

Panel główny

Na panelu głównym (Rys10) przedstawiono najistotniejsze informacje procesu. Sam panel podzielony został tematycznie i tak można wyróżnić:

- ustawienia portu,
- ustawienia parametrów wilgotności,
- ustawienia parametrów sekcji,
- ustawienia parametrów archiwizacji danych,
- ustawienia parametrów alarmowych, regulacji,
- informacje o aktualnych wartościach temperatur i wilgotności w poszczególnych sekcjach,
- informacje o stanach alarmowych,
- informacje o przechyłach wózków.



Rys10 Panel główny programu

Elementy konfiguracji portów komunikacyjnych, czy konfiguracji parametrów pracy są typowymi elementami dla tego typu systemów. W momencie uaktywnienia któregoś z

parametrów dane czytane są z plików konfiguracyjnych (dla ustawień portów) bądź to ze sterownika celem przedstawienia aktualnych nastaw.

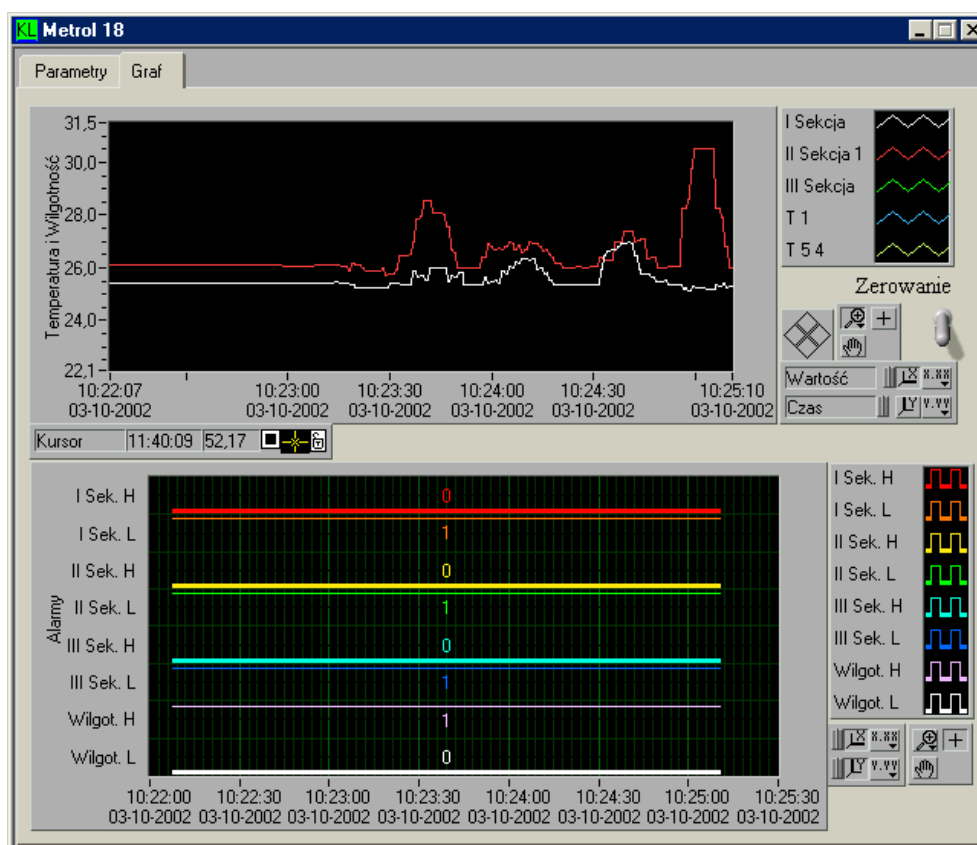
Możliwe jest zapisywanie parametrów mierzonych i stanów alarmowych do pliku. Pozwala to zobrazować przebieg procesu wylęgu w dowolnym czasie od momentu rozpoczęcia rejestracji do chwili obecnej. Jednocześnie możliwe jest przeglądanie zarejestrowanych procesów które zostały zakończone.

Wizualizacja wartości zmierzonych temperatur, wilgotności, czy stanów alarmowych pozwala na szybką orientację stan procesu. Natomiast zgrupowanie parametrów pozwala szybko odszukać interesujący nas parametr.

Graficzna reprezentacja danych

W celu zobrazowania przebiegu procesu program posiada informacje graficzne o wartościach temperatur, wilgotności i stanach alarmowych. Informacje te przedstawione są w sposób graficzny za pomocą wykresów z uwzględnieniem podstawy czasu pomiaru. W oparciu o narzędzia możliwe jest sprawdzenie dokładnie wartości poszczególnego parametru w danej chwili.

W odróżnieniu od danych o przebiegu zawartych w plikach, układ graficzny udostępnia dane z niewielkiego przedziału czasowego, natomiast dostęp do danych jest znacznie prostszy.



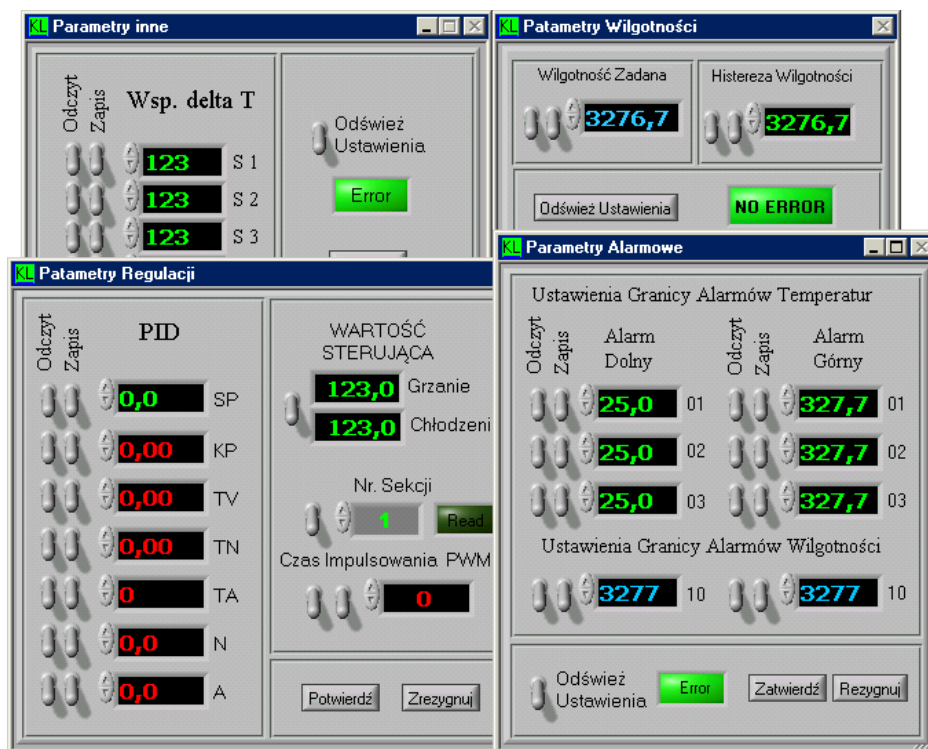
Rys11 Panel graficzny

Ustawienia parametrów procesu

Ze względów bezpieczeństwa układ sterowania jest układem autonomicznym, nie wymagającym ciągłej współpracy z komputerem. Oprogramowanie ma na celu

współpracować ze sterownikiem SA74 więc konieczne jest pobieranie parametrów pracy ze sterownika, a następnie wpisanie do niego nowych parametrów.

Oprogramowanie Metrol 18 pozwala wprowadzić niemal dowolny parametr (poza parametrami związanymi ściśle z poprawnością pracy systemu), co umożliwia zdalne sterowanie procesem.



Rys12 Parametry pracy systemu

6. PRZYSZŁE ROZWIĄZANIA

W przyszłych rozwiązaniach systemu sterowania SA102 planowane jest wyposażenie sterownika komór w funkcje pomiaru dwutlenku węgla (CO₂), a także w następnym etapie wyposażenie sterownika w możliwość pomiaru temperatury zarodków. Uwzględnienie tych parametrów w algorytmach regulacji z pewnością wpłynie na polepszenie jakości inkubacji.

W oparciu o istniejące rozwiązania planowane są systemy wielokomorowe bazujące na zespołach sterowników połączonych w sieci komunikacji przemysłowej, bądź wymieniające dane w sieci internetowej. Takie rozwiązania mogły by być nadzorowane zdalnie bez konieczności obsługi programowej na miejscu. Przepływ danych zarówno do jak i ze sterowników odbywałby się z wykorzystaniem sieci internetowej z jednego miejsca. Jednocześnie dane z przebiegu procesów gromadzone byłyby na tym samym komputerze pełniącym jednocześnie funkcje serwera. Każdy użytkownik sieci miałby dostęp do danych mogąc generować raporty odpowiednie dla jego potrzeb.

LITERATURA

- [1] Dr inż. Jakub Badowski: Lęgi piskląt gęsih Polskie Drobiarstwo 4/2001 Poznań.
- [2] Dr inż. Ron Meijerhof: Temperatura zarodka – nowy parametr w zakładzie wylęgowym? Polskie Drobiarstwo 11/2001 Poznań.
- [1] Andrzej Kozłowski: Nowe konstrukcje inkubatorów – nowa technologia lęgów. Polskie Drobiarstwo 9/2001 Poznań.
- [3] E.Kędzierski, J.Szumski, G.Walkowiak: Dokumentacja konstrukcyjna SA102.