Mgr inż. Sławomir Szymocha
POLITECHNIKA OPOLSKA,
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI I INFORMATYK

System zarządzania szklarnią, oparty na sterowniku PLC z kontrolą przezroczystości przeszklenia

Streszczenie: *W artykule przedstawiono testową instalację zarządzania obiektem szklarniowym. Jako jednostkę sterującą wybrano sterownik PLC zarządzający procesami podlewania, zraszania, przewietrzania wentylacji oraz przepuszczalności świetlnej szkła z folią PDLC. Jako dodatkowe funkcje rozbudowujące układ dodano zdalny rozruch agregatu prądotwórczego, pełniącego rolę zapasowego źródła zasilania. Zdywersyfikowano również źródło nawadniania. Priorytet uzyskał zbiornik wody deszczowej. Dopiero po jego wyczerpaniu sterownik dokonuje przełączenia na wodę miejską. Regulacja nasłonecznienia szklarni realizowana jest za pomocą folii PDLC. Ma na celu możliwość sterowania ilością energii słonecznej wpadającej do szklarni. Dzięki temu zabiegowi możliwe jest sterowanie procesem wzrostu roślin. Eliminuje to również klasyczny system cieniujący oparty na systemach przesłon i żaluzji.*

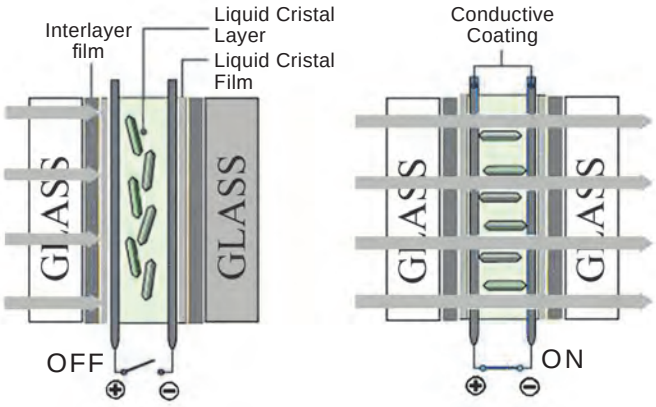
Glasshouse management system based on a PLC controller with glass transparency control

Summary: *In this article, a test installation of glasshouse management system has been presented. A PLC controller has been chosen as a control unit, which manages the processes of watering, sprinkling, ventilation and the transparency of glass with a PDLC film. The system has been enhanced with additional features - remote start power generator, which is an additional power supply. The watering source has also been diversified. Stormwater tank has gained a priority status. After its depletion, the controller switches to municipal water. Sunlight level adjustments are available thanks to the PDLC film. It's aim is to enable the control of the amount of sunlight falling through the glasshouse. This is why it is possible to control the process of plant development. It also eliminates the traditional shading system, based on shutters and blinds.*

WPROWADZENIE

Wraz ze spadkiem cen stosowania nowych technologii znajdują one coraz szersze zastosowanie w różnych dziedzinach przemysłu i życia codziennego. Podstawowym celem wdrażania nowych technologii jest rozwiazywanie istniejących problemów lub ulepszanie już istniejących rozwiązań. Nowe materiały zaliczające się do grupy „Smart material" pod wpływem czynników zewnętrznych potrafią zmieniać swoje właściwości fizyczne, stan skupienia, przewodność czy też kształt. W realizowanej pracy zaproponowano zastosowanie technologii „Smart window" jako alternatywy dla konwencjonalnych technik zacieniania w przemyśle szklarniowym. Po analizie danych literaturowych jako najbardziej odpowiednią wersję tej technologii uznano folie PDLC (rys. 1).

Technologia ta polega na umieszczeniu ciekłych kryształów w postaci żelu między dwoma foliami z tworzywa sztucznego. Kryształy w stanie spoczynku rozpraszają światło, przez co folia pozostaje nieprzezroczysta. Po podaniu napięcia o odpowiedniej wartości kryształy zaczynaj się polaryzować prostopadle do powierzchni foli. Wraz ze wzrostem napięcia zwiększa się przepuszczalność świetlana foli. Proces polaryzacji ciekłych kryształów nie jest liniowy. Z tego względu, w celu uzyskania przepuszczalności o zadanym poziomie, konieczne jest monitorowanie nasłonecznienia. Płynna regulacja mocy świetlnej dostarczanej do roślin ma swoje znaczenie między innymi w uprawach eksperymentalnych, szklarniowych. Zasymulowanie zmniejszonego nasłonecznienia jest możliwe tylko przy użyciu lamp kwarcowych. Zmniejszenie przepuszczalności świetlnej może pozwolić badaczom na obserwację zachowania roślin przy dynamicznej zmianie nasłonecznia, czy też długotrwałym nasłonecznianiu o ustalonej wartości średniej. Zmniejszenie ilości energii słonecznej wpadającej do obiektu szklarniowego pozwala na zmniejszenie energochłonności pod względem cieplnym. Zacienianie wybranych sekcji szklarni pozwala zmniejszyć ilość ciepła wpadającą do obiektu oraz regulować jego warunkami cieplnymi.



Rys. 1. Folia PDLC – zasada działania [1]

ISTNIEJĄCE ROZWIĄZANIA

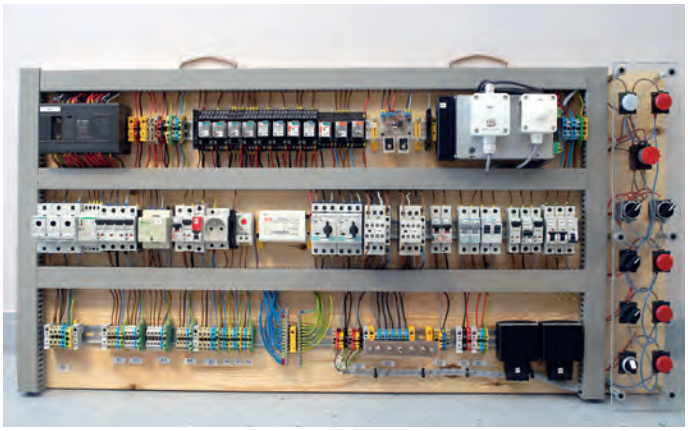
Autor w swoim studium literatury nie spotkał się z rozwiązaniem łączącym przeszklenia z folią PDLC w zastosowaniach upraw szklarniowych. Folie tego typu stosuje się w rozwiązaniach związanych z prywatnością, zacienia się gabinety ze szklanymi ścianami, szklane drzwi oraz szyby samochodu. Dość spektakularnym zastosowaniem jest wyświetlanie na niej obrazów reklamowych na szklanych fasadach. Folia stosowana jest również do zaciemniania pomieszczeń. W zastosowaniach kontroli klimatu większą popularnością cieszy się szkło elektrochromatyczne.

Układy sterowania szklarnią oparte są na różnych jednostkach centralnych. Najczęściej są to sterowniki dedykowane oparte na różnego typu mikrokontrolerach, np. z rodziny AVR, ARM. Układy oparte na sterowniach programowalnych PLC oraz komputerach przemysłowych spotykane są w profesjonalnych rozwiązaniach, gdzie konieczne są wyspecjalizowane układy sterowania wielopoziomowego. Sterowniki PLC łączy się magistralą komunikacyjną, np. RS485.

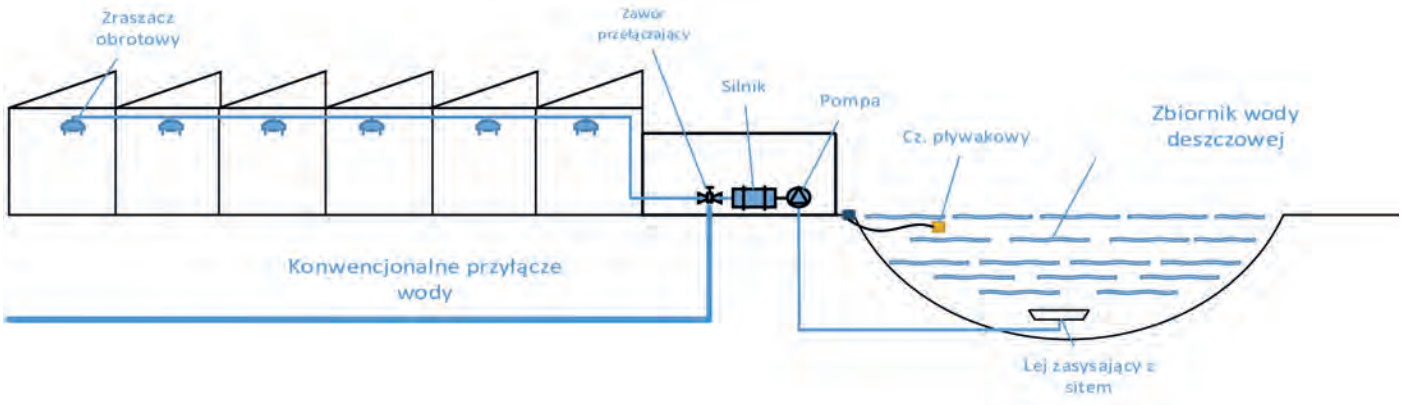
Jednostki sterujące mają zapewnić optymalne warunki wzrostu roślin. Kontrolowany jest poziom CO_2, nawodnienie, temperatura, wilgotność oraz dawki środków ochrony roślin i nasłonecznienie. Przy zbyt dużym nasłonecznieniu niektóre gatunki roślin mogą ulec uszkodzeniu bądź słabiej się rozwijać. Efekt ten niwelowany jest najczęściej przez kurtyny cieniujące. Zmniejszają one ilość światła wpadającego do szklarni. Wielkość oczek różnicuje ilość światła przepuszczanego. System rozwijany oraz zwijany jest dzięki skomplikowanemu systemowi linek napinających oraz prowadzących. Linki zwijane są na kołowrotki bądź nawijane na rury, dzięki czemu materiał zsuwa się sekcjami.

PROPONOWANE ROZWIĄZANIE

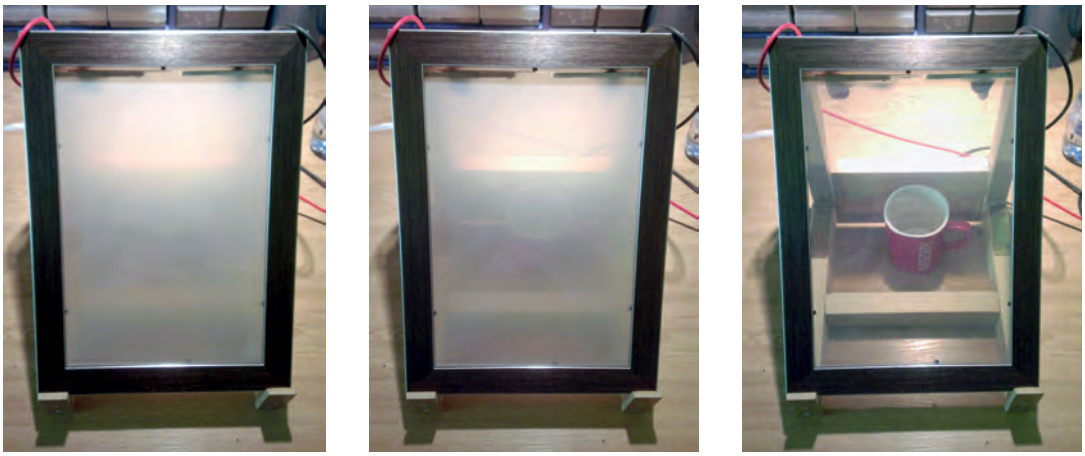
Układ zarządzania zaproponowany przez autora oparto na sterowniku PLC firmy *Fanuc* (rys. 2). Sterownik umożliwia zarówno automatyczną pracę systemu, jak i sterowanie ręczne wybranymi elementami, tj. podlewaniem, przewietrzaniem, otwieraniem wywietrzników dachowych oraz awaryjnym zatrzymaniem.



Rys. 2. Widok układu testowego



Rys. 3. Widok układu nawadniania



Rys 4. Fazy zmiany przezroczystości próbki szkła

Instalację testową zabezpieczono przed zanikami zasilania poprzez montaż zasilacza modułowego z podtrzymaniem bateryjnym. Dodatkowo, przy dłuższym braku zasilania konwencjonalnego, powyżej 10 min. sterownik dokona rozłączenia konwencjonalnej sieci zasilającej oraz przełączenia na źródło zasilania awaryjnego, tj. agregat prądotwórczy, który następnie zostanie zdalnie uruchomiony. Po przywróceniu zasilania sterownik wyłączy agregat i przełączy się na sieć konwencjonalną. Obiekt szklarniowy, do jakiego zaprojektowano układ sterowania, posiada zbiornik wody deszczowej oraz przyłącze wody miejskiej lub studni głębinowej. W celu ograniczenia kosztów uprawy jako priorytetowe źródło wody wybrano zbiornik wody deszczowej. Układ nawadniający będzie korzystał ze zbiornika aż do jego opróżnienia. Zasygnalizuje to czujnik pływakowy. Następnie sterownik przełączy zawór na źródło wody miejskiej lub studnię głębinową (rys. 3).

W zaproponowanym rozwiązaniu zrezygnowano całkowicie z konwencjonalnego układu cieniującego na rzecz zacieniania folią PDLC. Układ testowy do badania folii składał się z pojedynczej tafli szkła o grubości 8 mm o wymiarach 210x297 mm z naklejoną folią. Rolę złącz doprowadzających napięcie do szkła pełniły miedziane tasiemki. Folia została zasilona przetwornicą napięcia o regulowanej wartości. Przetwornica sterowana była z wyjścia analogowego sterownika PLC. Sterownik działał w oparciu o sygnały z czujnika nasłonecznienia znajdującego się za szkłem. Zmierzona wartość nasłonecznienia była uśredniana oraz przetwarzana na napięcie wyjściowe proporcjonalne do wyniku pomiaru.

Jeżeli wynik pomiaru nie był zgodny następowała korekcja w celu rozjaśnienia. Sterownik podawał wyższe napięcie na wyjście analogowe bądź niższe w celu przyciemnienia. Napięcie z wyjścia analogowego podawane było na wejście przetwornicy, w której następowała zmiana napięcia wyjściowego proporcjonalna do otrzymanego sygnału. Okres próbkowania został ustalony na 1 minutę, natomiast tolerancja na +/-20%. Miało to zapobiec zbyt częstym zmianom w celu ograniczenia energochłonności układu. Ogrzewanie szklarni sterowane jest również za pomocą sterownika PLC, który komunikuje się z centralką pieca grzewczego w celu korekcji nastaw. Do pomiaru temperatury zastosowano czujnik HFTM-U wraz z sondą PT-1000. Układ został dodatkowo zabezpieczony przed ewentualnymi błędami monterów, związanymi ze zmianą kolejności faz, co mogłoby uszkodzić układy mechaniczne napędzane przez silnik trójfazowy. Ochronę przed tym zrealizowano stosując scalony czujnik kolejności faz. Jeśli nastąpi błąd w podłączeniu, to nie zostanie przełączony główny przekaźnik zasilania.

PODSUMOWANIE

W pracy zaproponowano koncepcję układu sterowania szklarnią z zastosowaniem materiału „inteligentnego" w celu rozwiązania problemu związanego z automatyzacją pracy układów cieniujących i ograniczeniem ich awaryjności. Wprowadzono mechanizm umożliwiający płynne dostosowania nasłonecznienia do różnych upraw. Zaprojektowany układ sterowania spełnia typowe kryteria stawiane układom obecnym na runku [2].

LITERATURA

[1] Dr Wael Salah El din Bahlol, *Smart Glass and Its Benefits on Energy Cinsumption in buildings*, Chinese-Egyptian Research Journal.

[2] Szymocha S., *Projekt i realizacja autonomicznego systemu zarządzania szklarnią, opartego na sterowniku PLC*, Praca magisterska, Politechnika Opolska 2015.