

Praca nr 7

Zastosowanie sterownika programowalnego PLC do obsługi samochodowej myjni automatycznej

W pracy przedstawiono proces projektowania modelu automatycznej myjni samochodowej, której układ sterowania oparty został na zastosowaniu sterownika programowalnego PLC, który współpracuje z panelem operatorskim HMI. Tworzony model ma na celu odwzorowanie pracy obiektów rzeczywistych i na jego podstawie, w sposób uproszczony przedstawiona zostaje zasada działania myjni pełnowymiarowych. Praca stanowi dokumentację działań podjętych w trakcie projektowania, budowy i programowania modelu myjni automatycznej. W początkowej części pracy przedstawiona została tematyka pracy, uzasadniony jest jej wybór, określony cel podjętych działań. Opisane są narzędzia i programy użyte podczas projektowania, wstępnie nakreślone zostały założenia projektowe i proces przenoszenia projektu do świata rzeczywistego. Następnie analizie poddana została literatura, wykorzystana podczas rozwiązywania problemu inżynierskiego, na podstawie której zaprezentowane zostały podstawowe zagadnienia związane ze sterownikami PLC.

Część literaturowa skupia się w głównej mierze na opisanu kluczowych elementów układu sterującego, co w późniejszej części pracy pozwoli na łatwiejsze zrozumienie zasad działania i zachodzących zależności pomiędzy poszczególnymi elementami wchodzącymi w skład przedstawianego modelu. Omówiono także języki programowania sterowników programowalnych. Na końcu części analizy literaturowej, przedstawione czytelnikowi zostają podjęte decyzje związane z rozwiązywaniem rozpatrywanego zagadnienia technicznego i uzasadniony został wybór języka drabinkowego w celu napisania programu sterującego pracą myjni. Główna część pracy zawiera opis działań podjętych podczas projektowania modelu myjni automatycznej, opisuje napotymane problemy techniczne w trakcie projektowania, prototypowania i budowania modelu oraz wyjaśnia zastosowanie konkretnych rozwiązań konstrukcyjnych w celu ich eliminacji. Opisane zostają wybrane zagadnienia konstrukcyjne modelu myjni automatycznej. Omówiona zostaje konstrukcja obudowy myjni. W celu lepszego zrozumienia przez czytelnika zasad działania systemu sterowania wyjaśnione zostają zależności pomiędzy współpracującymi elementami i czujnikami. Następnie omówiona zostaje część elektryczna wchodząca w skład układu sterowania modelem. Opisane w niej zostają

najważniejsze obwody elektryczne. Następnie szczegółowo wypisane zostają główne założenia programu sterującego. Przedstawiony i omówiony zostaje algorytm procesu sterowania napisany w języku *Grafcet*. Na podstawie przedstawionego algorytmu opisany zostaje napisany program sterujący. Praca kończy się podsumowaniem podjętych działań i analizuje ich efekt, porównując przedstawione rozwiązania z tymi, stosowanymi w świecie rzeczywistym. W zwięzłej formie odnosi się do realizacji początkowych założeń.

Celem pracy dyplomowej jest przedstawienie zastosowania sterownika PLC do obsługi automatycznej myjni samochodowej na podstawie stworzonego modelu funkcjonalnego.

Wstępny zarys projektu i podstawowe założenia odnośnie konstrukcji, powstały na podstawie obserwacji pracy różnych typów pełnowymiarowych myjni samochodowych. Wybór padł na konstrukcję opartą o ruchomą dyszę myjącą wykonującą ruchy wokół zaparkowanego wewnątrz pojazdu, co wymusiło stworzenie konstrukcji opierającej się na dwóch suwakach. Pierwszy suwak zapewnia przesuw dyszy wzdłuż zaparkowanego samochodu, drugi – poruszający się w poprzek myjni – zamontowany jest na suwaku wzdłużnym i spełnia dwa następujące zadania: przesuw poprzeczny dyszy oraz jej obrót, dzięki zastosowaniu silnika elektrycznego.

Prace projektowe prowadzone były przy użyciu komputerowego programu służącego do modelowania 3D – *AutoDesk Inventor 2021*. Założeniem konstrukcyjnym było stworzenie myjni nieprzejezdnej, w której proces mycia samochodu odbywa się bez jego przemieszczenia, co wymusiło stworzenie konstrukcji opierającej się o dwa suwaki, na których zamocowana została dysza myjąca. Suwaki napędzane są za pomocą silników krokowych i systemu pasków klinowych. Pierwszy z suwaków porusza się wzdłuż myjni i zaparkowanego w niej samochodu, drugi suwak spełnia dwa zadania: posuw poprzeczny dyszy myjącej i jej obrót realizowany przy użyciu silnika elektrycznego i przekładni pasowej. Wprowadzane rozwiązania konstrukcyjne były stopniowo testowane w świecie rzeczywistym, budując indywidualne współpracujące mechanizmy, na przykład współpraca wałków liniowych prowadzących i łożysk, testowanie napędów suwaków. Znaczna część elementów konstrukcyjnych wykonana została przy pomocy drukarki 3D, po wcześniejszym ich zamodelowaniu w środowisku CAD. Materiałem wykorzystywanym do drukowania części konstrukcyjnych było tworzywo PLA, który został zastosowany ze względu na jego łatwą obróbkę i dokładność wydruku, co było bardzo istotnym aspektem w trakcie procesu prototypowania. Praca dyplomowa zawiera w sobie również elementy prac powiązanych z wykonywaniem rysunków wykonawczych poszczególnych części. W sposób zwięzły zostały one również opisane. Zaprojektowany model

przeniesiony został do świata rzeczywistego i wcześniej testowane rozwiązania były w nim zamontowane, po czym wprowadzone zostały ostateczne poprawki wynikające z wynikających problemów lub nowych pomysłów. Po ukończeniu modelu funkcjonalnego, umieszczone zostały czujniki, silniki oraz instalacja układu natryskowego. Prace powiązane z częścią elektryczno–elektroniczną z zakresu doboru czujników i tworzenia połączeń elektrycznych oparte były głównie na analizie literatury tematycznej. Rozwinięte zostały jednak o zastosowanie silników krokowych jako napędów suwaków. Podyktowane było to możliwością dokładnego wysterowania pracy myjni bez konieczności użycia dużej liczby czujników. Po określeniu liczby i rodzaju części elektrycznych koniecznych do poprawnego funkcjonowania myjni, stworzeni zostali schematy połączeń elektrycznych prądowych i sygnałowych.

Na podstawie dokonanych obserwacji, stworzono algorytm procesu sterowania modelem, wykorzystując do tego metodę *Grafcet* bazującą na podziale sterowania sekwencyjnego na poszczególne kroki, towarzyszące im akcje i warunki przejść. Po przyjęciu założeń programowych został napisany program sterujący myjnią, który na bieżąco był kontrolowany poprzez wprowadzanie go do sterownika i wymuszanie pracy danych elementów myjni.

Podsumowanie

Wykonywany projekt inżynierski był pracą bardzo złożoną i wymagającą, która pozwoliła na rozwinięcie umiejętności w wielu dziedzinach techniki. Proces projektowania wymagał stworzenia ogólnej wizji modelu, na której oparte zostały konkretne podzespoły, jakie stworzyć miały działającą maszynę. Dodatkowym czynnikiem utrudniającym projektowanie były stosunkowo małe wymiary poszczególnych części modelu co utrudniało obróbkę części oraz ich dokładne wykonanie. Stworzonych zostało wiele modeli złożań autorskich części. Proces prototypowania wiązał się z nieustannym poprawianiem istniejących części lub, bardzo często, tworzeniem nowych o innych kształtach i wymiarach, aż do uzyskania zamierzonego efektu. Na tym etapie projektu bardzo przydatnym urządzeniem okazała się drukarka 3D, dzięki której w stosunkowo krótkim czasie możliwe jest tworzenie zupełnie nowych lub poprawionych części modelu. Wiązało się to z ciągłą pracą w programie *AutoDesk Inventor* oraz programie *Ultimaker Cura*, dzięki którym tworzone były modele trójwymiarowe.

Niektóre z elementów, niemożliwe do wykonania samodzielnie z wymaganą dokładnością, takie jak suwak poprzeczny, wzdluzny czy cała obudowa, przekazane zostały do wykonania firmom zewnętrznym, co wiązało się z wykonaniem odpowiednich rysunków wykonawczych, na podstawie których zostały one wykonane. Następnym aspektem

poruszonym w realizowanej pracy były zagadnienia związane z elektryką i automatyką. Do obsługi modelu została stworzona szafa sterownicza, wiązki elektryczne i schematy połączeń elektrycznych prądowych i sygnałowych. W celu stworzenia schematów elektrycznych wykorzystano program *PcSchematic*.

Na podstawie obserwacji pracy obiektów rzeczywistych, ustalone zostały wstępne założenia programowe, na których podstawie napisany został program sterujący, w celu jego łatwego zrozumienia posłużono się graficznym przedstawieniem algorytmu sterowania procesem mycia pojazdu w języku *Grafcet*.

Stworzony model posiada pewne ograniczenia, a niektóre rozwiązania odbiegają od tych, powszechnie stosowanych w rzeczywistości. Powiązane jest to głównie z niewielkimi gabarytami i trudnością z umieszczeniem dodatkowych czujników, jednak w bardzo dużym stopniu odzwierciedla zasady działania obiektów rzeczywistych i unaocznia wszechstronność powszechnie stosowanych sterowników logicznych PLC, które w dzisiejszych czasach są nieodzownym elementem przemysłu. Model stanowić może również bardzo dobre narzędzie do nauki programowania sterowników PLC, zarówno dla osób początkujących jak i tych bardziej zaawansowanych. Jak zaznaczono, projekt będzie w dalszym ciągu rozwijany i udoskonalany w celu poszerzania umiejętności powiązanych nie tylko zagadnieniami mechanicznymi, ale również z automatyką przemysłową oraz programowaniem.