

dr inż. Andrzej Syrczyński,  
mgr inż. Jacek Dunaj,  
mgr inż. Andrzej Szawłowski,  
mgr inż. Zbigniew Wawerek  
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów

## **Zintegrowane systemy wizyjnej kontroli wytwarzania- realizacja w zakładach Faurecia Fotele Samochodowe**

*Przedstawiono rozwiązanie wielokamerowego, wieloprocessorowego stanowiska kontroli wizyjnej do końcowego sprawdzania foteli samochodowych, opracowanego w PIAP dla zakładów Faurecia. Zwrócono uwagę na proces tworzenia koncepcji i sposoby rozwiązywania problemów.*

### **Integrated inspection vision systems for manufacturing quality control Their application in Faurecia Automotive Seating factory**

*The multi-camera and multi-processor inspection vision stand for car seats final quality control is presented. The stand has been prepared in PIAP for Faurecia factory. In the paper the main attention is paid to form the operation idea and to solve the realization problems.*

#### **1. WIZYJNE TECHNIKI KONTROLI WYTWARZANIA**

W przemyśle coraz powszechniej są wprowadzane systemy zapewnienia jakości wytwarzania. Z reguły wymagają one przeprowadzania końcowej kontroli każdej sztuki wyrobu, czy detalu, a często także 100% kontroli międzyoperacyjnej. Ponadto wymagają udokumentowania faktu przeprowadzania kontroli oraz zarejestrowania jej wyników. Te wymagania wiążą się z wprowadzaniem zwrotnych oddziaływań na proces wytwarzania w pętlach sterowania jakością. Zarówno trudności spełnienia wszystkich aspektów kontroli jakości przez personel, jak i wysokie koszty pracy, powodują narastającą tendencję do automatyzowania procesów kontroli wytwarzania.

Jedną z technologii, która spełnia powyższe wymagania jest kontrola wizyjna. Na stanowiskach kontroli wizyjnej mogą być realizowane złożone procedury kontroli, w pełni automatycznie i bez zatrzymywania strumienia produktów. Obejmują one najczęściej:

- kontrolę kształtów,
- sprawdzanie kompletności i prawidłowości montażu,
- pomiary,
- weryfikację oznaczeń i napisów,
- ocenę jakości powierzchni.

Wykonanie tych zadań wymaga komputerowego przetwarzania i analizy obrazów. Z kolei zastosowanie technik informatycznych rozwiązuje problemy dokumentowania kontroli i archiwizowania wyników. Pozwala tworzyć bazy danych o jakości produkcji. Te walory technologii wizyjnych spowodowały masowe stosowanie systemów i stanowisk kontroli wizyjnej we wszystkich branżach przemysłów przetwórczych krajów rozwiniętych.

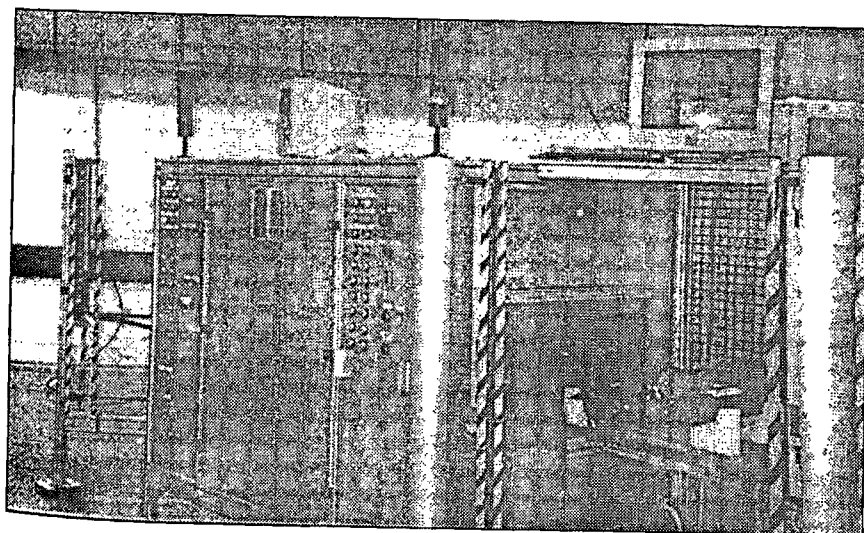
Instytut podjął w ubiegłym roku wprowadzanie wizyjnych technik kontroli w przemyśle krajowym. Nacisk globalizacji powoduje, że w pierwszej kolejności nasza oferta znajduje zainteresowanie w zakładach kooperujących z firmami zagranicznymi, szczególnie u producentów części do finalnego montażu zagranicą.

## 2. STANOWISKO WIZYJNE W ZAKŁADACH FAURECIA

Niedawno zbudowane zakłady Faurecia Fotele Samochodowe w Grójcu produkują konstrukcje metalowe siedzeń według dokumentacji i technologii zagranicznych, a wyroby dostarczają bezpośrednio do dalszego montażu w fabrykach samochodów, głównie w Niemczech. Opracowane przez Instytut stanowisko wizyjne służy do końcowej kontroli wszystkich wyprodukowanych foteli samochodowych. Stanowisko sprawdza jakość spawów oraz kontroluje kompletność i prawidłowość zamontowania mechanizmów i części foteli.

Założono, że stanowisko będzie mogło sprawdzać 20 różnych typów foteli; obecnie opracowano programy do kontroli 8 typów aktualnie produkowanych. W każdym typie sprawdzeniu podlega kilkanaście fragmentów. Wybór obszarów kontrolowanych i kryteria kwalifikacji ustalili technolodzy Zamawiającego, natomiast metody, procedury i programy kontroli opracowano w Instytucie.

Opracowanie stanowiska „pod klucz”, od koncepcji, przez projektowanie, zbudowanie, oprogramowanie i uruchomienie zostało dokonane w planowanym terminie 7 miesięcy. Ogólny widok stanowiska przedstawiono na rys. 1. W referacie autorzy koncentrują się na kilku problemach, które rozwiązywano w toku realizacji zadania.



Rys. 1. Widok stanowiska

### 3. ANALIZY I BADANIA ZWIĄZANE Z OGÓLNA KONSEPCJĄ STANOWISKA

Po zapoznaniu się z charakterystyką procesu produkcyjnego, specyfiką typoszeregu wyrobów i otoczeniem miejsca kontroli, przyjęto realizację kontroli wizyjnej w zamkniętej, zaciemnionej komorze, do której kontrolowane wyroby będą wsuwane za pomocą napędu pneumatycznego. Zakładanie foteli na ruchomy stół i zdejmowanie ma się odbywać ręcznie. Wymogi przepustowości stanowiska narzuciły pracę wahadłową, stół ma na końcach dwie pozycje (A, B) do zakładania sprawdzanych foteli, w związku z czym stanowisko będzie obsługiwane przez dwóch operatorów (por. rys. 3). Gdy na jednym końcu stołu operator zmienia fotel, na drugim końcu, znajdującym się wewnątrz komory, odbywa się kontrola wizyjna.

Metalowa konstrukcja foteli, w tym spawy i tuleje, jest pokryta czarną farbą. Stwarza to duże trudności przy analizie obrazów, gdy trzeba odróżniać czarne szczegóły na czarnym tle. Konieczne jest staranne dobranie specjalnego oświetlenia, zapewnienie jego stałości. Wykluczone są zakłócenia oświetlenia z zewnętrznych źródeł światła. Stąd wymóg zamkniętej komory.

Wybrane do kontroli części foteli znajdują się po jego różnych stronach, w wielu oddalonych miejscach, co wymaga użycia wielu kamer. Do określenia liczby kamer, typu obiektywów i rozmieszczenia kamer zbudowano prosty, jednokamerowy model laboratoryjny. Model zawierał:

- mocowanie siedzenia pozwalające na jego obrót co  $90^\circ$ ,
- przesuwne mocowanie kamery, umożliwiające regulację położenia w trzech płaszczyznach oraz zmiany odległości i ustawianie kąta kamery we współrzędnych biegunowych,
- system do akwizycji obrazów - kamerę, kartę akwizycji, komputer.

Na modelu prowadzono prace nad uzyskaniem optymalnej konfiguracji przestrzennej kamer, a także najlepszych odtworzeń kontrolowanych fragmentów foteli na obrazach, przez docelowy system wielokamerowy.

Ta faza badań doprowadziła do ustalenia niezbędnej liczby kamer równej 12, przybliżonej lokalizacji każdej z kamer oraz następnie pozwoliła określić wymiary komory kamer. Na rys. 1 przedstawiono budowę i wymiary stanowiska, oraz rozmieszczenie głównych składników. W większości przypadków każda z kamer (oznaczonych na rys. 1 literami A... M) posiada indywidualny oświetlacz diodowy, pierścieniowy. Przyjęto czerwoną barwę światła, najkorzystniejszą do identyfikacji i różnicowania elementów czarnych oraz części z metali lekkich bez pokryć lakierniczych.

### 4. KONSEPCJA CZĘŚCI STERUJĄCEJ STANOWISKA

Narzucony przez Zamawiającego czas cyklu pracy stanowiska ma być nie większy niż 12 sekund. Przy pracy dwustanowiskowej cykl sprawdzenia fotela obejmuje:

- przesuw stołu, stabilizację mechaniczną stanowiska, realizację kilkunastu programów kontroli wizyjnej oraz oznaczenie fotela przez drukarkę,
- równoległe z kontrolą wizyjną fotela, na drugim stanowisku operator zdejmuje fotel sprawdzony w poprzednim cyklu, odkłada go do właściwego kontenera (odpowiednio do wyniku sprawdzania), zakłada następny fotel, wybiera przyciskiem jego typ i uruchamia przyciskiem następny cykl.

Wykonanie kontroli wizyjnej pojedynczego elementu obejmuje wybór programu, zapalenie właściwych oświetlaczy, zrealizowanie programu i zarejestrowanie wyniku sprawdzenia.

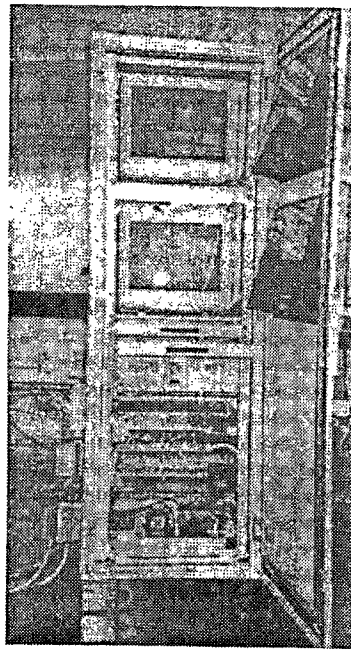
Każdy program kontroli wizyjnej wymaga pobrania obrazu z kamery, na podstawie którego program określa czy są spełnione wymagania technologiczne danego detalu. Zdarza się z różnych przyczyn, niezależnych od sprawdzanego elementu, że zarejestrowany obraz nie nadaje się do analizy. W takim przypadku dla poprawnej oceny detalu całą procedurę jego sprawdzania należy powtórzyć.

Zastosowany pakiet oprogramowania wizyjnego nie jest przeznaczony do obsługi kilkudziesięciu wejść i wyjść dwustanowych koniecznych do sterowania stanowiskiem. Wprawdzie cecha wielozadaniowości zastosowanego systemu operacyjnego Windows NT pozwala na uruchomienie współbieżnej aplikacji, która mogłaby wykonywać to zadanie, ale ograniczeniem jest tutaj architektura sprzętowa samego komputera PC. Dodatkowym utrudnieniem byłoby synchronizowanie zadań właściwej kontroli wizyjnej oraz aplikacji obsługującej samo stanowisko. Z tych przyczyn przyjęto rozwiązanie polegające na zastosowaniu dwóch urządzeń sterujących:

- sterownika przemysłowego firmy FESTO (określanego dalej jako sterownik PLC) zawierającego m. inn.: moduł jednostki centralnej PS HC20-DOS z wbudowanym kontrolerem grafiki VGA, pięć modułów 16-tu wejść dwustanowych, trzy moduły 16-tu wyjść dwustanowych oraz moduł interfejsu szeregowego z dwoma portami RS-232. Sterownik pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego MS DOS.
- komputera przemysłowego firmy ADVANTECH (określanego dalej jako komputer wizyjny) zawierającego m. inn.: płytę główną PCA-6176 z procesorem PENTIUM III, wbudowanym kontrolerem grafiki ATI 3D Rage Pro Turbo i kontrolerem sieciowym Intel 82558, pamięć RAM 128 MB, dysk twardy 12.5 GB, trzy karty akwizycji obrazu DT3155 PCI, jedną kartę WE/WY dwustanowych DT2820 (prod. firmy Data Translation). Komputer pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego Windows NT ver. 4.0.

Oba urządzenia sterujące, wraz z ich peryferiami są umieszczone w szafie, której wnętrze pokazano na rys. 2. Zadania podzielono w ten sposób, by maksymalnie odciążyc komputer wizyjny od innych funkcji poza przetwarzaniem i analizą obrazów. W związku z tym komputer wizyjny wykonuje:

- bezpośrednią kontrolę wizyjną foteli, polegającą na sekwencyjnym wykonywaniu szeregu programów aplikacyjnych, z których każdy sprawdza pojedynczy element fotela;
- wysyła sygnałami dwustanowymi do sterownika PLC informację o wyniku kontroli wizyjnej pojedynczego elementu;
- odbiera ze sterownika PLC i zapisuje do plików pełną informację o wykonanej kontroli wizyjnej danego fotela. Informacja ta jest przekazywana przy pomocy transmisji szeregowej (RS-232);
- umożliwia komputerom oddalonym (służb technologicznych) odczyt aktualnej i archiwalnej informacji o kontrolach wizyjnych. Dostęp do tej informacji jest możliwy przy pomocy mechanizmów sieci lokalnej LAN wbudowanych w system operacyjny Windows NT.



Rys. 2. Widok szafy sterującej

Natomiast sterownik PLC ma następujące zadania:

- umożliwia obsłudze technicznej stanowiska wprowadzanie i modyfikowanie informacji związanych z wykonywaniem sprawdzeń poszczególnych elementów dla każdego typu foteli (np. przy wprowadzaniu nowych typów foteli, zmianach decyzji o prowadzonych sprawdzeniach);
- sterowanie uruchamianiem poszczególnych programów kontroli elementów foteli realizowanych przez komputer wizyjny;
- kompletowanie informacji z komputera wizyjnego o wynikach kontroli poszczególnych elementów danego fotela i przekazywanie zbiorczej informacji do komputera wizyjnego;
- wykonywanie bieżącej obsługi stanowiska, tzn. odczytów przycisków na pulpitach, sterowania lampkami sygnalizacyjnymi, przesuwem stołu, drukarką, reagowanie na sygnały z czujników kurtyn ochronnych, z czujników otwarcia drzwi szafy, z przycisków załączających stop awaryjny, etc.

Do wejść i wyjść sterownika PLC są dołączone manipulatory i lampki sygnalizacyjne dwóch pulpitów operatorów, sterowniki napędów pneumatycznych, czujniki. Osprzęt pulpitów umożliwia wybór 20 typów foteli.

W celu sprawdzenia powyższej koncepcji, zbadania współpracy obu procesorów i uzyskania maksymalnego czasu na opracowanie oprogramowania stanowiska, skompletowano zestaw laboratoryjny z komputerem ADVANTECH, sterownikiem FESTO i symulatorem WE/WY już w drugim miesiącu realizacji umowy. Dzięki temu programy powstawały i były testowane w trakcie projektowania i budowy stanowiska.

## 5. PRZETWARZANIE I ANALIZA OBRAZÓW

Obrazy fragmentów foteli są tworzone przez 12 kamer czarno-białych, z czujnikiem CCD 1/3", o rozdzielczości 752 x 494 pixeli. W kamerach jest stosowana automatyczna regulacja czasu ekspozycji, w granicach od 1/50 do 1/100.000 s. Akwizycję obrazów wykonują trzy karty akwizycji typu DT3155 firmy Data Translation, zainstalowane w komputerze wizyjnym. Każda z kart obsługuje cztery kamery.

Zadania przetwarzania i analizy obrazów wykonuje oprogramowanie systemowe NeuroCheck najnowszej wersji 5.0, niemieckiej firmy DS Datenverarbeitung und Sensortechnik, z siedzibą w Remseck k/Stuttgartu. Firma ta należy do światowych liderów w dziedzinie specjalizowanych programów do przemysłowych systemów wizyjnych. W wersji 5.0 skumulowano bogate 7-letnie doświadczenie kilkuset aplikacji systemu, głównie w Niemczech, USA, Wlk. Brytanii.

Oprogramowanie NeuroCheck zostało przyjęte w PIAP do prac nad przemysłowymi systemami wizyjnymi z uwagi na szereg pozytywnych cech, z których warto wymienić:

- uniwersalność, czyli możliwość obsłużenia jednym systemem znacznej liczby sfer aplikacji;
- tworzenie programów użytkowych za pomocą graficznego interfejsu użytkownika, w znacznym stopniu intuicyjnie stosowanego, bez programowania w językach wysokiego poziomu;
- duży repertuar bezpośrednio dostępnych makroinstrukcji, obejmujący wraz z opcjami ponad 1000 funkcji, znaczne możliwości funkcjonalne poszczególnych makroinstrukcji, szeroki zakres ich parametryzacji, wykorzystywanie elementów sztucznej inteligencji;
- praca w środowisku systemów operacyjnych Windows 95/98/NT wraz ze wszystkimi wadami i zaletami związanymi z tymi systemami; w całym cyklu opracowania, od

wstępnych prób laboratoryjnych aż do korygowania aplikacji w toku eksploatacji przemysłowej;

- szybki, sprawdzony dostęp do pomocy firmy (tech support), pozytywne osobiste kontakty z twórcami systemu.

Próby i praktyczne zastosowania przez PIAP potwierdziły zalety tego oprogramowania. Programy aplikacyjne do sprawdzeń elementów foteli opracowano za pomocą pakietu narzędziowego NeuroCheck. W wielu programach aplikacyjnych zastosowano funkcję filtracji obrazu, przy czym do dyspozycji jest kilkadziesiąt typów filtrów. Program umożliwia też tworzenie własnych modeli filtrów obrazu. Do poszukiwania i pozycjonowania na obrazie określonego detalu wykorzystano funkcję szukania połączoną z klasyfikacją znalezionej detalu. W funkcji tej, „*template matching*”, jest wykorzystana metoda korelacyjnego porównywania z wzorcem.

Ponadto korzystać też z wielu innych funkcji, np. z funkcji pozycjonowania, czy też z funkcji obliczania i analizy charakterystycznych cech detali, takich jak np. długość, szerokość, powierzchnia, środek ciężkości.

Przykładowo, najbardziej rozbudowane programy badania obecności, liczby i wymiarów spoin spawalniczych korzystają z procedur wielokrokowego pozycjonowania we współrzędnych biegunowych, dalej znajdowania obiektów czyli spoin, a następnie ich klasyfikacji według wcześniej ustalonych kryteriów liczbowych, takich jak długość i szerokość.

## 6. ORGANIZACJA KONTROLI WIZYJNEJ

Ponieważ część sprawdzanych elementów występuje we wszystkich typach foteli, a ponadto Zamawiający zastrzegł operatywne decydowanie o kontroli poszczególnych detali, przyjęto następującą koncepcję oprogramowania wizyjnego.

Zdecydowano nie tworzyć jednolitych programów, z których każdy byłby przeznaczony do pełnej kontroli jednego typu fotela. W takim rozwiązaniu decyzje o sprawdzaniu pewnych elementów zmuszałyby do modyfikacji wszystkich programów w których występuje kontrola danego detalu. Ponadto te same fragmenty oprogramowania byłyby powtarzane w wielu programach, co znacznie utrudnia wprowadzanie ewentualnych modyfikacji.

Przyjęto, że kontrola wizyjna danego typu fotela polega na realizacji szeregu programów aplikacyjnych (ciągu makroinstrukcji), z których każdy sprawdza pojedynczy element fotela i niezależnie od pozostałych określa, czy kontrolowany detal spełnia zadane kryteria oceny. O tym które programy mają być wykonywane nie decyduje sztywna sekwencja zapamiętana w komputerze wizyjnym, a kolejność wykonywania „dynamicznie” narzucana przez sterownik PLC. Pojemność systemu umożliwia pomieszczenie do 64 programów aplikacyjnych, z możliwością rozbudowy do 256. Wersja wdrażana ma 39 opracowanych programów.

Dla zapewnienia elastyczności funkcjonalnej stanowiska do oprogramowania sterownika PLC wprowadzono elementy interfejsu technologa, który pozwala na przyporządkowanie każdemu elementowi fotela następujących danych:

- numeru programu aplikacyjnego wykonującego kontrolę tego elementu. Każdy program realizowany przez pakiet NeuroCheck ma swój własny numer identyfikacyjny i numer ten jest odczytywany poprzez kartę DT2820 jako kombinacja stanów wybranych wejść dwustanowych. Przed kontrolą danego elementu sterownik PLC wystawia numer programu na swoich wyjściach dwustanowych dołączonych do wejść karty DT2820, a następnie innymi sygnałami sterującymi inicjuje wykonanie wybranego programu. Po zrealizowaniu

- programu pakiet NeuroCheck dwoma sygnałami dwustanowymi przekazuje do sterownika PLC informację o wyniku kontroli detalu;
- adresu oświetlacza diodowego (lub oświetlaczy) który ma zostać użyty podczas kontroli danego elementu. Sterownik PLC zapala ten oświetlacz w tym samym momencie w którym wystawia numer identyfikacyjny programu, a gasi po otrzymaniu informacji o wyniku kontroli;
  - opisu sprawdzanego elementu, pojawiającego się na ekranie monitora sterownika PLC w chwili uruchomienia jego kontroli wizyjnej.

## 7. GROMADZENIE I PRZEKAZYWANIE DANYCH

Archiwizację wyników kontroli wizyjnych foteli samochodowych wykonuje dodatkowy program TLO.EXE, pracujący w komputerze wizyjnym współbieżnie z pakietem oprogramowania NeuroCheck. Bezpośrednio po załączeniu programuje on parametry transmisji szeregowego portu COM2 komputera wizyjnego, a następnie przechodzi w stan nasłuchu tego portu. W momencie odebrania pierwszego pełnego rekordu z informacją o wyniku kontroli wizyjnej jest otwierany plik do archiwizacji wyników kontroli, w którym program zapisuje odebrany rekord.

Każdy zapisany rekord dotyczy kontroli jednego fotela i zawiera: datę i czas dokonania kontroli fotela, ciąg znakowy zawierający wyniki sprawdzeń elementów fotela, globalny wynik sprawdzenia fotela, symbol stanowiska „A” lub „B”, numer operatora, zliczenia sztuk sprawdzonych i sztuk wadliwych od początku stanu pracy.

Jednocześnie z otwarciem pliku program uruchamia stoper odmierzający czas od otwarcenia pliku. Informację z kolejno odbieranych rekordów z wynikami kontroli wizyjnych siedzeń program wpisuje do tego samego otwartego pliku, bez względu na to którego stanowiska „A” czy „B” one dotyczą. Plik jest automatycznie zamykany jeśli:

- upłynął zadeklarowany czas w którym dane mogą być rejestrowane do pojedynczego, otwartego pliku,
- program TLO.EXE odebrał ze sterownika PLC informację o wyłączeniu stanu pracy na dowolnym stanowisku.

Po zamknięciu pliku program powtarza całą sekwencję związaną z rejestracją wyników kolejnych kontroli wizyjnych.

Pliki z wynikami kontroli wizyjnych foteli samochodowych są dostępne z komputerów oddalonych od stanowiska przy pomocy mechanizmów sieciowych, oferowanych przez system operacyjny Windows NT. Decyzje o wyborze i konfiguracji protokołu sieciowego, o przyjętych zabezpieczeniach sieciowych, o dostępie do archiwum oraz wszelkie czynności związane z obsługą tego archiwum są w kompetencji służb informatycznych Zamawiającego.

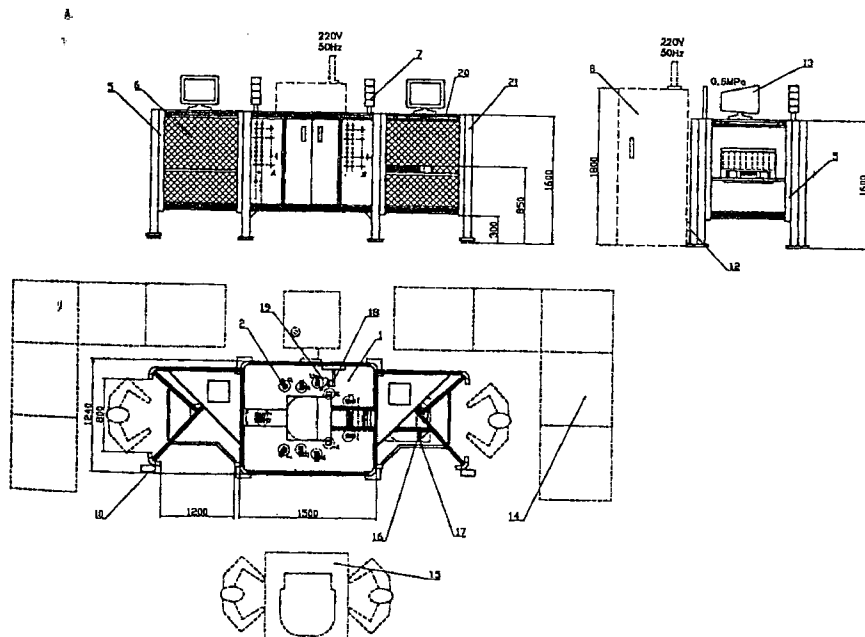
## 8. KONSTRUKCJA STANOWISKA I URZĄDZENIA PNEUMATYCZNE

Stanowisko kontroli końcowej foteli zbudowane z modułów konstrukcyjno-funkcjonalnych pokazane na rysunku 3 składa się z: szafy sterującej (8), komory kamer wizyjnych (1), stołu pomiarowego (16) i stelaży barier ochronnych (21). Trzy ostatnie składniki stanowią część mechaniczną stanowiska. Konstrukcja części mechanicznej wykorzystuje do budowy wszystkich modułów profile aluminiowe ITEM. Stosowanie profili aluminiowych umożliwia uzyskanie łatwego i prostego montażu, stwarza dużą elastyczność konstrukcji oraz zapewnia estetykę stanowiska.

Wewnątrz komory kamer wizyjnych (1) zamontowane są kamery (2), oświetlacze, układ napędu stołu pomiarowego, elementy układu pneumatycznego i elektrycznego stanowiska. Dostęp do wnętrza komory kamer wizyjnych dla czynności serwisowych możliwy jest po otwarciu drzwi umieszczonych po obu stronach komory. Dwie części jednej ściany komory kamer wizyjnych są równocześnie płytami czołowymi dwóch paneli operatorskich (A, B) z umieszczonymi przełącznikami i przyciskami służącymi do bieżącej obsługi stanowiska przez operatorów części A i B stanowiska.

Dostęp do wnętrza komory kamer oraz części ruchomej stanowiska niezbędny do jego obsługi, podczas normalnej pracy zabezpieczony jest za pomocą wyłączników drzwiowych oraz zespołu fotooptycznych barier ochronnych (5) zamocowanych na stelażach.

Informacja o aktualnym stanie pracy i wyniku sprawdzania każdej z części stanowiska (A, B) jest przekazywana za pośrednictwem trójkolorowych lamp sygnalizacyjnych (7) oraz monitorów ekranowych (13) umieszczonych na komorze kamer wizyjnych.



Rys. 3. Konstrukcja stanowiska

Część procesorowa stanowiska jest zmontowana w szafie systemowej RITTAL (8) o wymiarach 600 x 600 x 1800 mm. Znajdują się w niej: komputer wizyjny ADVANTECH, sterownik PLC, klawiatury i monitory obu procesorów oraz zasilacze i listwy zaciskowe.

**Układ pneumatyki.** Napęd stołu pomiarowego oraz znakowanie sprawdzonych siedzeń realizowane są za pomocą elementów pneumatycznych. Podstawowym elementem układu jest napęd liniowy beztłoczkowy współpracujący z potencjometrycznym czujnikiem położenia, regulatorem soft-stop oraz zaworem proporcjonalnym.

Zastosowany układ napędu stołu pomiarowego stanowi najnowsze rozwiązanie firmy FESTO i pozwala na uzyskanie minimalnych czasów przemieszczenia stołu z jednego krańcowego



położenia w drugie, z równoczesnym zapewnieniem łagodnego zatrzymania w położeniach krańcowych, bez konieczności stosowania amortyzatorów. Napęd stołu pomiarowego, w którego układzie zamontowano regulator soft-stop, podlega procedurze inicjalizacyjnej „teach”, w wyniku której w sposób automatyczny zostają zapamiętane położenia krańcowe i zostaje ustawiona optymalna dynamika, dostosowana do nominalnych parametrów stanowiska. W przypadku wprowadzenia zmiany parametrów (skok stołu, obciążenie) niezbędne jest powtórzenie procedury „teach” zgodnie z informacją producenta.

Po sprawdzeniu fotela, jeżeli wynik jest pozytywny, fotel jest w komorze znakowany symbolem OK za pomocą drukarki tamponowej (18) umieszczonej na siłowniku z prowadnicą. Drukarka tamponowa oraz siłownik są sterowane za pomocą zaworów elektropneumatycznych. Drukarka tamponowa jest zasilana ciśnieniem o maksymalnej wartości 0.4 MPa za pośrednictwem reduktora ciśnienia.

Układ pneumatyki jest zasilany z sieci przemysłowej sprężonego powietrza za pośrednictwem bloku zasilania składającego się z zaworu odcinającego, filtra, reduktora ciśnienia oraz czujnika ciśnienia. Czujnik ciśnienia, w przypadku spadku ciśnienia poniżej minimalnej wartości ustawionej w czujniku, generuje sygnał elektryczny powodujący zatrzymanie pracy stanowiska.

Elementy układu pneumatyki są sterowane sygnałami elektrycznymi przychodzącymi z szafy sterującej oraz generują sygnały elektryczne o położeniu elementów, przekroczeniu ustalonej wartości ciśnienia. Z szafy tej podawane jest również zasilanie regulatora soft-stop oraz czujników.

## 9. BEZPIECZEŃSTWO PRACY

Dostęp do stanowiska jest częściowo ogrodzony. Operatorzy stanowiska zmieniający kontrolowane wyroby są chronieni barierami świetlnymi firmy Honeywell. Naruszenie bariery świetlnej powoduje zatrzymanie napędu stołu. Identycznie działają przyciski stopu awaryjnego na obu pulpitych sterujących. Ponadto bezpośrednie strefy ruchu stołu są dodatkowo ogrodzone zaporami utrudniającymi wejście, pomalowanymi na kolor czerwony.

Komora kamer i rejon pracy operatorów są wolne od zagrożeń elektrycznych. Występuje tam jedynie napięcie bezpieczne 24 V, prądu stałego z zasilaczy stabilizowanych i prądu zmiennego z transformatora bezpieczeństwa - umieszczonych w szafie elektroniki. Wszystkie elementy mechaniczne, pneumatyczne i elektroniczne są zerowane.

Przed skutkami złego włożenia siedzeń w profilowane gniazda na końcach stołu wahadłowego chronią dwie pary czujników indukcyjnych wykrywających ramę fotela. Bez sygnałów z tych czujników, świadczących o prawidłowym włożeniu, nie można uruchomić stołu.

## 10. WNIOSKI

Moment przekazania tekstu do druku zbiega się z uruchamianiem stanowiska u Zamawiającego. Wykonawców czekają kolejne fazy badań eksploatacyjnych, zaplanowane na kilka miesięcy. Badania w skali tysięcy sztuk pozwolą dokończyć parametryzację programów kontrolujących i zweryfikować wymagania technologiczne. Natomiast próbną eksploatacją, w jeszcze większej skali, rzędu setek tysięcy sztuk, ma przynieść statystyczną ocenę wiarygodności kwalifikacji wyrobów dokonywanej przez stanowisko.

Obecnie można uznać, iż Instytut oddając do użytku stanowisko w zakładach Faurecia rozszerza swoją ofertę budowy zautomatyzowanych gniazd i linii produkcyjnych oraz systemów kontrolno-pomiarowych o złożone stanowiska kontroli wizyjnej. Można

przypuszczać, że uzyskiwane doświadczenia, jak i stale wzbogacane wyposażenie badawcze pozwolą realizować następne, coraz trudniejsze zadania kontroli wizyjnej w przemyśle.

Do pozytywnych doświadczeń można zaliczyć:

- postępujące rozpoznanie i badania środków technicznych, sprzętu wizyjnego i oprogramowania, umożliwiające wybór optymalnych rozwiązań do realizacji różnorodnych aplikacji;
- nabywanie praktyki w realizowaniu wymagań technologicznych kontroli jakości za pomocą analizy obrazów;
- opanowanie umiejętności programowania aplikacyjnego i wykorzystywania możliwości wybranego pakietu wizyjnego oprogramowania systemowego i narzędziowego NeuroCheck firmy DS;
- potwierdzenie w badaniach efektywności opracowanej dwuprocessorowej architektury, która spełnia zarówno wymagania w zakresie szybkości pracy, jak i postulaty funkcjonalne stawiane przez Zamawiającego.

## LITERATURA

- [1] Barczyk J.; Projektowanie maszyn manipulacyjnych z elementów Systemu Profili Aluminiowych; AUTOMATION Warszawa 2000 s. 350 - 357
- [2] Demant C., Streicher-Abel B., Waszkewitz P.: Industrial Image Processing - Visual Quality Control in Manufacturing; Springer, Berlin Heidelberg, 1999
- [3] Galbiati L. J.: Machine Vision and Digital Image Processing Fundamentals; Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York, 1990
- [4] Jahne, B.: Digital Image Processing. Springer; Berlin Haidelberg, 1997
- [5] NeuroCheck version 5.0 User Manual; DS GmbH, Remseck, 2001
- [6] Szawłowski A. : Urządzenia montażowe testujące i technologiczne; Biuletyn PIAP Nr 4, 1993, s. 34 - 48
- [7] Waszkewitz P. : Detektierung von Beschriftungen auf metallischen Oberflaschen mit Hilfe von Texturmethode und Neuronalen Netzen; PhD thesis, University of Stuttgart , 1999
- [8] Wilson A.: Pattern-matching Imaging Software Overcomes Variances; Image Processing Europe, November/December Issue 1999, s. 27 - 29
- [9] Zuech N.: Understanding and Applying Machine Vision; Marcel Dekker, New York, 1999