

6011

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP  
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyki Mechanicznej

472

BE 10

Główny wykonawca mgr inż. Andrzej Bałowski

Wykonawcy

mgr inż. Paweł Majdecki

Konsultant

Nr zlecenia

5594.

Analiza i modelowanie pneumatycznych układów sterowania automatu do malowania blach oraz automatu do malowania autobusu.

Zleceniodawca

Zakład Projektowania i Konstrukcji Galwanizerni i Lakierni - Łódź

Pracę rozpoczęto dnia grudzień 1987r.

zakończono dnia 29.02.88r.

Kierownik Zespołu APW

Kierownik Ośrodka OAM

Z-ca Dyr. d/s Automatyki

mgr inż. D. Stawiarski

mgr inż. J. Jórczak

dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 13

Egz. 1 BOINTE

rysunków -

Egz. 2 ZPiKGiL

fotografii -

Egz. 3 OAM

tabel -

Egz. 4

tablic -

Egz. 5

załączników -

Egz. 6

Nr rejestr. 6011

1

**Analiza deskryptorowa** Automaty malarskie, pneumatyczne układy sterowania

URZĄDZENIA AUTOMATYCZNEJ REGULACJI I STEROWANIA  
PNEUMATYCZNE, ZOKRUCIŁA I EFOWE

**Analiza dokumentacyjna** Praca zawiera analizę i wnioski z modelowania układów pneumatycznego sterowania automatów do malowania blach i automatów opracowanych przez Zakład Projektowania i Konstrukcji Galwanizerni i Lakierni w Łodzi.

**Tytuły poprzednich sprawozdań**

6213-52 Automaty we urządzeniach do malowania  
667.64 Technika malowania

UKD

SPIS TRESCI

Strona

1. Wprowadzenie. . . . .	1
2. Przedmiot i zakres opracowania. . . . .	1
3. Automat do malowania blach. . . . .	2
3.1. Analiza schematu zasilania i sterowania automatu do malowania blach. . . . .	2
3.2. Modelowanie pneumatycznego układu sterowania auto- matu do malowania blach. . . . .	4
4. Automat do malowania autobusu. . . . .	7
4.1. Analiza schematu sterowania pistoletów natryskowych. . . . .	7
4.2. Analiza schematu zasilania i sterowania manipula- torów. . . . .	8
4.3. Modelowanie pneumatycznego układu sterowania automa- tu do malowania autobusów. . . . .	9
5. Zalecenia odnośnie doboru elementów do budowy układów sterowania automatów malarskich. . . . .	11
6. Wnioski. . . . .	13

## 1. Wprowadzenie

-----

Formalną podstawą opracowania jest umowa nr 116/87/u z dnia 09.11.1987 r. zawarta pomiędzy Zakładem Projektowania i Konstrukcji Galwanizacji i Lakierni w Łodzi ul. Armii Czerwonej 101/103 jako Zleceniodawcą a Przemysłowym Instytutem Automatyki i Pomiarów w Warszawie Al. Jerozolimskie 202 jako Wykonawcą na wykonanie pracy p.t. "Analiza i modelowanie pneumatycznych układów sterowania automatu do malowania blach oraz automatu do malowania autobusu."

W PIAP praca wykonywana jest w ramach zlecenia wewnętrznego nr 5594.

## 2. Przedmiot i zakres opracowania

-----

Przedmiotem opracowania jest analiza układów sterowania pneumatycznego do 2-ch automatów lakierniczych : automatu do malowania blach oraz automatu do malowania autobusu.

Układy zostały zaprojektowane przez Zakład Projektowania i Konstrukcji Galwanizacji i Lakierni w Łodzi.

Analizę przeprowadzono na podstawie dostarczonych przez ZPiKGiL następujących materiałów :

1. Schemat zasilania i sterowania automatu do malowania blach / koncepcja /
2. Przykładowy wykres pracy automatu do malowania blach.
3. Koncepcja rozmieszczenia elementów sterowania automatu do natrysku blach.
4. Automat do malowania blach / krótki opis cyklu pracy automatu/.
5. Schemat sterowania pistoletów natryskowych / 3 kolory / - koncepcja.
6. Schemat zasilania i sterowania manipulatorów - koncepcja.
7. Przykładowy wykres pracy automatu do malowania autobusów.

8. Koncepcja rozmieszczenia elementów sterowania automatu do malowania autobusów.
9. Automat do malowania autobusu - / krótki opis cyklu pracy automatu/.

W zakres niniejszego opracowania wchodziły następujące prace:

- a/ Analiza schematów pneumatycznych dostarczonych przez ZPiKGiL pod kątem realizacji założonego cyklu pracy.
- b/ Modelowanie przedstawionych na schematach węzłów sterowania pneumatycznego.
- c/ Opracowanie wniosków i zaleceń odnośnie doboru elementów do budowy układów sterowania pneumatycznego.

### 3. Automat do malowania blach

#### 3.1. Analiza pneumatycznego układu sterowania automatu do malowania blach.

Układ do malowania blach zasilany jest przewodem, w którym zainstalowano zawór odcinający sterowany sygnałem elektrycznym /oznaczenie na schemacie EZ2/. Zawór umieszczony jest w "strefie bezpiecznej" - nie zagrożonej wybuchem.

Powietrze zasilające automat rozdzielone jest na dwie drogi :

- Zasilanie manipulatora i układu sterowania pneumatycznego,
- Zasilanie pistoletu natryskowego.

Powietrze zasilające elementy układu logicznego jest filtrowane przez filtr, a wartość ciśnienia zasilania może być nastawiana zaworem redukcyjnym. W materiałach nie podano ciśnienia sprężonego powietrza w sieci.

Manipulator zasilany jest przez ten sam filtr i zawór redukcyjny ale dodatkowo powietrze podawane na zawór ZP1 jest smarowane mgłą olejową przez smarownicę, co zapewnia prawidłową pracę i zwiększa trwałość uszczelnień suwaka zaworu i cylindra manipulatora.

Ruch oscylacyjny cylindra "S" uzyskuje się przez okresowe przestawienie zaworu " ZP1 " realizowaną przez zespoły RC oznaczone

" PT5" i "PT6".

Również na zasadzie zespołów RC / "PT1" i "PT2"/ zrealizowano cykliczne przestawienie elementu EP2, dające w efekcie cykl przemywania instalacji / cykliczne napełnienie instalacji rozpuszczalnikiem i przedmuchawanie powietrzem/.

Element RC oznaczony na schemacie symbolem "PT3" zapewnia zakończenie cyklu mycia instalacji po napełnieniu jej rozpuszczalnikiem

Element "PT4" / również RC/ zabezpiecza zawór "EP3" przed niezamierzonym przełączeniem w przypadku krótkotrwałych impulsów pochodzących z elementu " X1 " /czujnik obecności blach w strefie malowania/ powstałego np. na skutek uderzenia pręta sterującego przez krawędź blachy przy wprowadzeniu jej na stanowisko, bądź drgań pod wpływem tarcia o blachę.

Element "PT4" pozwala nastawić wymagany czas trwania zaniku sygnału pochodzącego z elementu " X1 ", po którym nastąpi wyłączenie elementu " EP3 " a co za tym idzie wyłączenie sygnałów sterujących cylindrem "S".

Zawór " X2 " wyłącza pistolet natryskowy /sygnał "Y1"/ po naciśnięciu dźwigni przez jedną z krzywek "K1" lub "K2". Cykl pracy manipulatora z pistoletem natryskowym uruchamiany jest po pojawieniu się koniunkcji sygnału z "X1" i z elementu EZ1.

Cykl mycia włącza się po zaniku sygnału z elementu "X1" /blacha jest poza sterfą natrysku/ i naciśnięciu przycisku MYCIE / "P1" /.

Na podstawie analizy schematu stwierdzono, że układ będzie realizował pokazany na przykładowym wykresie pracy cykl, po wprowadzeniu zmiany połączenia elementu "PT3". Sygnał wejściowy do "PT3" doprowadzony winien być z wyjścia elementu EP2 sterującego zaworem dozującym rozpuszczalnik, a nie z wyjścia sterującego zaworem dozującym powietrze, jakto było narysowane na dostarczonym schemacie.

6

Do schematu zasilania i sterowania automatu do malowania blach odnoszą się następujące uwagi szczegółowe :

- Niewłaściwie narysowany jest symbol zaworu EN2 /strzałki symboli zujace kierunek przepływu roboczego w przeciwnym kierunku/.
- Uzupełnienia wymagają symbole ~~zaworów~~ nastawnego dławika zaworów dławiająco-zwrotnych PT5, PT6, ZR1 i ZR2
- Doprowadzenia do zgodności z normą PN-74/M-01050 wymagać symbol elementu alternatywy EA1. Wprowadzenie symboli sterowania bezpośredniego, przez wzrost ciśnienia przy zaworach sterowanych
- + sygnałami pneumatycznymi oraz wprowadzenie przy zaworach symboli otworów wylotowych do atmosfery poprawi czytelność schematu.
- Dla wyciszenia pracy zaworu ZP1 należy dodać tłumiki hałasu na obu wylotach do atmosfery.
- Poprawy wymaga tekst uwag 1 i 2 na rysunku "Przykładowy wykres pracy automatu do malowania blach".

### 3.2. Modelowanie pneumatycznego układu sterowania automatu do malowania blach.

Zamodelowano układ sterowania automatu do malowania blach.

Układ połączono wg. schematu zasilania i sterowania automatu dostarczonego przez ZP i KG i L - Łódź, po wprowadzeniu zmiany opisanej w p. 3.1.

Działanie elementu X2 symulowano przyciskiem, zaś sygnału Y1, Y2, Y3, Y4 wyprowadzono do wskaźników wizualnych.

Do budowy układu zastosowano następujące elementy :

- PT1 + PT6 - element PWELw + PWE dz /prod.PIAP/ lub PWELw + MOZ1+  
+ objętość 20cm<sup>3</sup>
- EA1 - element PWELa /prod.PIAP/
- EN1, EN2 - element PWELw / prod.PIAP/
- EP1, EP2, EP3 - element PWBL-1 /prod.PIAP/.

- ZP1 - zawór 3/8" pięciodrogowy /prod. ZM ŁUCZNIK-Radom/
- ZR1, ZR2 - /prod. CPP Prema - Kielce/
- P1 - przycisk PWPd / prod. PIAP/
- S - cylinder  $\emptyset$  50 x 500 /prod. MECMAN - Szwecja/
- X2 - przycisk PWPp /prod. PIAP/

Układ pracował zgodnie z przykładowym wykresem pracy automatu do malowania blach oraz opisem dostarczonym przez ZPiKGiL - Łódź, realizując wymagany cykl.

Obserwacja pracy układu i próby przy różnych ciśnieniach zasilania nasuwają następujące uwagi :

- Punkty nawrotu cylindra są ustawiane czasowo. Należy liczyć się z pewnym rozrzutem nastaw czasu /ok.  $\pm$  10%/ i zależnością zarówno nastawy jak i szybkości ruchu tłoczyska cylindra S1 od wartości ciśnienia zasilania. W zamodelowanym układzie nastawiono prędkość ~~cyklindrx~~ tłoczyska cylindra "S" 150 mm/s przy  $p_z = 0,4$  MPa. następnie dobrano tak nastawy elementów PT5 i PT6, że czas postoju w punktach krańcowych wynosił 1 s. Nie zmieniając nastaw, podniesiono ciśnienie zasilania do  $p_z = 0,6$  MPa. W efekcie czas postoju, wynikający ze zmiany prędkości ruchu tłoczyska jak i zmiany ~~czasu~~ <sup>czasu</sup>, wzrósł do 2 s. Wniosek wpływający z tej próby jest taki, że aby uzyskać gwarancję pełnego skoku cylindra "S" w czasie pracy bez konieczności korekcji nastaw należy zapewnić stałą wartość ciśnienia zasilania. Gdy dopuszcza się pewien zakres zmian ciśnienia zasilania, nastawy PT5 i PT6, należy ustawiać przy minimalnej wartości ciśnienia zasilania, licząc się z faktem, że przy wzroście ciśnienia  $p_z$  zwiększą się nieco czasy postoju cylindra "S" w punktach zwrotnych
- Próby wprowadzania nastaw elementów PT1 + PT6 wykazały, że płynniejszą regulację i pracę przy większych szczelinach zaworu iglicowego uzyskuje się, stosując układ złożony z elementu PWELw + MOZ-1 + dodatkowa pojemność ok. 20 cm<sup>3</sup> zamiast PWELw + PWE dz. Ponadto lepszą charakterystykę przełączania elementu wyjściowego / znaczne



skrócenie czasu przełączania/ osiągnąć można przez dodanie oporu pneumatycznego na zasilaniu elementu PWELw.

- Nie ma układowego zabezpieczenia przed niezamalowaniem całej szerokości pasa blachy gdyż nawroty są uzależnione wyłącznie od czasu tłoczyska cylindra "S".
- Stałość prędkości ruchu tłoczyska wpływa na jakość powłoki lakierowniczej. Wydaje się więc, że istotne jest w automacie zapewnienie możliwie stałej wartości tej prędkości. Aby to uzyskać proponuje się ustawiać wartość ciśnienia zasilania układu pneumatycznego na poziomie ok.  $0,1 \frac{0,2}{\text{MPa}}$  niższym od wartości ciśnienia w sieci, zwracając jednak uwagę aby ciśnienie zasilania elementów pneumatycznych w układzie nie było niższe od 0,4 MPa. Ciśnienie zasilania  $P_z = 0,4$  MPa zapewnia odpowiedni zapas wartości ciśnienia zasilania co jest istotne zwłaszcza przy chwilowych spadkach ciśnienia w układzie spowodowanych wydłużonym przełączaniem elementów RC pracujących przy dłuższych czasach opóźnienia, czy też zaworów rozdzielających o większych przelotach. Postępowanie takie jest wystarczające jeżeli wartość ciśnienia w sieci nie spada do wartości niższej od nastawionej na reduktorze w zespole FRS-1. Toteż celowe wydaje się wprowadzenie sygnalizacji informującej obsługę o fakcie spadku ciśnienia w sieci do wartości niższej od nastawionej na zaworze redukcyjnym w zespole FRS-1. Sygnał ten umożliwiłby obsłudze ocenę sytuacji i podjęcie decyzji o korekcji nastaw bądź wyłączeniu automatu. Do realizacji obwodu sygnalizacji potrzebny jest przekaźnik ciśnienia z prężnością nastawioną sprężyną. Z krajowych elementów odpowiedni byłby do tego zastosowanie elementu PWPC-2 /prod.PIAP/.

#### 4. Automat do malowania autobusu

##### 4.1. Analiza schematu sterowania pistoletów natryskowych

Na podstawie przeprowadzonej analizy schematu układu sterowania pistoletami natryskowymi stwierdzono, że układ sterowania spełnia następujące funkcje:

- Daje możliwość wyboru koloru farby przyciskami P4, P5, P6. Funkcję tę realizują elementy oznaczone na schemacie EA3, EA4, EA5, EP5, EP6, EP7, EN2, EN3, EN4, W1, W2, W3. Zmiana koloru możliwa jest tylko gdy jest sygnał "1" na wyjściu elementu Ek1, a więc gdy włączony jest zawór EZ1 w szafie elektrycznej i elementy EP1 i EP2 są w stanie przełączanym przez sygnał odpowiednio z elementu X2 i X4 / autobus jest poza strefą natrysku/. Zapewniona jest możliwość wyboru tylko jednego z trzech możliwych kolorów farby. Wybrany kolor jest sygnalizowany przez wskaźniki wizualne W1 lub W2 lub W3.
  - Zapewnia cykl mycia instalacji. Układ mycia instalacji złożony z zaworu czterodrogowego sterowanego trzema elementami RC jest taki sam jak w automacie do malowania blach. Mycie możliwe jest w cyklu automatycznym / czas mycia określany jest czasem otwarcia zaworu EZ2 w szafie elektrycznej / lub w cyklu ręcznego sterowania / czas mycia określony jest czasem naciśnięcia przez operatora przycisku P3/. Wybór ręcznego lub automatycznego cyklu mycia umożliwia zawór P2.
- W trakcie mycia układowo zapewnione jest zamknięcie wszystkich trzech zaworów farby. Realizują tę funkcję elementy EN1 i EP3. Ponadto elementy EP3, EA2 i EA1 włączają powietrze w pistoletach natryskowych podczas cyklu mycia.
- Rozpoczęcie natrysku przez pistolety zainstalowane na manipulatorze poziomym "S1" odbywa się z chwilą pojawienia się koniunkcji sygnału "X1" i sygnału z zaworu EZ1. Natrysk rozpoczyna się równocześnie z rozpoczęciem ruchu cylindra "S1".

- Rozpoczęcie natrysku przez pistolety zainstalowane na manipulatorach pionowych "S2" i "S3" odbywa się z chwilą pojawienia się koniunkcji sygnału "X3" i sygnału z zaworu EZ1. Natrysk rozpoczyna się równocześnie z rozpoczęciem ruchu cylindrów "S2" i "S3".
- Zakończenie ruchu cylindra "S1" oraz zamknięcie natrysku pistoletów umieszczonych na manipulatorze poziomym następuje po pojawieniu się sygnału "X2".
- Zakończenie ruchu cylindrów "S2" i "S3" oraz zamknięcie natrysku pistoletów umieszczonych na manipulatorach pionowych następuje po pojawieniu się sygnału "X4".

Funkcje układu przedstawionego na schemacie są zgodne z przykładowym wykresem pracy i opisem automatu do malowania autobusu.

Do schematu sterowania pistoletów natryskowych odnoszą się następujące uwagi szczegółowe:

- Uzupełnienia wymagają do pełnej zgodności z normą PN-74/M-01050 symbole elementów EA1, EA2, EA3, EA4, EA5.
- Wprowadzenie określonych w normie PN-74/M-01050 symboli sterowania bezpośredniego przez wzrost ciśnienia przy zaworach sterowanych sygnałami pneumatycznymi oraz wprowadzenie przy zaworach symboli otworów wylotowych do atmosfery poprawi czytelność schematu.
- Uzupełnienia wymagają oznaczenia elementów na schemacie / w obwodzie mycia instalacji/.
- Zaleca się zasilać układ pneumatyczny ciśnieniem 0,4 MPa.  
Wartość ciśnienia powietrza doprowadzonego do zaworu redukcyjnego R1 powinna więc być wyższa /  $P \geq 0,4 \text{ MPa}$  /

- Na przykładowym "Wykresie pracy automatu" przy powtarzaniu cyklu należy uzupełnić sygnał "1" na wyjściach Y1-Y4.

#### 4.2. Analiza schematu zasilania i sterowania manipulatorów.

Przedstawiony na schemacie fragment układu pokazuje sposób sterowania manipulatorów "S1", "S2", i "S3".

Manipulatory zasilane są ze wspólnego źródła ciśnieniem  $\geq 0,5 \text{ MPa}$ .

11

Każdy manipulator zasilany jest poprzez oddzielny blok przygotowania powietrza FRS zapewniający niezależne nastawy wartości ciśnienia i smarowania cylindrów. Cylindry są sterowane poprzez zawory rozdzielające pięciodrogowe upustowe. Nastawy prędkości ruchu cylindrów zapewniają zawory dławiająco-zwrotne. Zawory drogowe umieszczone w punktach zwrotnych przełączają rozdzielacze pięciodrogowe, dając ruch oscylacyjny cylindrów. Zastosowanie zaworów rozdzielających upustowych zmniejsza ilość przewodów łączących elementy / nie potrzebne jest zasilanie zaworów drogowych/.

Zawory rozdzielające trzydrogowe ZP4 i ZP5 powodują załączanie ruchu manipulatorów przy istnieniu sygnału Y1 / włączenie manipulatora S1/ i Y2 /włączenie równocześnie manipulatorów "S2" i "S3"/.

Do schematu zasilania i sterowania odnoszą się następujące uwagi szczegółowe :

- Zanik sygnału Y1 czy Y2 powoduje odcięcie zasilania zaworów rozdzielających pięciodrogowych sterujących cylindrami a więc możliwe jest zatrzymanie cylindrów w położeniach pośrednich pomiędzy punktami nawrotów. Należy przeanalizować, czy rozpoczęcie pracy pistoletów natryskowych od takiego pośredniego położenia cylindra nie wpłynie na równomierność pokrycia farbą malowanego pasa.
- Zaleca się wprowadzić tłumiki hałasu w zaworach rozdzielających 3 i 5-drogowych.
- Należy zwrócić uwagę na zapewnienie smarowania mgłą olejową powietrza zasilającego zawory ZP4 i ZP5.
- Symbol elementu ZR2 wymaga uzupełnienia o symbol dławika.
- Poprawy wymaga tekst uwag na przykładowym wykresie pracy.

#### 4.3. Modelowanie pneumatycznego układu sterowania automatu do malowania autobusów.

Połączono układ pneumatyczny zgodnie ze schematem.

Do budowy modelu układu zastosowano następujące elementy :

EP1, EP2, EP3, EP5, EP6, EP7	- PWBL-1 /prod. PIAP/
EN1, EN2, EN3, EN4	- PWELw /prod. PIAP/
EA1, EA2, EA3, EA4, EA5	- PWELa /prod. PIAP/
EK1	- PWELk /prod. PIAP/
P1, P2,	- PWPp /prod. PIAP/
P3, P4, P5, P6	- PWPk /prod. PIAP/

Obwód mycia instalacji, w którym elementy na schemacie nie są oznaczone zbudowano z elementów PWBL-1 oraz PWELw + MOZ-1 + objętość 20 cm<sup>3</sup>.

Sygnały z elementów EZ1 i EZ2<sup>oraz X1÷X4</sup> symulowano przyciskami ręcznymi.

Sprawdzono cykl realizowany przez zamodelowany układ sterowania na zgodność z "Przykładowym wykresem pracy automatu do malowania autobusów" dostarczonym przez ZPiKGiL - Łódź.

Układ realizował funkcje zgodnie z w/w wykresem pracy. Ponieważ Minimalna wartość ciśnienia zasilania elementów zastosowanych w modelowanym układzie /prod. PIAP/ wynosi 0,25 MPa zaleca się zapewnić ciśnienie zasilania układu 0,4 MPa, zakładając 0,15 MPa zapasu a chwilowe miejscowe spadki ciśnienia w układzie /np. przy przełączaniu większych zaworów przy dłuższych liniach przesyłania sygnałów włączanie elementów RC przy niższych czasach.

Dla poprawienia migowości przełączania elementów obwodów RC zastosowano podobnie jak to opisano w p.4 opornik pneumatyczny ~~na~~ przewodzie zasilającym elementy wyjściowe tych obwodów. Zapewniło to krótkie czasy przełączania elementów RC zbudowanych z handlowych elementów PWELw i MOZ-1.

W sprawdzanym zakresie ciśnień układ pracował prawidłowo.

5. Zalecenia odnośnie doboru elementów do budowy układów sterowania automatów malarskich.

Na rynku krajowym dostępne są elementy pneumatyki produkowane przede wszystkim przez Centrum Produkcyjne Pneumatyki CPP-PREMA w Kielcach, Zakłady Metalowe "ŁUCZNIK" w Radomiu oraz w zakresie małych elementów logicznych i sterujących o przelotach  $\emptyset 3$  i  $\emptyset 2$  mm produkowane przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP w Warszawie.

Proponuje się w opracowywanych przez ZPiKGiL w Łodzi układach sterowania pneumatycznego do automatów malarskich zastosować zawory rozdzielające 5-cio i 3-drogowe  $3/8"$ , Zawory redukcyjne  $1/2"$ , filtr  $1/2"$ , smarownice  $1/2"$  produkowane przez ZM "ŁUCZNIK" - Radom lub CPP-PREMA - Kielce.

Zawory piloty  $1/8"$  z dźwignią z rolką / do manipulatorów S1, S2, S3/ prod. ZM-ŁUCZNIK - Radom.

Układ logiczny proponuje się zbudować z elementów systemu INTEPNEDYN o przelocie 3 mm prod. MERA-PIAP. Będą to elementy typów: PWELw, PWELa, PWELk, PWBL-1, PWpp, PWPk, PWO. Elementy PWBL-1 będą wymagały okresowego przesmarowania kilkoma kroplami oleju hydraulicznego wprowadzonymi do otworu zasilania. Elementy RC do nastawy czasów zaleca się budować, jak to opisano w pkt. 3 i 4 sprawozdania, z elementów PWELw, MOZ-1 oraz pojemności ok.  $20 \text{ cm}^3$ . Na elementach te proponuje się zaprojektować na specjalną płytkę montażową o połączeniach bezprzewodowych pomiędzy elementami wchodzącymi w skład RC przez co wyeliminowane zostanie najczęstsze źródło powstawania nieszczelności jakim są połączenia przewodowe, i przyłącza.

Zgodnie z sugestią ZPiKGiL uważamy się za celowe zastosowanie elementu typu RW/0-3-1/8" z dźwignią ASL-02 produkcji FESTO-Austria. Jest to przekaźnik z dźwignią o nastawialnej długości, zapewniającą przełączanie i wybieg przy obu kierunkach najazdu krzywki. Element ten

zależniŝ od podłączenia zasilania moŝe realizować funkcję powtórzenia lub negacji. Siła potrzebna do przesterowania elementu zależna jest od długości dźwigni i wynosi przy 0,6 MPa poniŝej 7 N.

Oдноśnie przekaźnika drogowego z długim elastycznym prętem sterującym to typ taki jest w asortymencie elementów. INTEPNEDYN /PWCP-2/ jednak dla zastosowania go w omówionych układach konieczne są zmiany dostosowujące tę konstrukcję do ciężkich warunków pracy /Np. osłona kanałów naraŝonych na zasklepienie farbą/ i zmiana konstrukcji pręta sterującego w kierunku jego uelastycznienia. Wadą omawianego elementu jest stałe zuŝycie powietrza rzędu 10L/min wynikające z faktu oparcia konstrukcji na zasadzie kaskady pneumatycznej. Proponuje się więc zastosować w układach element z elastycznym prętem sterującym pracujący bez stałego zuŝycia powietrza typ FVS-3-1/8" prod. FESTO - Austria lub wprowadzić opisane zmiany dostosowujące konstrukcję elementu krajowego PWCP-2 do pracy w ciężkich warunkach lakierni.

## 6. Wnioski

Pneumatyczny układ sterowania automatu do malowania blach po wprowadzeniu opisanych w sprawozdaniu uwag spełnia wymagania zawarte w "Opisie automatu do malowania blach" i "Przykładowym wykresie pracy" automatu do malowania blach.

Pneumatyczny układ sterowania automatu do malowania autobusów po wprowadzeniu opisanych w sprawozdaniu uwag spełnia wymagania zawarte w "opisie automatu do malowania autobusów" i "Przykładowym wykresie pracy automatu do malowania autobusów".

Realizację układów sterowania proponuje się oprzeć na elementach wypowianych w p.5 niniejszego sprawozdania.