

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

Pion Produkcji Doświadczalnej i Małoseryjnej

071

A

Prowadzący zlec. RP.29 inż. W. Manikiewicz
~~Główny wykonawca~~

Wykonawcy I. Horodyńska, K. Zatyka, inż. M. Czyżkowski

Konsultant

Nr zlecenia RP.29

Doświadczalno-produkcyjna instalacja do
produkcji obwodów drukowanych elektronicznych
pakietów układów sterowania robotów przemys-
słowych.

Punkty kontrolne nr 1 - 6

Zleceniodawca CPBR 7.1

Pracę rozpoczęto dnia

sierpień 1986 r.

Kierownik Pracowni WEC

Kierownik Pracowni Technologicznej
Obwodów Drukowanych, Zakł. Ochrony
i Procesów Chemicznych

2-ca DYREKTORA

d/s produkcji doświadczalnej i małoseryjnej

inż. Jerzy Sawicki

zakończono dnia

1989.02.28

Główny Elektronik

Główny Elektronik

inż. Mieczysław Czyżkowski

Iwona Kowalska
Praca zawiera:

stron 7
rysunków -
fotografii -
tabel -
tablic -
załączników 1

Rozdzielnik - ilość egz: 5

Egz. 1 BOINTE
Egz. 2 SN
Egz. 3 DW
Egz. 4 WI
Egz. 5 WE
Egz. 6

Nr rejestr. 6233

Analiza deskryptorowa

OBWODY DRUKOWANE, PRODUKCA, ^{ZASTOSOWANIE} ROBOTY PRZEMYSŁOWE.

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera całokształt spraw związanych z realizacją CPBR 7.1

cel nr 29, a w szczególności:

- wykonania i uruchomienia ciągu technologicznego do metalizacji i cynowania płytek obwodów drukowanych
- zakupionych i uruchomionych urządzeń dla wykonywania poszczególnych obróbek w cyklu wykonawczym płytek obwodów drukowanych
- zakupionego i uruchomionego systemu komputerowego do wspomagania projektowania płytek obwodów drukowanych

Tytuły poprzednich sprawozdań

- założenie i projekt "Doświadczalnia - produkcyjnej linii do produkcji obwodów drukowanych elektronicznych pakietów układów sterowania robotów przemysłowych"
- wykonawstwo i kompletacja sprzętu dla ciągu technologicznego do metalizacji i cynowania płytek obwodów drukowanych

6213.049.75V ^{.002.2} Obwody drukowane - produkcja
338.45:62/69].002.2/2 Roboty przemysłowe

UKD

Sprawozdanie

z przedsięwzięcia technicznego p.n.:

" Doświadczalno - produkcyjna instalacja do produkcji obwodów drukowanych elektronicznych pakietów układów sterowania robotów przemysłowych "

Wdrażający: Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów "MERA-PIAP"

- Pion Produkcji Doświadczalnej i Małoseryjnej.

Opracowanie: Iwona Horodyńska

Kierownik Departamentu Technologicznego
Obwodów Elektronicznych i Układów Sterowniczych

Iwona Kowalska

Zatwierdził: **Główny Elektronik**

inż. Mieczysław Czyżkowski

Podstawa opracowania: CPBR nr. 7.1. cel nr 29 zlecenie nr RP - 29

Spis treści

1. Wstęp	str. 2
2. Stan poprzedni	2
3. Stan obecny	3
4. Zamierzenia produkcyjne	5
5. Efekty techniczno - produkcyjne	6
6. Zakończenie	6

1. Wstęp

Rozwój przemysłu, głównie automatyki i aparatury pomiarowej, powoduje przede wszystkim rozwój produkcji płytek obwodów drukowanych elektronicznych pakietów układów sterowania. Aby sprostać zadaniu zwiększenia produkcji Instytutu w zakresie prac badawczo-rozwojowych oraz produkcji doświadczalnej robotów przemysłowych należało zaprojektować i wykonać linię produkcyjną dokładnych i precyzyjnych obwodów drukowanych.

2. Stan poprzedni.

Dotychczasowy proces technologii wykonywania płytek obwodów drukowanych był dostosowany do posiadanych urządzeń, wykonanych głównie we własnym zakresie lub zakupionych z upłynnienia.

Urządzenia eksploatowane powyżej 10 lat, o stopniu zużycia 80 - 90%, nie były w stanie sprostać stawianym im wymaganiom, co powodowało uzależnienie wykonania obwodów drukowanych od kooperacji.

Poszczególne fazy produkcji płytek obwodów drukowanych odbywały się następująco:

- opracowanie i wykonanie dokumentacji produkcyjnej - ręcznie, to znaczy wyklejanie matrycy na astralonie według zaprojektowanego przez konstruktora układu ścieżek płytki, co było bardzo pracochłonne oraz uniemożliwiało wykonanie płytek obwodów drukowanych o bardzo dużym upakowaniu /klasa dokładna i precyzyjna/: następnie przy użyciu kamery reprodukcyjnej wykonywano fotoszablony, czas procesu wykonania fotoszablonów produkcyjnych od momentu dostarczenia projektu rozmieszczenia ścieżek wynosił około 8 tygodni;
- wiercenie otworów - na wiertarce "Passalux", przy użyciu uprzednio przygotowanego fotoszablonu;
- laminowanie - laminatorem wykonanym we własnym zakresie;
- naświetlanie - kopiarka "Skala" /skaloskop z lampami/ bez możliwości regulacji czasu naświetlania; naświetlanie jednostronne;
- wywoływanie folii światłoczułej - w urządzeniu nabytym z upłynnienia, eksploatowanym powyżej 10 lat;

- zmywanie folii światłoczułej - w wannie galwanicznej zaadoptowanej do tego celu;
- metalizacja i cynowanie - w zestawie wanien i kuwet;
- trawienie - trawiarka komorowa firmy "Chemcut"; urządzenie eksploatowane przez 10 lat;
- obróbka mechaniczna / obcinanie, wiercenie, frezowanie kształtów/ - za pomocą obrabiarek tradycyjnych oraz ręcznie, co nie zapewniało prawidłowej dokładności wykonania oraz zwiększało pracochłonność wykonywanych operacji.

Długi cykl wykonywania płytek obwodów drukowanych / około 3 miesiące / stanowił barierę techniczną rozwoju elektroniki w Instytucie, niemożliwą do pokonania dotychczasowymi metodami.

Zarówno urządzenia jak i proces produkcji nie zapewniały potrzeb terminowych, ilościowych i jakościowych Instytutu. Całkowita wydajność posiadanych przestarzałych urządzeń przy bezawaryjnej pracy / praktycznie nieosiągalnej/ wynosiła około 1800 sztuk płytek obwodów drukowanych jedno i dwustronnych w klasie zwykłej o małym zagęszczeniu, o wymiarach 300 x 300 mm, co stanowiło około 200 m² laminatu rocznie w tym około 65% płytek z metalizowanymi otworami.

3. Stan obecny

Ze względu na specyfikę pracy Instytutu oraz dla wykonywania dokumentacji technologicznej gwarantującej utrzymywania parametrów pozwalających na produkcję obwodów drukowanych w klasie dokładnej i precyzyjnej zgodnie z normą BN 77/3311-02 zakupiono system komputerowy do wspomagania projektowania płytek obwodów drukowanych o następującej konfiguracji sprzętu:

- stacja projektowa - komputer Olivetti M-280 /kompatybilny i IBM-AT/ z monitorem kolorowym 19", drukarką oraz wyjściem do plotera lub czytnika - perforatora, z oprogramowaniem do projektowania płytek obwodów drukowanych "Ranger"; ze względu na rozszerzenie możliwości projektowych zakupiono 2 stacje;
- stacja wykonawcza - komputer Olivetti M-24 /kompatybilny z IBM-XT/

do sterowania wiertarko - frezarką EPS-101 HP - do wykonywania modeli płytek obwodów drukowanych o max. wymiarach 600 x 600 mm i fotoplotera MIVA-25 do wykonywania fotoszablonów produkcyjnych płytek o max. wymiarach 370 x 560 mm.

Wydajność produkcyjna całego systemu jest zależna od stopnia skomplikowania projektowanej płytki obwodu drukowanego.

Dzięki systemowi do wspomagania projektowania oraz urządzeniom wykonawczym, którymi są:

- ploter ZETA 836 CS produkcji USA, formatu A0 do wykonywania rysunków np. mozaiki str A i B, otworowania, schematu ideowego, rozmieszczenia elementów;
- czytnik - perforator FACIT 4047 produkcji szwedzkiej do wykonywania taśm wierceń z programem wiercenia /dla wiertarki Minima/;
- fotoploter MIVA-25 produkcji RFN;

przy średnim upakowaniu pojedynczej płytki o wymiarach 300 x 300 mm czas projektowania łącznie z otrzymaniem kompletnej dokumentacji i płytki modelowej wynosi 60 - 80 godzin.

Wykorzystując możliwości oprogramowania polegające między innymi na uzyskiwaniu dużych powiększeń można precyzyjnie ułożyć elementy na płytce obwodu drukowanego oraz prowadzić ścieżki o szerokości 0,3 mm i w odległości 0,3 mm od siebie, co pozwala na lepsze wykorzystanie powierzchni płytki obwodu drukowanego, wg danych szacunkowych około 30%.

Do wykonywania kopii fotoszablonów produkcyjnych zakupiono wywoływarke do klisz Rapiline 66 D firmy Agfa - Gevaert. Czas wykonywania fotoszablonu wynosi około 0,5 godziny.

Proces wykonania płytek obwodów drukowanych odbywa się aktualnie na n/w urządzeniach zakupionych lub wykonanych;

- wiercenie - wiertarką jednowrzecionową sterowaną numerycznie "Minima" produkcji włoskiej; szybkoobrotowe wrzeciono 18.000 - 60.000 obr/min wykonuje do 350 otworów/min
- laminowanie folią światłoczułą - laminatorem HRL-500 produkcji RFN; urządzenie z regulacją docisku walców laminujących i prędkości przesuwu

- naświetlanie - naświetlarką dwustronną DSR-3000 produkcji angielskiej; zastosowane lampy 5000W powodują znaczne skrócenie czasu naświetlania
- wywoływanie folii światłoczułej - wywoływarką firmy Transaco produkcji szwedzkiej; jest to urządzenie modułowe sterowane układem elektronicznym /szafą sterowniczą/ z transporterem podającym płytkę obwodu drukowanego przez poszczególne procesy t.j. wywoływanie, płukanie ciepłe, płukanie zimne, suszenie;
- metalizacja i cynowanie - linią wykonaną we własnym zakresie według dokumentacji konstrukcyjnej ITR z zastosowaniem technologii wykonania procesów według opracowania również ITR /ITR jako jedyny w Polsce Instytut, opracował kompleksową technologię wykonywania metalizacji i cynowania płytek obwodów drukowanych z zastosowaniem chemikaliów produkcji polskiej/;
- zmywanie folii światłoczułej - zmywarką firmy Transaco produkcji szwedzkiej; jest to urządzenie dwumodułowe - zmywanie, płukanie, sterowane szafą sterowniczą;
- trawienie - trawiarką firmy Transaco produkcji szwedzkiej; jest to urządzenie dwumodułowe - trawienie, płukanie sterowane szafą sterowniczą; proces trawienia jest amoniakalny /nie występują takie przetrawienia jak w przypadku trawienia kwaśnego/;
- obróbka profili - urządzeniem do obróbki profili Hamba firmy Amacher produkcji szwajcarskiej, istnieje możliwość wykonywania wyjęć w złączach krawędziowych lub innych wymaganych dokumentacją kształtów; oraz obcinanie gabarytów na zadany wymiar.

4. Zamierzenia produkcyjne

Zwiększenie produkcji płytek obwodów drukowanych z około 200 m² laminatu rocznie w klasie zwykłej do około 500 m² laminatu rocznie w klasie dokładnej i precyzyjnej /na jedną zmianę/.

Zwiększenie produkcji płytek obwodów drukowanych ponad 500 m² laminatu rocznie jest możliwe po zwiększeniu wydajności oczyszczalni ścieków / dotyczy to procesów metalizacji i cynowania, trawienia, zmywania/.

Istnieją natomiast możliwości usług kooperacyjnych pozostałych procesów technologicznych w ramach posiadanych niewykorzystanych mocy produkcyjnych.

5. Efekty techniczno - produkcyjne

Po przeprowadzeniu uruchomienia poszczególnych urządzeń oraz kompleksowo całości przedsięwzięcia w ramach CPBR nr 7.1 cel nr 29 uzyskano poważne efekty techniczno - ekonomiczne w zakresie skrócenia cyklu projektowania i produkcji płytek obwodów drukowanych pakietów elektronicznych determinujące rozwój elektroniki w Instytucie dla nowych opracowań robotów przemysłowych i wdrażania nowych innych wyrobów opartych o obwody drukowane jak np. mikroprocesorowe układy sterowania INTEL DIGIT PROWAY, dla automatyzacji procesów produkcyjnych.

Uzyskanie nowoczesnych technik wytwarzania poprzez automatyzację poszczególnych faz obróbczych w ramach cyklu produkcyjnego płytek obwodów drukowanych.

Uzyskanie wysokiej jakości płytek obwodów drukowanych zgodnie z normą BN-77/3311-02 w klasie dokładnej i precyzyjnej.

Zmniejszenie ilości braków.

Zmniejszenie pracochłonności, wzrost wydajności pracy oraz poprawę warunków pracy i BHP.

Możliwość natychmiastowego dokonania zmian i weryfikacji dokumentacji technologicznej niewielkim nakładem czasu pracy.

Możliwość świadczenia kooperacji - na rzecz innych jednostek - w poszczególnych operacjach obróbki płytek obwodów drukowanych.

Pokonanie bariery technicznej warunkującej rozwój nowoczesnego sprzętu elektronicznego w zakresie układów sterowania dla elastycznych systemów produkcyjnych,

6. Zakończenie.

Wykonanie wszystkich przedstawionych w sprawozdaniu instalacji urządzeń

oraz linii do metalizacji i cynowania płytek obwodów drukowanych wymagało wykonania szeregu prac adaptacyjnych w posiadanych pomieszczeniach polegających między innymi na:

- wykonaniu nowych instalacji elektrycznych, wodnych, ściekowych, wyciągowych, sprężonego powietrza,
- wykonaniu podłóg chemoodpornych i drewnianych podestów
- wykonaniu malowania zaadoptowanych pomieszczeń

Prace te były wykonane ze środków własnych Instytutu.

Zakupione urządzenia zostały odebrane oddzielnymi protokółami.

Wykonanie wszystkich prac wymienionych w niniejszym sprawozdaniu zamyka harmonogram zlecenia RP.29 "Doświadczalno - produkcyjna instalacja do produkcji obwodów drukowanych elektronicznych pakietów układów sterowania robotów przemysłowych" w CPBR 7.1. "Roboty przemysłowe".

Dowodem realizacji celu z wynikiem pozytywnym jest otrzymanie obwodów drukowanych w pełnym cyklu projektowo - produkcyjnym, których przebieg wytworzenia zawiera załącznik nr. 1 do niniejszego sprawozdania.

Sprawozdanie z wykonania płytek obwodów drukowanych w pełnym cyklu produkcyjnym w okresie pracy Komisji Odbioru celu nr 29.

Punktem wyjścia był schemat ideowy pakietu filtracji, oraz karty katalogowe nowych elementów /układy scalone/ dostarczone przez konstruktora.

Poszczególne fazy projektowania i wykonania płytek obwodów drukowanych odbywały się następująco:

I etap projektowania

- sprawdzenie otrzymanego schematu na zgodność z postawionymi wymaganiami do projektowania, wprowadzenie poprawek - 3 godz.
- wczytanie nowych elementów do istniejącej biblioteki - 2 godz.
- wprowadzenie schematu ideowego do pamięci komputera - 16 godz.
- wyplotowanie schematu ideowego, sprawdzenie, wprowadzenie poprawek / w załączeniu wyplotowany schemat/ - 3 godz.
- wprowadzenie elementów pakietu do komputera wg. załączonego przez konstruktora rozmieszczenia w zadanym gabarycie - 2 godz.
- sprawdzenie prawidłowości rozmieszczenia - 4 godz.
- projektowanie mozaiki obwodu drukowanego - 24 godz.
- wyplotowanie zaprojektowanej mozaiki str. A i B, schematu montażowego, i rysunku otworowania /w załączeniu/ - 2 godz.
- wykonanie taśmy wierceń - 1 godz.
- wykonanie fotoszablonów na fotoploterze - 2 godz.
- przygotowanie dokumentacji płytki obwodu drukowanego w formie zbioru danych na dysku elastytnym - 1 godz.
- Łączny czas projektowania - 60 godz.

II etap - wykonanie płytki modelowej na wiertarko - frezarce:

- przygotowanie płytki laminatu, wiercenie otworów na wiertarko-frezarce wg. programu zawartego na dysku elastytnym - 2 godz.
- metalizowanie otworów - 1 godz.
- wyfrezowanie mozaiki płytki obwodu drukowanego na wiertarko-frezarce, sprawdzenie wykonanego modelu - 8 godz.

11

- obcięcie na wymiar - 0,5 godz.
- Łączny czas wykonania modelu - 11,5 godz.

III etap - wykonanie płytki obwodu drukowanego metodą fotochemigrafii jak w produkcji seryjnej wg. opracowanej Instrukcji technologicznej PIAP/WEC-V-3 "Wykonywanie obwodów z dwustronnymi połączeniami drukowanymi i metalizowanymi otworami w klasie dokładnej i precyzyjnej" odbywało się następująco:

- wykonanie fotoszablonów produkcyjnych /odbitki/
- wiercenie otworów wg. taśmy wierceń i rysunku otworowania na wiertarce numerycznej
- metalizacja otworów w linii MP-1 wg. technologii ITR-u
- laminowanie, naświetlanie, wywoływanie
- domiedziowanie i nakładanie stopu Sn - Pb w linii MP-2 wg. technologii ITR
- zmywanie
- trawienie
- obcinanie na wymiar
- wybłyszczanie
- sprawdzenie

Łączny czas technologiczny wykonania - 6 godz.

Komisja odbioru celu nr 29 po dokonaniu oceny jakościowej wykonanych płytek obwodów drukowanych oraz dokumentacji technologicznej stwierdza, że zostały spełnione założone wymagania i potwierdza pełną przydatność całego procesu technologicznego.