

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

Ośrodek Automatyki Mechanicznej

Główny wykonawca mgr inż. Stanisław Zaprzątek
Wykonawcy mgr inż. Ireneusz Gontarz

Konsultant

Nr zlecenia
U-230401

Opracowanie rodziny prostych sterowników
sekwencyjnych pneumatycznych i elektro-
pneumatycznych

Etap 2A Próby modeli dla prostych układów
automatyzacji.

Zleceńodawca problem węzłowy 06.1

Pracę rozpoczęto dnia 30.06.1981
Kierownik Zespołu OAM/APW

zakończono dnia 30.09.1981
Kierownik Ośrodka OAM

mgr inż. Dariusz Stawiarski

po Z-cy Dyr. d/s Automatyki

dr inż. Tadeusz Gałązka

dr. inż. Tadeusz Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 9

Egz. 1 BOINTE

rysunków 3

Egz. 2 OAM

schematów 8

fotografii

Egz. 3 OAM

tabel

Egz. 4 OAM

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 4703

Analiza deskryptorowa

Sterowanie sekwencyjne

Elektryczne i Pneumatyczne układy sterowania

Analiza dokumentacyjna

W sprawozdaniu przedstawiono wyniki badań modelowych zespołów elektronicznych wchodzących w skład części centralnej prostego sterownika elektro-pneumatycznego.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Sprawozdanie Nr. 4656 ~~Próby~~ Próby modelowe w zakresie adaptacji układów sterowania przeznaczonych do zautomatyzowanych tokarek rewolwerowych.

62-52 Automataczne urządzenia sterownicze

1. Przedmiot badań

Przedmiotem badań były elektroniczne zespoły modelu sterownika sekwencyjnego, elektro-pneumatycznego w którym dokonano steru zmian i usunięto usterki, opisane w sprawozdaniu Nr.4656.

2. Uzupełnienia projektowe i poprawki konstrukcyjne modelu elektronicznego sterownika sekwencyjnego

Najważniejszym zadaniem jakie rozwiązano był sposób realizacji pracy krokowej dla tego typu sterownika /patrz schemat ideowy Nr. 1/. Działanie układu jest następujące : Zbocze narastające impulsu prostokątnego informującego o końcu pracy w danym kroku powoduje wygenerowanie dodatniego impulsu szpilkowego przez generator pojedynczego impulsu G P I I. Impuls ten po przejściu przez bramkę NAND strobowaną ■ sygnałem z przerzutnika R-S "pracy krokowej", już jako impuls odwrócony, oddziałując na przerzutnik R-S "stopu". Przerzutnik ten zmienia swój stan z H na L powodując jednocześnie zamknięcie wejścia zliczającego licznika 74 193 /stan H na wyjściu licznika "B" NAND/ oraz zmianę stanu licznika lokalnego przerzutnika R-S zbudowanego na bramkach NAND. Zmiana stanu wyjścia tego przerzutnika na "wysoki" umożliwia przedostanie się dodatkich impulsów synchronizacji na wejścia bramki "B" NAND. Ponieważ w drugim wejściu tej bramki połączonej z przerzutnikiem R-S "stopu" panuje stan L te impulsy synchronizacji nie przedostają się na wejścia zliczające licznika. Naciśnięcie przycisku "start" powoduje zlikwidowanie "stopu", a więc i zmianę stanu wyjścia przerzutnika R-S "stopu" na H. Otwarta zostaje droga dla impulsów synchronizacji. Pierwszy z nich powoduje zmianę kroku na kolejny zaprogramowany na matrycy. ~~XXXXXXXXXX~~ Uaktywnienie kolejnego wyjścia Y_n sprawia, że pojawia się znowu stan "pracy", a więc powstaje impuls o zboczu spadającym /ze stanu ■ H na L/. Na wyjściu generatora pojedynczego impulsu G p I I I pojawia się ujemny impuls.

szpilkowy, który zmienia stan wyjścia lokalnego przerzutnika R-S na L zamykając drogę dla impulsów synchronizacji. Rozwiązanie zaprezentowane na schemacie 2 pozwala na usunięcie nieprawidłowości związanej z pracą przy użyciu przycisków sterowań ręcznych programowanych w kodzie binarnym; naciśnięcie przycisku "start" powodowało mianowicie pojawienie się na wyjściu funkcji o zaprogramowanym numerze, ale puszczenie tego przycisku nie likwidowało starej funkcji z wyjścia układu /praca oczywiście bez włączonej pamięci na rozpatrywanych wyjściach/. Działanie układu jest następujące. Demultipleksery A3 i A4 /74154/ otrzymują niski sygnał sterujący na wejścia sterujące G-1 wtedy, gdy będzie włączona "praca ręczna" i naciśniemy przycisk "start" /praca z programem binarnym/ lub, gdy naciśniemy jeden z przycisków funkcyjnych z zaprogramowanymi wybranymi funkcjami Y1-Y32. Układy A3 i A4 zostaną uaktywnione również wtedy, gdy układ zatrzyma się na kroku "0" przy pracy cyklicznej. Wtedy pracujemy wyłącznie przy użyciu funkcyjnych przycisków sterowania ręcznego z wybranymi kilkoma wcześniej funkcjami. Wróćmy jednak do chwili, kiedy pracując z programem binarnym puszczaemy przycisk "start" /lub funkcyjny przycisk sterowania ręcznego/. Sygnał sterujący na demultipleksarach zmienia się z L na H; demultipleksery "wyłączają się" /xx jego wyjścia przyjmą stan H/ i zostaje wyzwolony unimibrator scalony 74123. Po czasie około 10 ms /stała czasu unimibratora/ impuls szpilkowy dostaje się na szynę synchronizacji kasując dopiero w tym momencie funkcję wybraną programatorem /w przypadku funkcyjnych przycisków sterowania ręcznego już po ustaniu drgań zestyków/. Wykorzystując unimibrator okazało się możliwe również kasowanie pamięci przyciskiem "stop awaryjny", w przypadku, gdy funkcja, którą wybraliśmy jest z pamięcią.

Jak pokazało doświadczenie, niedopuszczalna jest praca funkcyjnymi przyciskami sterowania ręcznego /tych z przyporządkowanymi wybranymi wcześniej funkcjami/, w czasie, gdy jest uaktywniony programator binarny /naciśnięte przyciski/ ze względu na sposób pracy na wspólne szyny. Sposób rozwiązania doprowadzenia sygnałów do koderów pracy ręcznej przedstawiono na schemacie B. Jak można łatwo się zorientować ze szkicu, koderzy binarne muszą być wszystkie wyciśnięte, aby umożliwić pracę funkcyjnymi przyciskami sterowań ręcznych. Koderzy binarne są ponadto zasilane stanem L z przerzutnikiem R-S "pracy ręcznej", tzn. mogą one być uaktywniane tylko wtedy, gdy jest sygnalizowana "praca ręczna" układu. Takie rozwiązanie umożliwia przy okazji rozwiązanie współpracy koderów pracy ręcznej z wyświetlaczem cyfrowym ~~składającym~~ siedmiusegmentowym. Układki te kontrolę poprawności wybierania numeru funkcji, szczególnie w przypadku kodowania funkcji koderem binarnym, a także rozszerzyły zakres zastępowania wyświetlaczy. /W cyklu automatycznym wyświetlacz służy do informacji o aktualnym numerze kroku na jakim odbywa się realizacja programu/. Sposób sprzężenia wyjść programatora z dekoderem wyświetlacza pokazano na schemacie 4. Właśnie wspomniany dekoder do wyświetlacza stanowił odrębne zadanie, jak się okazało dosyć pracochłonne w realizacji.

Należało zbudować dekoder, który umożliwiłby trzy wyświetlenie liczb od 0-31, mając do dyspozycji dekadery scalone 7447 kodu BCD na kod wskaźnika siedmiusegmentowego /CQYP74/. W tym celu posłużono się metodą Karnaugha minimalizacji funkcji przełączających i otrzymane zminimalizowane funkcje A', B', C', D, A'', B'' będące kombinacją sygnałów AB, BC, CD, DE /odpowiednio $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4$ / otrzymanych z wyjść licznika.

$$A' = A$$

$$B' = B / \overline{CDE} + \overline{CD} + \overline{CDE} / + \overline{B} / \overline{CDE} + \overline{CDE} /$$

$$C' = \overline{CE} / \overline{D} + BD / + \overline{CE} / D + \overline{DB} /$$

$$D^i = D/\overline{ECB} + CEB/ + \overline{DEEB}$$

$$A^{ii} = \overline{EDC} + \overline{EDCB} + \overline{EDC} + \overline{EDCB}$$

$$B^{\#} = ED + \overline{EDC}$$

po kolejnych przekształceniach sumy zastąpiono iloczynami i doprowadzono do postaci możliwej do realizacji za pomocą bramki NAND.

$$A^i = A$$

$$B^i = \overline{B/\overline{CDE}} \cdot \overline{CD} \cdot \overline{CDE/} \cdot \overline{B/\overline{CDE}} \cdot \overline{CDE/}$$

$$C^i = \overline{CE/D} \cdot \overline{BD/} \cdot \overline{CE/D} \cdot \overline{DB/}$$

$$D^i = \overline{BD/CE} \cdot \overline{CE/} \cdot \overline{DEEB}$$

$$A^{ii} = \overline{\overline{EDC}} \cdot \overline{\overline{EDCB}} \cdot \overline{\overline{EDC}} \cdot \overline{\overline{EDCB}}$$

$$B^{\#} = \overline{\overline{ED}} \cdot \overline{\overline{EDC}}$$

Dla polepszenia czytelności wyświetlanych cyfr 6 i 9 zrealizowano połączenie umożliwiające rozświetlenie dodatkowego segmentu "a" wyświetlacza CQYP74 przy świecącej "szóstce" i segmentu "d" przy "dziewiątce". Wykorzystano w tym celu 2 bramki NAND i 2 diody. Realizację tego układu przedstawiono również na schemacie 4.

Zadaniem projektowym nie zrealizowanym w poprzednim etapie badań był sposób realizacji wyjścia obciążeniami wyjść /w tym wypadku cewkami elektrozaworów lub cewkami styczników czy przekaźników/. Po dokładnym rozważeniu wszystkich za i przeciw zdecydowano się na zastosowanie tyrystera BTP129 zamiast stosowanego powszechnie tranzystera obciążonego cewką /patrz schemat 5/. Główną zaletą tego rozwiązania jest wykorzystanie wytrzymałości tyrystera na znaczne przeciążenia prądowe występujące w tym przypadku przy zwarciu cewki

elektrozaworu np. poprzez zwarcie ze sobą odizolowanych części przewodów zasilających. ^{cewka} Jak wskazują doświadczenia tego typu awaria zdarza się stosunkowo najczęściej i powoduje niemal zawsze zniszczenie tranzystera, dla którego cewka jest obciążeniem. Tyryster i cewka prądu stałego elektrozaworu pracują w obwodzie napięcia +24V wyprostowanego dwupołokowo w układzie Greatza /bez filtracji/. Dzięki takiemu rozwiązaniu tyryster wyłącza się zawsze przy przejściu przez zero prądu przepływającego przez niego /oczywiście po zaniku prądu bramki. Tyrystery zgrupowane są w 4 sekcje po 8 elektrozaworów. Każda z sekcji zabezpieczona jest bezpiecznikiem szybkim WTA 2,5A przy założeniu jednoczesności działania maksimum 4 tyrysterów w sekcji /4x0,5A=2A/.

Przepalenie się bezpiecznika w każdej sekcji sygnalizowane jest natychmiast stopem awaryjnym i dodatkową sygnalizacją szczegółową. Sposób rozwiązania układu znajduje się na schemacie 6.

3. Badania modelu

Schemat blokowy modelu sterownika przedstawiono na rys.1, natomiast stanowisko do badań na rys.2.

W celu zbadania działania układu, założono fikcyjny program pracy dla dwóch siłowników. Diagram pracy oraz sposób zaprogramowania maczy dyedowej sterownika, przedstawia rys.3.

Badaniami zostały objęte wszystkie rodzaje pracy sterownika, a więc praca ręczna, krokowa, automatyczna i cykliczna, ze szczególnym zwróceniem uwagi na pracę krokową.

Układ przepracował bezawaryjnie około 30 godzin, pracując w cyklu automatycznym z wykorzystaniem skoku /z kroku "7" na "3"/ i ~~do~~ 20 godzin pracując bez skoku /8 kroków i powrót na krok "01"/ również bezawaryjnie.

Próby z pracą cykliczną ograniczone do 5 godzin, ze względu na podobieństwo cyklu do pracy automatycznej, ze zwróceniem uwagi na zatrzymanie się programu każdorazowo na kroku zerowym. W tym wypadku również praca przebiegała bezawaryjnie.

Natomiast próby przeprowadzone z cyklem krokowym wykazały niezupełnie właściwy sposób zaprojektowania układu generacji impulsu kasującego "stop". Okazało się, że przy wprowadzonej ostatecznie wersji realizacji pracy krokowej, naciśnięcie przycisku "start" /w celu zmiany kroku/ na okres dłuższy niż czas trwania operacji w danym kroku /a jest to możliwe akurat w przypadku realizacji modelowej, gdzie czas ruchu siłownika pomiędzy mikrowyłącznikami krańcowymi jest bardzo krótki ≈ 1 sek/, powodował automatyczną zmianę kroku bez realizacji stopu na końcu kroku. Analiza układu doprowadziła do opracowania koncepcji przedstawionej na schemacie 7. Zastosowanie opornika 100Ω i kondensatora $\approx 1 \mu F$ było konieczne ze względu na występujące zakłócenia od drgań zestyków. Stałą RC dobrano eksperymentalnie. Takie rozwiązanie pozwoliło na generację jednego impulsu niezależnie od przedziału czasu w jakim naciskamy klawisz "start", co przecież często zależy od temperatury obsługującego. Przeprowadzone potem wielokrotne próby /kilkaset razy/ przebiegały bezawaryjnie.

Eksperymentem, którego znaczenia przeocenić nie można, ale który daje pewien pogląd na odporność układu na zakłócenia, były kolejne próby przy użyciu "generatora zakłóceń". Generatorem tym była z konieczności ręczna wiertarka elektryczna pozbawiona kondensatorów ~~masz-~~
~~zynach~~ odsprzęgających, co kapitalnie wpłynęło na jej "wartość" jako generatora zakłóceń komutacyjnych elektromagnetycznych przenoszonych siecią zasilającą /wspólną dla wiertarki i układu sterownika. Szczególnie dużą ilość tych zakłóceń rozsiewa tu wiertarka podczas włączania i wyłączania.

Z przeprowadzonych prób wynika, że bezzakłócenie odbywała się praca w cyklu automatycznym i cyklicznym. Nie wystąpiły najmniejsze nawet nieprawidłowości w pracy licznika, a więc nie było także niezamierzonych przeskoków z krek na krek. Nie obyło się natomiast bez awarii w pracy krekowej. Efektem zakłócenia się tego rodzaju pracy było zatrzymywanie się licznika na jednym z kreków i nie było wtedy możliwe przejście układu na krek następnych. W wyniku analizy schematu i okazało się niezbędnym zablokowanie podejrzanej o powodzenie zakłóceń gałęzi kondensatorami 47 uF/250V i 33 uF/250V. Dalejsza praca układu przebiegała dalej bezawaryjnie. Dla sprawdzenia nieprawidłowości wybrano miejsca zamontowania pojemności odsprzęgających odlutowane ponownie kondensator 47 uF/250V, co już po chwili znowu unieruchomiło zakłócany układ.

Dażąc do jeszcze lepszego odciążenia układu elektronicznego, zdecydowano się na zamontowanie na szynach zasilania 220V filtra sieciowego FP250/r, który okazał się bardzo przydatny w szafach sterowniczych i automatyzowanych frezarek FWD-25/AP-7710 i był przebadany w tamtych układach, pod kątem odporności na zakłócenia. Wyniki tych badań prowadzonych pod kierunkiem inż. Godziszka z OAK-u w pełni potwierdziły jego przydatność do tego celu.

Poza tym filtrem, zastosowano jeszcze indywidualny dławik o indukcyjności 15 μ H na płytce głównej układu modelu sterownika. W przyszłości każda płytka tego sterownika będzie wyposażona w podobny dławik odciążający.

Ostatnim etapem badań były próby pracy. W tym celu posłużono się autotransformatorem o regulacji od 0-250V sterownika przy zasilaniu go napięciem różnym od nominalnego. Podniesienie napięcia zasilającego o 10% /242V/ i obniżenie o 15% /187V/ nie miało żadnego wpływu na zmianę napięcia na wyjściu stabilizowanych zasilaczy F24V i +5V typ EZS, prod. ZAP Ostrów Wlkp. zastosowanych do sterownika.

Natomiast na uwagę zasługują zmiany napięcia na wyjściu transformatora bezpieczeństwa 220V/24V i 160VA. Zilustrowane w tabeli poniżej oraz odpowiednie do tych zmian poziomy napięć na cewce elektrozaworu zasilanego wyprostowanym dwupółokresowym napięciem bez filtra oji /f = 100 Hz/.

	V_zasilajace		
	220V	220V + 10%	220V - 15%
V transformatora wyjściowe po stanie 24V / /	25,5 V	28,5 V	21,5 V
V na cewce elektrozaworu / = /	19V	16V	22V

Przeprowadzone próby nie wykazały niepożądanych zjawisk związanych z pracą elektrozaworów, szczególnie przy zasilaniu napięciem obciążonym o 15%. Istnieje jednak poważna obawa, że te warunki napięciowe będą miały istotny wpływ na pracę cewek styczników pośredniczących we włączaniu sprzęgieł elektromagnetycznych. Zgodnie z zaleceniem producenta, powinny one pracować poprawnie w przedziale napięć $0,85 U_n - 1,1 U_n$ /20,4V - 26,4V/, $U_n=24V$.

Powyższe obserwacje doprowadziły do wniosku, że transformator należy dobrać po stronie wtórnej, aby podnieść napięcie wyjściowe o około 6V, ewentualnie zastosować inny transformator o podobnej mocy i napięciu wyjściowym 32V. Za tym drugim rozwiązaniem przemawiałyby fakt, że dysponujemy bardzo małą ilością miejsca na karkasie wtórnego uzwojenia na dołożenie około 14 zwojów drutu DNE $\varnothing 1,9$ mm.

Omawiany transformator będzie również służyć jako źródło napięcia dla stabilizowanego przestawnika z zabezpieczeniem przeciwzwarciowym który zastąpi w wersji docelowej obecny fabryczny zasilacz stabilizowany. Jest to podyktowane potrzebą zastosowania jednego źródła zasilania 24V dla prądu zmiennego i stałego /należy tylko przypomnieć, że napięciem stałym stabilizowanym +24V zasilane są np.

mikrowyłączniki sygnałów wejściowych, a za ich pośrednictwem układ przetwarzania wejść z transporterami - patrz rys. 1.

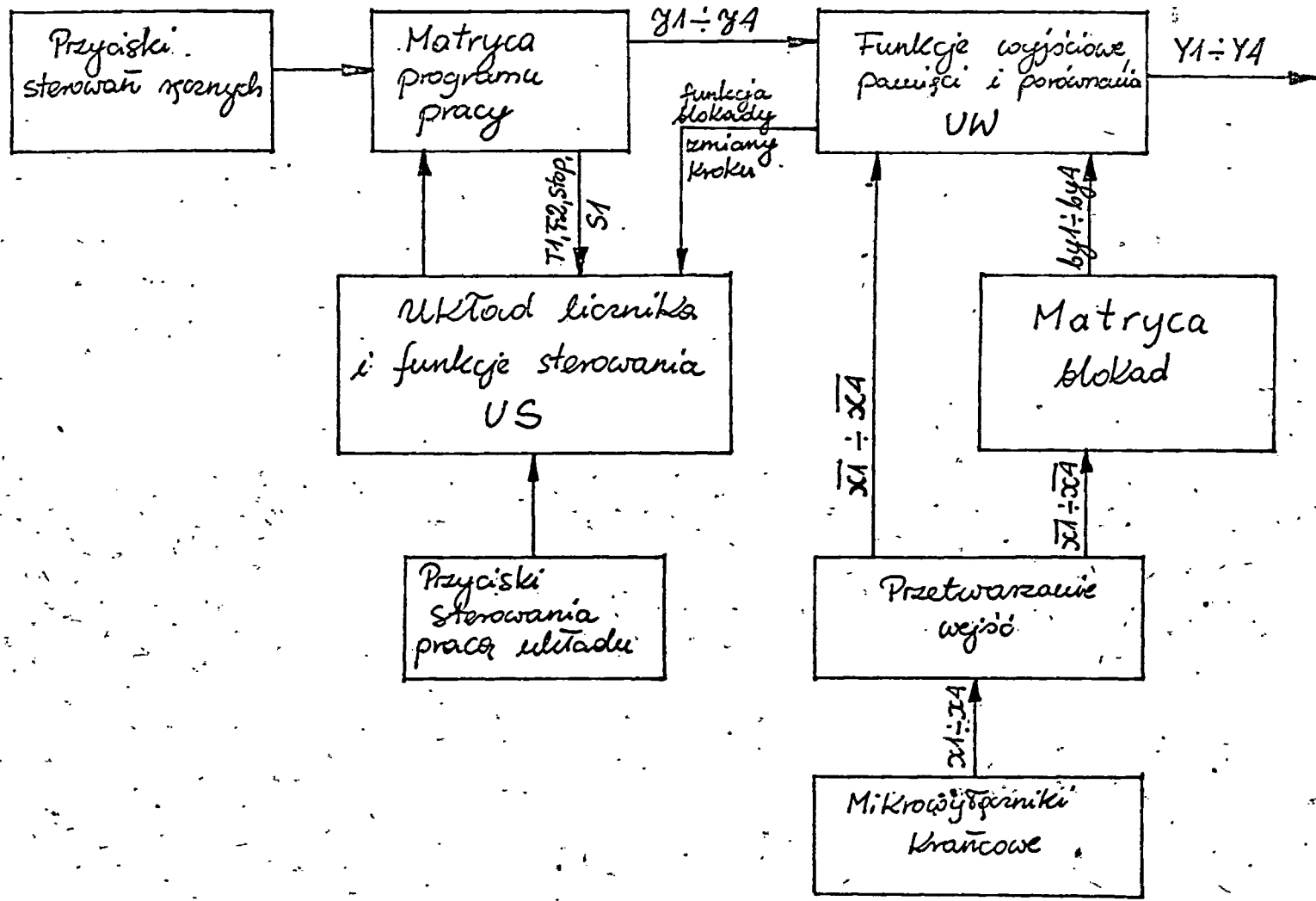
Proponowany układ zasilaczy z transformatorem bezpieczeństwa przedstawiono na schemacie 8.

WNIOSKI

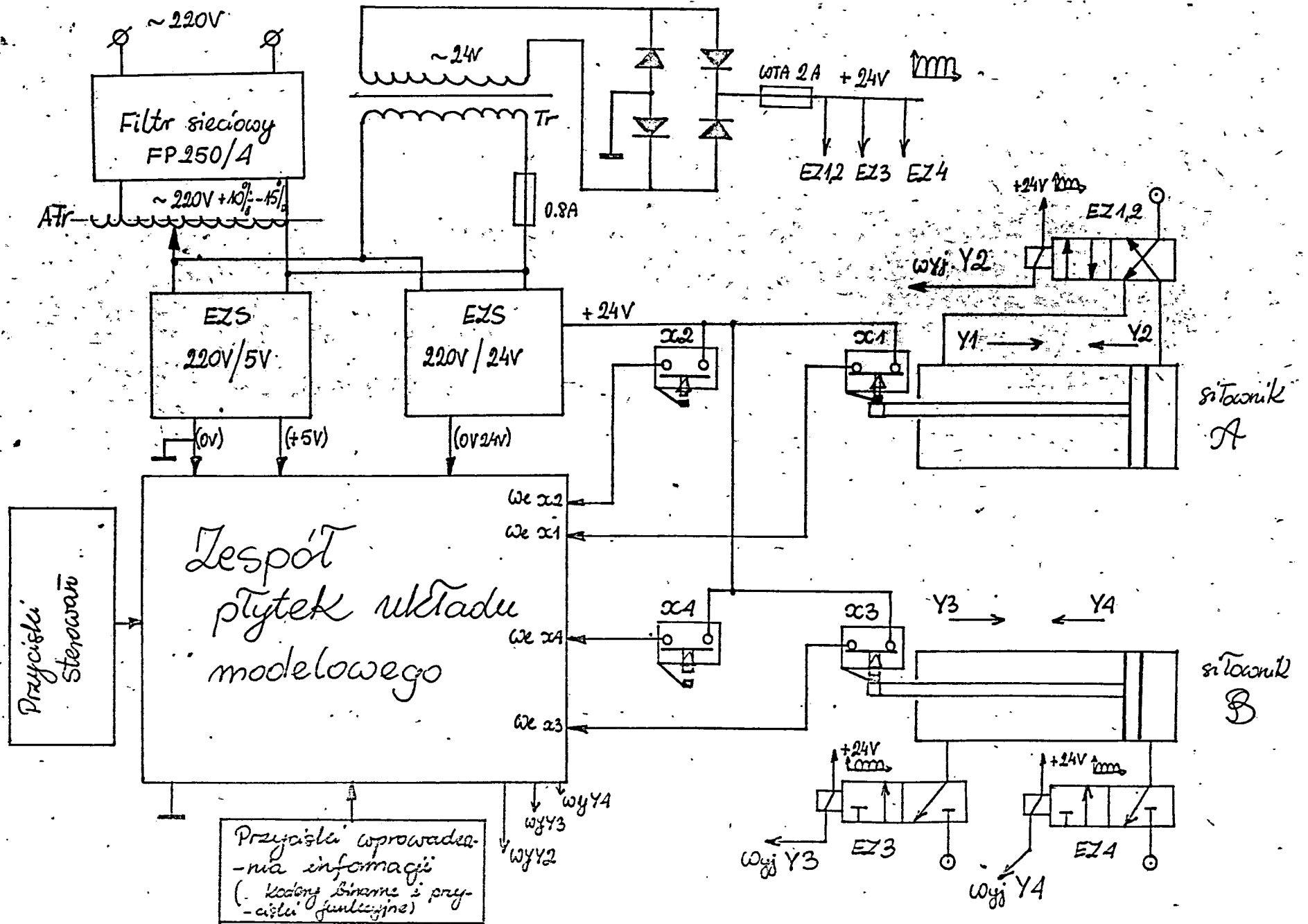
Stwierdzono poprawność działania modelu układu sterownika w formie zaprezentowanej na stanowisku badawczym. W przyszłości jego realizacja konstrukcyjna będzie oczywiście bardziej doskonała. Układ w tej chwili mógłby być szczególnie podatny na wszelkiego rodzaju zakłócenia mimo podjętych środków zapobiegających. Chodzi szczególnie o montaż przewodowy, lutowanie przewodów itp.

Mimo tych wszystkich niedogodności uzyskane rezultaty można ocenić jako dobre. W związku z tym wnioskuje się o przystąpienie do opracowania dokumentacji prototypowej części elektronicznej sterownika. Przy opracowywaniu tej dokumentacji uwzględnić należy wnioski zawarte w sprawozdaniu Nr. 4656 jak również wnioski zawarte w niniejszym opracowaniu.

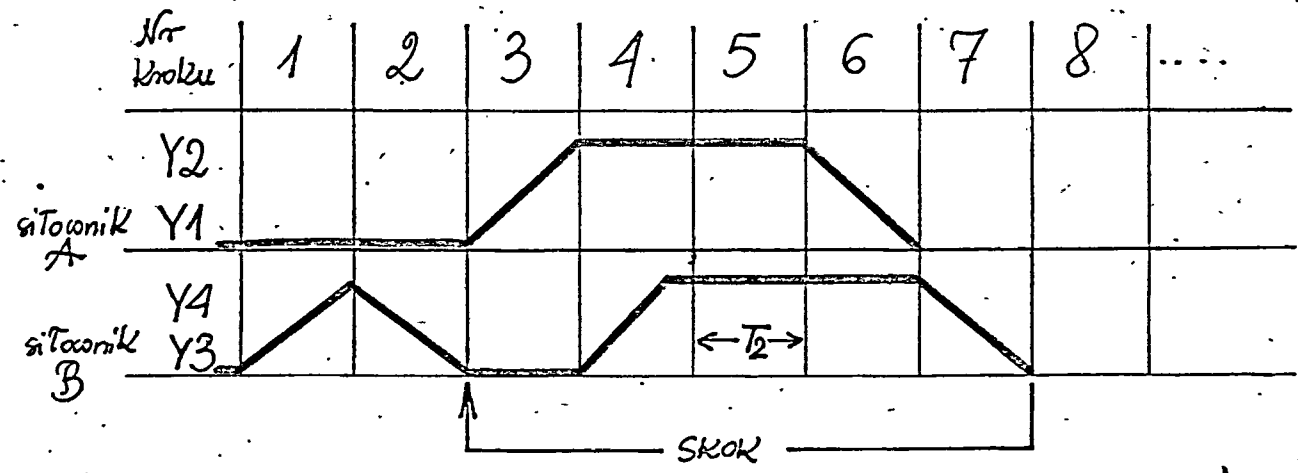
Rys. 1. Schemat blokowy modelu układu elektronicznego.



Rys. 2. Stanowisko do badań



Rys. 3.



Nr kroku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y1						X			
Y2			X						
Y3		X					X		
Y4	X			X					
T2					X				
S1								X	

Matryca programowa

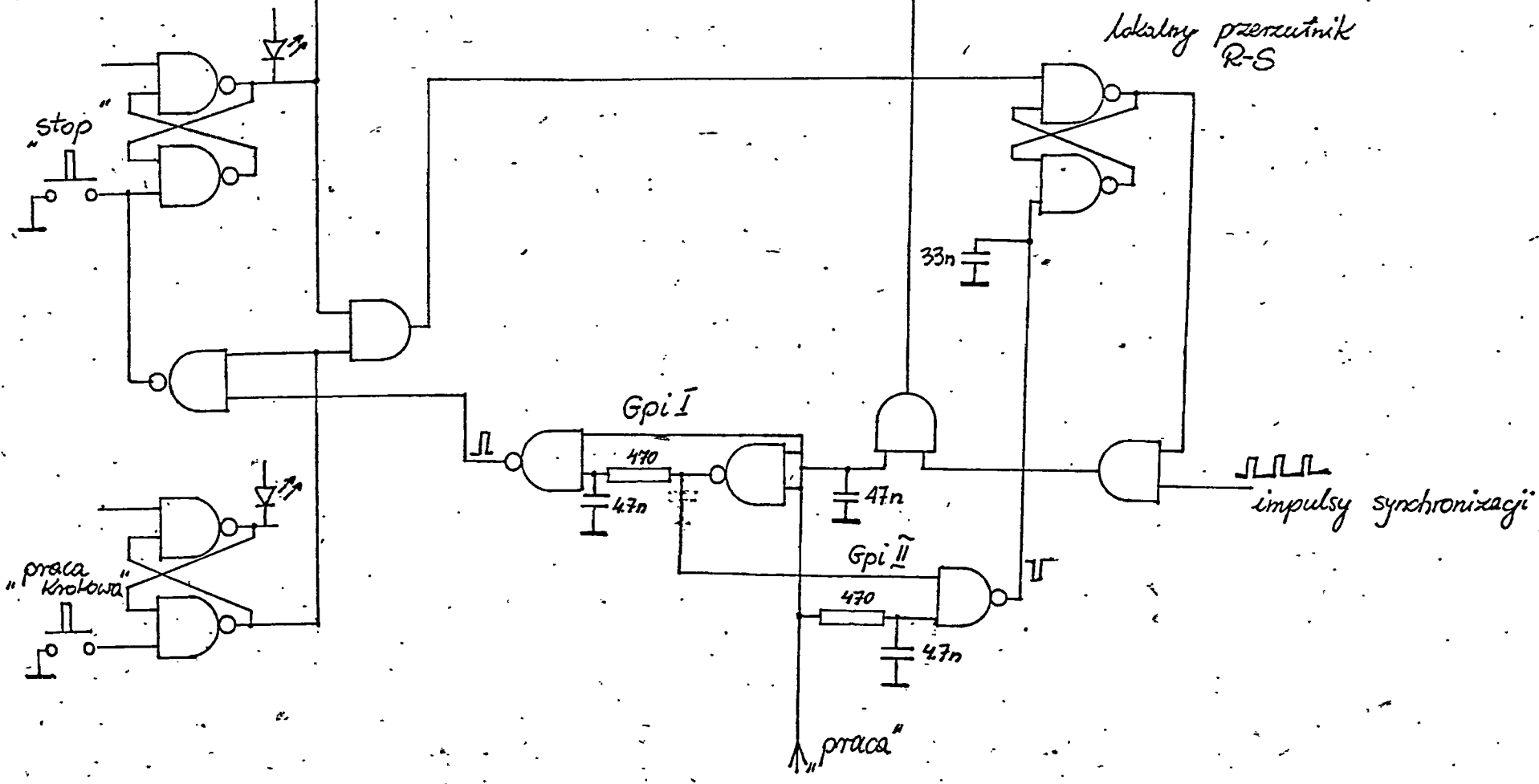
Blokady na matrycy blokad:

- 1.) Blokada pozycji wyjściowej $\rightarrow X1 \cdot X3$
- 2.) Blokada funkcji $Y3 \rightarrow X1$
- 3.) Funkcja pracy krokowej blokuje pojawienie się funkcji $Y3$ przy "pracy krokowej".

Diagram ruchu siłowników A i B, sposób zaprogramowania matrycy programowej oraz co-kodzik matrycy blokad

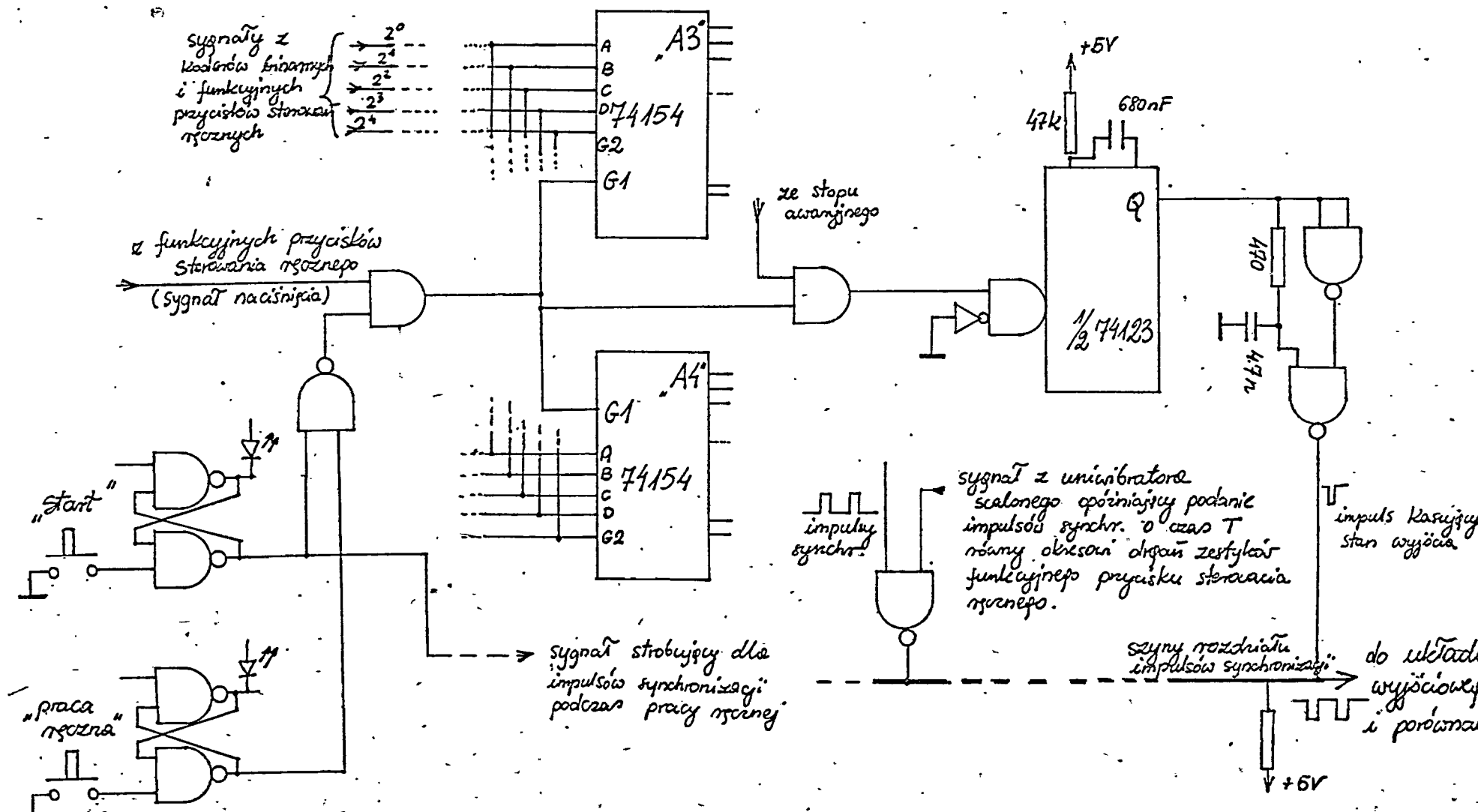
Licznik 174193

"B"



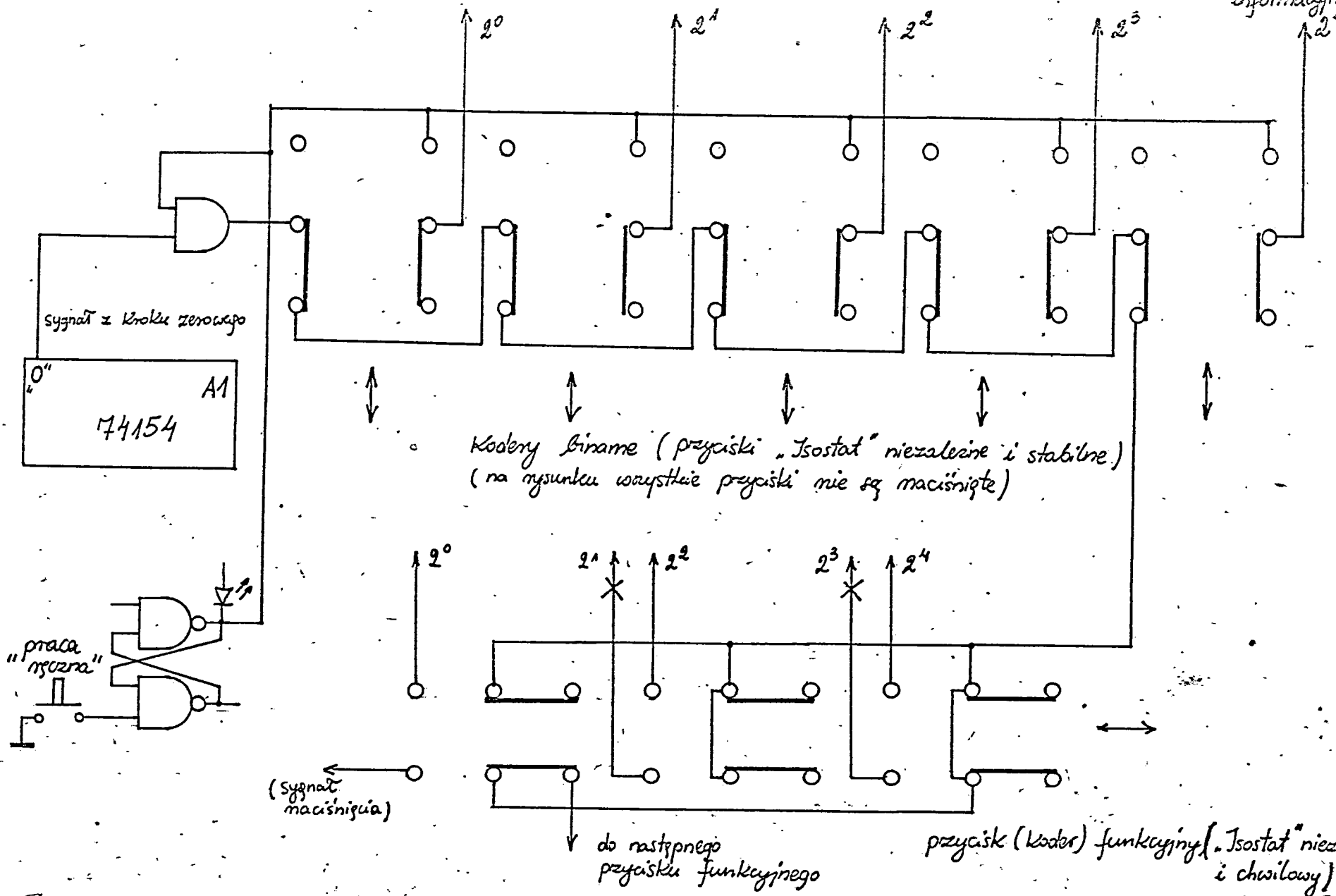
Schemat 1. Układ pracy krokowej

Schemat 2. Układ sterowania dla cyklu pracy maszyn
 z uwzględnieniem przycisków sterowania maszyn



do sygn. kodowych na wejścia adresowe demultiplexera i na wejście informacyjne

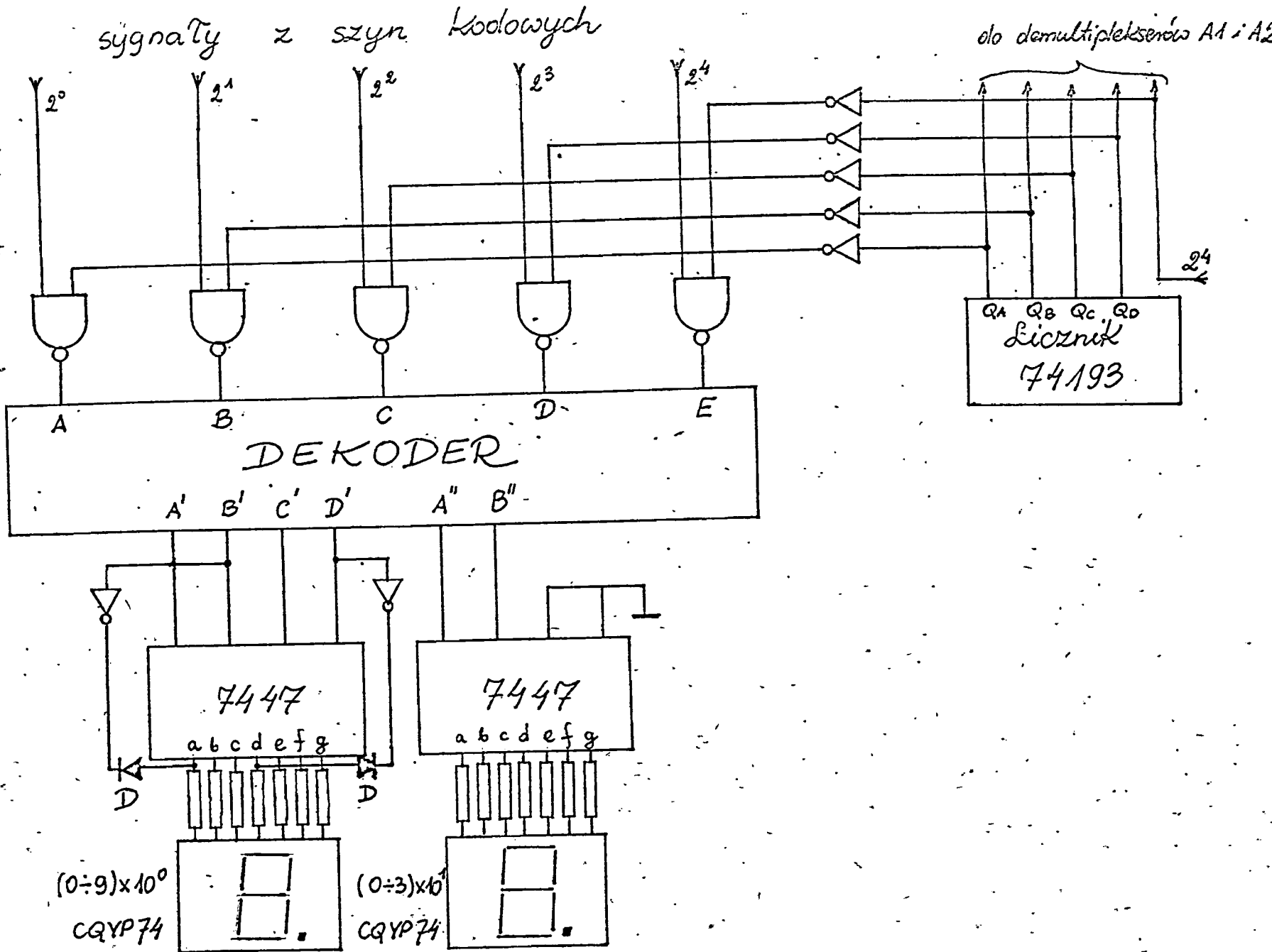
Schemat 3. Zasilanie kodercia pracy mechanicznej wraz z połączeniami



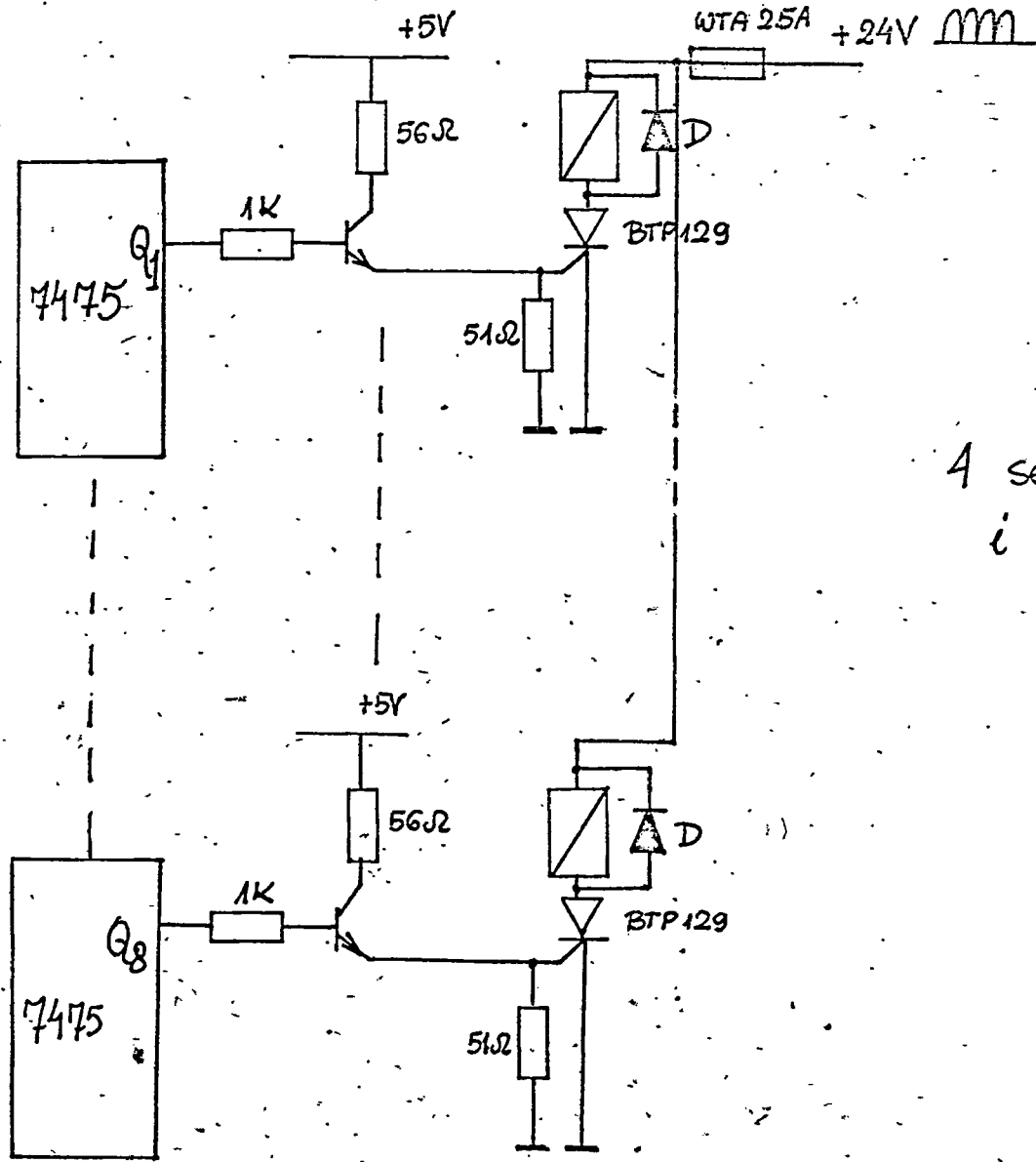
przycisk (kodor) funkcyjny („Isostat” niezależny i chwilowy)

X - krzyżykami oznaczono bity podłączone trwale do sygn. kodowych - przykład $2^1 + 2^3$ czyli funkcja o numerze 6

Schemat 4. Sprzężenie programatoroia pracy ręcznej
 i licznika kroków z dekodorem
 wyświetlaczy siedmiosegmentowych.

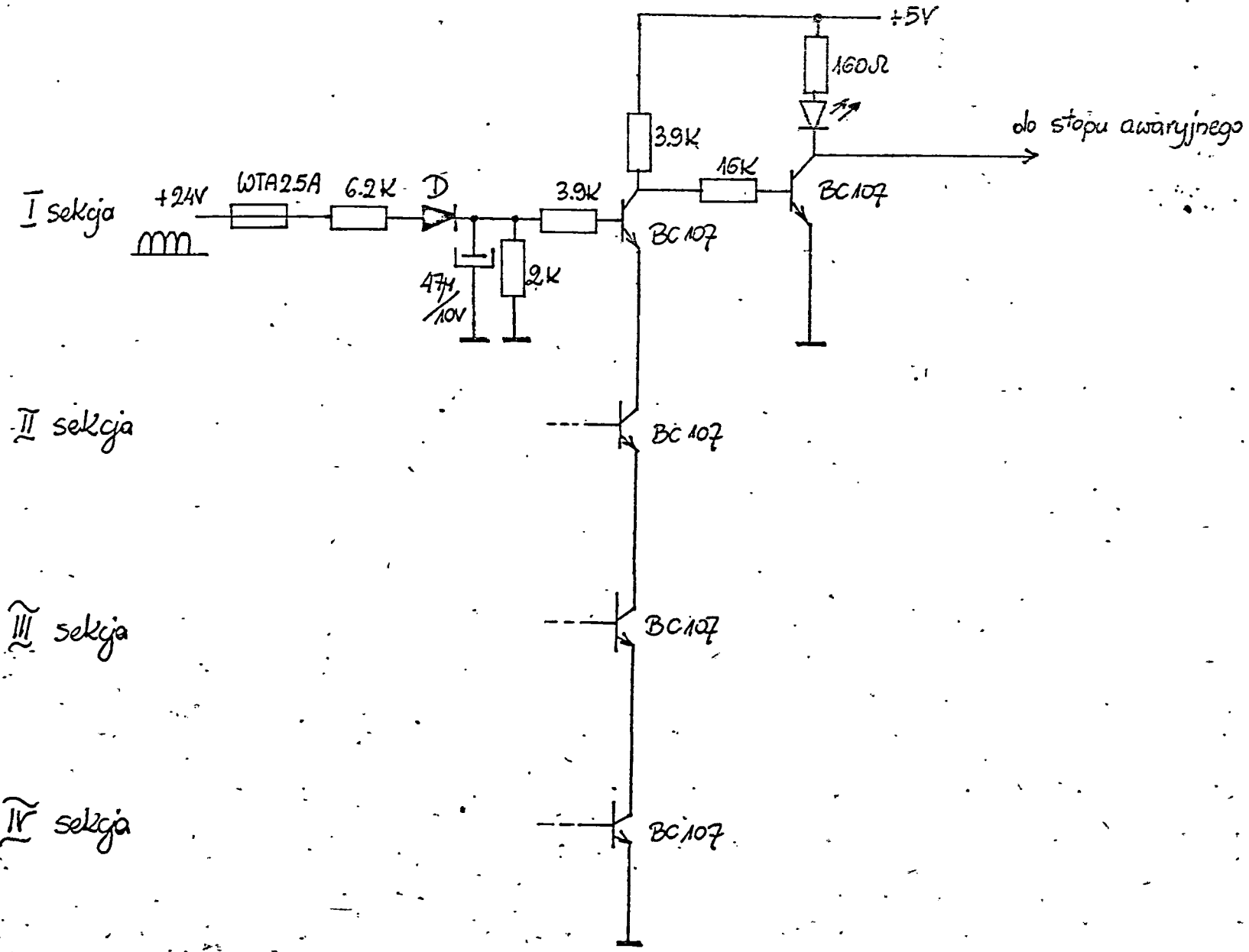


Schemat 5. Układ sterowania cylindrami



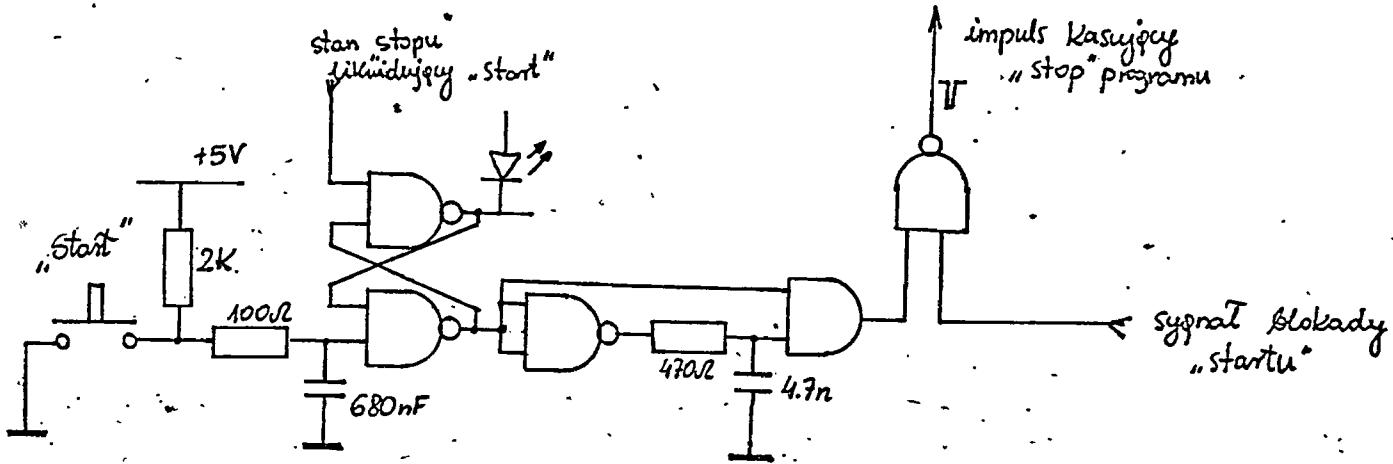
4 sekcje x 8 elektrozaworów (cewek)
i x 8 tyrystorów.

Schemat 6 Układ sygnalizacji przepalenia bezpiecznika sekcijnego.



Schemat 7

Wzrost bezwarunkowanego likwidowania
pomocy "stopu" przez funkcję "startu"
(dla potrzeb realizacji "pracy blokady")



Schemat 8. koncepcja zasilaczy dla przetworników II, III i IV w części i zarobku układu wyjątkowo. dla

