

P. 2900/71

MERA

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA

APARATURA POMIAROWA

MASZYNY MATEMATYCZNE



BIULETYN

7-8

Rok X • 1971

KOLEGIUM REDAKCYJNE

Redaktor Naczelny: mgr Roman Sprawski
Sekretarz Redakcji: mgr Zofia Bieguszevska-Kochan
Redaktorzy działowi: mgr Bolesław Drożak
inż. Ludomir Kowalski
inż. Piotr Głowacki
Członkowie: mgr inż. Janusz Matejak
mgr inż. Ryszard Jackowicz
mgr inż. Andrzej Mańkowski

WARUNKI PRENUMERATY

Cena prenumeraty rocznej - 516.- zł

Instytucje państwowe i społeczne mogą zamawiać prenumeratę wyłącznie za pośrednictwem Oddziałów i Delegatur CKPiW "RUCH". Prenumerata dla czytelników indywidualnych przyjmuje urzędy pocztowe oraz listonosze. Można również dokonać wpłat na konto PKO nr 1-6-100020 CKPiW "RUCH", Warszawa, ul. Wronia 23

**ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU AUTOMATYKI I APARATURY POMIAROWEJ
"MERA"**

P. 2900/71



BIULETYN MERA

**AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA • APARATURA POMIAROWA
MASZYNY MATEMATYCZNE**

W a r s z a w a , lipiec-sierpień 1971

Od redakcji	3
<u>Ekonomika Organizacja</u>	
- T.Papaj - Organizacja i wskaźniki ekonomiczne "Elpo"	5
- Z.Porębski - Problemy organizacji i zarządzania w przedsiębiorstwie wielozakładowym	8
<u>Technika</u>	
- A.Jellonek, J.Marszałek - Tendencje rozwojowe elektronicznej aparatury pomiarowej na świecie i w Polsce w latach 1971-73	12
- J.Trześniowski - Rozwój techniczny Przedsiębiorstwa "Elpo" w latach 1971-75	20
- E.Mortko - Rola Zakładu Doświadczalnego w rozwoju technicznym Przedsiębiorstwa "Elpo" ...	25
- R.Kaczyński - Dynamika wzrostu i problemy ruchu wynalazczego w Przedsiębiorstwie "Elpo"	30
<u>Nowe uruchomienia</u>	
- M.Orzykowski - Całkujący woltomierz cyfrowy typu V-530	32
- P.Studziński, W.Michałowski - Nowe woltomierze cyfrowe o dokładności 0,01%	37
- N.Muchamediarowa - Cyfrowe pomiary napięć zmiennych	46
- M.Karkoszka - Rejestracja wskazań woltomierzy cyfrowych	52
- S.Wilkowski - Nowe konstrukcje woltomierzy elektronicznych z elementami półprzewodnikowymi	56
- B.Jackiewicz - Miliwoltomierze szerokopasmowe produkcji "Elpo"	65
- A.Pohorecki - Miliwoltomierz b.w.cz. dc 1000 MHz typu V-517	73
- B.Ślomian - Wyposażenie rozszerzające możliwości pomiarowe elektronicznych woltomierzy b.w.cz. produkcji "Elpo"	76
- P.Dobrzyński - Problemy wdrażania dc produkcji pH-metrów wg licencji firmy Polymetron ...	81
- T.Piowar - Charakterystyka aparatury chromatograficznej produkowanej w "Elpo" we Wrocławiu	83
- K.Janik - Rozwój przyrządów dla potrzeb miernictwa dynamicznych wielkości mechanicznych	88
- W.Proch - Przyrządy do pomiaru przepływu powietrza /anemometry/	91
- J.Kurilec, B.Szczęśnik, K.Szulec - Nowe aparaty systemu URS/KSA	95
- A.Wiśniewski - Przygotowanie powierzchni obwodów drukowanych dc operacji lutowania	99
✓ - Z.Matyszkiewicz - Lutowanie płytek obwodów drukowanych przy zastosowaniu urządzeń do lutowania na fali stojącej	102
- H.Tokarski - Elektroniczne oprzyrządowanie technologiczne w "Elpo" w Warszawie	106
- J.Bryzek - Elektroniczny pomiar temperatury dc 440°C czujnikiem termistorowym z linearyzacją skali	109
- E.Polak - Stabilizowane źródła prądu stałego typów: PO-165, PO-175, PO-200	111
- R.Sajdakowski - Urządzenie dc automatycznego sprawdzania i sortowania rezystorów	113
- E.Kasprzak - Uniwersalne obudowy form wtryskowych z wymiennymi elementami formującymi ...	115
- Z.Sztobryn - Uniwersalny przyrząd pomiarowy typu K-933 dla serwisu odbiorników radiofonicznych i telewizyjnych	118
- A.Marciniak - Uniwersalny zestaw telewizyjny typu K-935	125
- J.Wróblewski - Zestaw pomiarowy typu ZPFM-2 dla radiotelefonów	128
- J.Ejgin - Nowy miernik modulacji i dewiacji typu C-542 do kontroli pracy nadajników radiofonicznych i generatorów sygnałowych	132
- M.Lipiński - Nowe przyrządy do pomiarów stałych obwodów	136
- A.Maciejewski - Zasilacze tranzystorowe	140
<u>Komunikaty</u>	144

W celu dostarczenia czytelnikom pełnej informacji o przedsiębiorstwach zgrupowanych w Zjednoczeniu Przemysłu Automatyki i Aparatury Pomiarowej "Mera" rozpoczynamy wydawanie monograficznych numerów Biuletynu "Mera". Niniejszy 7-8 numer zawiera opracowania dotyczące Zjednoczonych Zakładów Elektronicznej Aparatury Pomiarowej "Elpo". W artykułach i komunikatach przedstawiono dotychczasowe osiągnięcia "Elpo" w dziedzinie konstrukcji i technologii procesów wytwarzania oraz zamierzenia rozwojowe na lata 1971-75

R e d a k c j a

Wszystkich czytelników, zainteresowanych bliżej materiałami zamieszczonymi w niniejszym Biuletynie "Mera" zapraszamy do uczestnictwa w spotkaniu z autorami artykułów. Celem spotkania będzie nawiązanie bezpośredniego kontaktu między przedstawicielami producenta elektronicznej aparatury pomiarowej, a jej odbiorcami, oraz wymiana doświadczeń technicznych. Spotkanie odbędzie się na terenie ZZEAP "Elpo" w Warszawie przy ul. Biało-brzeskiej 53 w terminie, który podany zostanie zainteresowanym po wysłaniu zgłoszenia zamieszczonego poniżej.

ZZEAP "Elpo"

D R U K

Niniejszym zgłaszamy uczestnictwo naszych Przedstawicieli w osobach:

.....
.....

na spotkanie z autorami publikacji zamieszczonych w Nr 7-8 Biuletynu "MERA".

Program oraz informacje o terminie i warunkach uczestnictwa prosimy przesyłać pod adresem:

.....
.....

/nazwa jednostki zgłaszającej/

D y r e k t o r

.....

EKONOMIKA ORGANIZACJA

Tadeusz PAPAJ
Dyrektor ZZEAP "Elpo"

elpo

ORGANIZACJA I WSKAZNIKI EKONOMICZNE ROZWOJU PRZEDSIĘBIORSTWA "ELPO"

Zjednoczone Zakłady Elektronicznej Aparatury Pomiarowej "Elpo" - największy w kraju przemysłowy producent elektronicznej aparatury pomiarowej - są przedsiębiorstwem wielozakładowym, w skład którego wchodzi:

- Zakład w Warszawie /którego Dyrekcja jest równocześnie Dyrekcją Przedsiębiorstwa/,
- Oddział w Nasielsku,
- Oddział we Wrocławiu,
- Oddział w Szczecinie,
- Zakład Doświadczalny "Eureka" w Warszawie wraz z Wydziałami ZD przy Oddziałach we Wrocławiu i Szczecinie.

Organizacja zarządzania w "Elpo" jest nietypowa w porównaniu z innymi przedsiębiorstwami wielozakładowymi. Dyrekcja i kadra kierownicza Przedsiębiorstwa sprawują bezpośrednie kierownictwo Zakładu warszawskiego oraz spełniają funkcje kierownicze i kontrolne w stosunku do wszystkich zgrupowanych w "Elpo" jednostek organizacyjnych. Przedsiębiorstwo jest podzielone nie tylko terytorialnie i organizacyjnie, ale posiada ściśle określoną specjalizację techniczno-produkcyjną.

Zakład warszawski nastawiony jest na produkcję aparatury z odczytem cyfrowym /woltomierze i częstotłomierze/ i przyrządów serwisu RTV; Oddział we Wrocławiu - przyrządów do pomiaru dynamicznych wielkości mechanicznych, przyrządów do pomiaru i analiz gazów, cieczy kwasów i zasad, przyrządów do pomiarów wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi oraz bloków automatyki KSA URS; Oddział w Szczecinie - analogowych przyrządów do pomiaru napięć i prądów, przyrządów do pomiaru stałych obwodów, przyrządów do pomiaru przepływu powietrza; Oddział w Nasielsku wykonuje części mechaniczne dla Zakładu w Warszawie i w kooperacji dla pozostałych jednostek "Elpo". Zakład Doświadczalny "Eureka" prowadzi prace rozwojowe i konstrukcyjno-doświadczalne w zakresie aparatury pomiarowej produkowanej przez "Elpo".

Tak szeroki asortyment produkowanej przez "Elpo" elektronicznej aparatury pomiarowo-kontrolnej wynika przede wszystkim ze zróżnicowanego zapotrzebowania odbiorców krajowych i zagranicznych. Aparatura tego typu

nie jest powszechnie używana, lecz stosowana do pomiarów specjalistycznych; wynika stąd konieczność produkowania jej w krótkich seriach powtarzalnych corocznie, w zależności od aktualnego zapotrzebowania.

Na tle przedstawionej organizacji Przedsiębiorstwa ciekawie kształtują się wskaźniki ekonomiczne, jakie "Elpo" powinno osiągnąć w porównaniu z rokiem ubiegłym oraz latami poprzednimi. Dynamikę rozwoju przedstawiono w tabelicy 1.

T a b l i c a 1

Lp.	Wyszczególnienie	1960 r.	1970 r.
1.	Produkcja globalna /w. tys. zł./	100	1302
2.	Zatrudnienie ogółem, w tym:	100	358
	pracownicy inżynieryjno-techniczni	100	402
	robotnicy grupy przemysłowej	100	376
3.	Wydaźność na 1 robotnika grupy przemysłowej	100	345

Z danych zawartych w tabelicy 1 wynika, że wzrost we wszystkich wskaźnikach jest bardzo wysoki, najszybszy jednak w dziedzinie produkcji. Porównanie takie odzwierciedla ogólną dynamikę rozwoju Przedsiębiorstwa. Celem jest również porównanie wskaźników roku bieżącego i roku ubiegłego. Biorąc wykonanie planu w roku 1970 za 100% i porównując z planem TPF na rok 1971 otrzymamy następujące dane, dotyczące wzrostu produkcji wg grup asortymentowych produkowanych wyrobów:

grupa 0918 - elementy automatyki impulsowej	61,7%
grupa 0919 - części urządzeń do automatycznej regulacji i sterowania	265,3%
grupa 0941 - aparatura elektryczna do pomiarów wielkości elektrycznych	31,6%
grupa 0943 - aparatura do pomiarów wielkości mechanicznych	75,0%

Ogółem w roku 1971 występuje wzrost produkcji wg asortymentów o 16,5% w porównaniu z rokiem 1970.

Znaczny wzrost produkcji występuje w grupie 0918, zawierającej automaty schodowe stosowane w budownictwie mieszkaniowym i automaty czasowe stosowane w rolnictwie oraz w grupie 0919, zawierającej urządzenia elektroniczne /bloki URS/ do automatyki przemysłowej. Natomiast zmniejszenie produkcji /o 6,2%/ występuje w grupie aparatury elektronicznej /grupa 0942/ i wynika z braku możliwości zaspokojenia całego zapotrzebowania na tę aparaturę przy jednoczesnym zwiększeniu dostaw wyrobów należących do wymienionych uprzednio 2 grup.

Inne wskaźniki planu na rok 1971 przedstawiają się następująco /"+" oznacza wzrost, "-" oznacza spadek/:

- produkcja globalna z narzędziami	+19,2%
- produkcja towarowa wg cen zbytu 1971 r.	+15,9%
- produkcja zakładowa	+9,3%
- zatrudnienie ogółem bez uczniów	+3,5%
- osobowy fundusz płac ogółem	+5,2%
- średnia płaca na 1 pracownika ogółem	+1,6%
- średnia płaca na 1 robotnika	+2,0%

- wydajność pracy na 1 pracownika wg produkcji globalnej	+15,1%
- bezosobowy fundusz płac	-71,5%
- koszt własny produkcji towarowej	+19,2%
- planowana obniżka kosztów własnych	+11,4%
- wskaźnik rentowności brutto	-12,8%
- zysk bilansowy	+4,1%
- koszt własny sprzedanej produkcji	+18,6%
- akumulacja na sprzedaży	+1,4%

Wzrost zatrudnienia planowany jest głównie dla Oddziału w Szczecinie, w związku ze znacznym wzrostem jego zadań techniczno-produkcyjnych, wynikających z planowanego przejęcia do użytku nowych obiektów produkcyjnych. Wskaźnik pokrycia przyrostu produkcji wzrostem wydajności pracy mierzonej wartością produkcji globalnej wynosi 81,8%. Nieporównywalny wzrost kosztów produkcji sprzedanej, akumulacji i zysku w stosunku do wzrostu wartości produkcji i sprzedaży w cenach realizacji wynika głównie ze zmian asortymentowych w planie produkcji na rok 1971 i podwyższenia kosztów sprzedaży. Wycofanie części wyrobów z produkcji oraz wprowadzenie do niej 17 nowych wyrobów powoduje zmniejszenie akumulacji i zysku o 6,2 mln zł, a wprowadzenie 5% marży dla central handlu zagranicznego podwyższa koszty sprzedaży i zmniejsza akumulację o 3,2 mln zł. Po uwzględnieniu powyższych zmian wzrost akumulacji wyniesie 21,2%, wzrost zysku - 22,7%, co odpowiada planowi wzrostu produkcji i założonej wspólnej obniżce kosztów własnych.

Ten krótki przegląd wskaźników uzasadnia twierdzenie, że rozwój "Elpo" jest dynamiczny. Oto kilka informacji na temat udziału produkcji "Elpo" w całokształcie produkcji Zjednoczenia "Mera". Ostatnio przeprowadzone obliczenia wykazały, że przemysł automatyki i elektronicznej aparatury pomiarowej, którego zakłady zgrupowane są w większości na terenie Warszawy, stanowi 25% całkowitej produkcji Zjednoczenia /pod uwagę wzięto tylko zakłady warszawskie: "Elpo", "Era", "PAP" i "Meramat"/. Z danych przedstawionych przez Zjednoczenie wynika, że udział "Elpo" w ogólnej produkcji Zjednoczenia "Mera" kształtuje się w granicach ok.10%. Udział ten powinien mieć tendencję rosnącą jeśli weźmie się pod uwagę fakt coraz szerszego zastosowania elektronicznej aparatury pomiarowej oraz, że procent wyrobów w grupie A nowoczesności wzrósł z 67,8% w roku 1970 do 79,7% w roku 1971.

Aparatura ta jest nośnikiem postępu technicznego w innych gałęziach przemysłu i bez niej nie mają możliwości pełnego rozwoju, takie dziedziny, jak np.: automatyzacja procesów wytwórczych, przetwarzanie danych, procesy hutnicze, sterowanie urządzeń, pomiary laboratoryjne.

Mamy nadzieję, że kadra inżynierów i robotników "Elpo" stanie na wysokości zadania - konstruując i wykonując coraz bardziej nowoczesne przyrządy spowoduje zmniejszenie różnic w postępie technicznym między Polską a przodującymi krajami świata.



PROBLEMY ORGANIZACJI I ZARZĄDZANIA

W PRZEDSIĘBIORSTWIE WIELOZAKŁADOWYM

Zjednoczone Zakłady Elektronicznej Aparatury Pomiarowej "Elpo" są obecnie największym w kraju producentem elektronicznej aparatury pomiarowej. Jak doszło do tego, że z małego oddziału produkcyjnego "Elpo" stało się przedsiębiorstwem wielozakładowym?

Historia "Elpo" rozpoczyna się w roku 1954. W latach pięćdziesiątych, w związku z burzliwym rozwojem elektroniki na świecie, stworzono podstawy do rozwoju tej produkcji również w Polsce. Jednym z pierwszych kroków w tym zakresie stało się Zarządzenie Ministra Przemysłu Maszynowego z dnia 1.II.1954 r. o utworzeniu Zakładów Wytwórczych Elektronowych Przyrządów Pomiarowych w Warszawie, których przedmiotem działania miała być produkcja elektronicznych przyrządów pomiarowych dla potrzeb serwisu radiowo-telewizyjnego. Zarządzenie to przewidywało możliwość tworzenia filii terenowych "Elpo", co, jak się okazało, miało duże znaczenie w przyszłości.

W marcu 1954 r. zaczęto kompletować załogę, z której utworzono mały oddział produkcyjny w budynku należącym do Zakładów Wytwórczych Urządzeń Telefonicznych przy ul. Barskiej. W tym samym roku rozpoczęto produkcję prostych przyrządów, takich jak: autotransformatory, rezystory dekadowe i mostki, przeznaczone głównie dla potrzeb szkół, laboratoriów i warsztatów radiotechnicznych.

Konkretny profil produkcji określono w roku 1958: wytwarzanie elektronicznej aparatury pomiarowej, przy założeniu stałego wzrostu dokładności w nowych opracowaniach. Do tego roku wzrosła produkcja i zatrudnienie, zwiększyła się też powierzchnia Zakładu po przeniesieniu ZWUT do innych budynków.

Do roku 1964 problemy organizacji i zarządzania nie nastroczały trudności. W roku 1964, po utworzeniu filii "Elpo" w Nasielsku, problem zarządzania i struktury organizacyjnej zaczął się komplikować i wysuwać na czołowe miejsce ze względu na pionierskie w Polsce pociągnięcie, jakim było utworzenie zamiejscowej filii Zakładów i zupełny brak wzorców organizacyjnych w tym zakresie.

W tym samym roku powołano Zjednoczenie "Mera", które przejęło nadzór nad "Elpo"; zmieniono nazwę Zakładów na Zjednoczone Zakłady Elektronicznej Aparatury Pomiarowej "Elpo"; w lipcu "Elpo" przejęło Zespół Wydziałów Zakładu Doświadczalnego Instytutu Tele- i Radiotechnicznego we Wrocławiu, tworząc tam drugi po Nasielsku Oddział "Elpo".

W styczniu 1965 r. "Elpo" przejęło szczeciński oddział Zakładów Wytwórczych Aparatury Precyzyjnej "Pafal". W roku tym rozpoczęto również na terenie "Elpo" w Warszawie budowę nowych obiektów. Na początku 1966 r.

przejęta została Konstrukcyjno-Prototypowa Spółdzielnia Pracy "Eureka", na bazie której utworzono Zakład Doświadczalny Elektronicznej Aparatury Pomiarowej podległy "Elpo". W dwa lata później utworzono przy Oddziale we Wrocławiu Wydział Zakładu Doświadczalnego "Eureka". W Warszawie oddano do użytkowania nowy budynek produkcyjny. Pozwoliło to na znaczną poprawę warunków pracy.

Oddanie do użytku nowych powierzchni produkcyjnych umożliwiło też przejęcie przez "Elpo" w roku 1969 Technicznej Spółdzielni Pracy "Energia". Jednocześnie we Wrocławiu i Nasielsku oddane zostały do użytku nowe obiekty produkcyjne; rozbudowywano również Oddział w Szczecinie, gdzie budowano nowe obiekty i w roku 1970 utworzono drugi z kolei Wydział Zakładu Doświadczalnego.

Utworzenie jednostek zamiejscowych "Elpo" spowodowało i powoduje wiele trudności organizacyjnych, z którymi na co dzień stykają się i pokonują pracownicy Zakładów. Możliwości omówienia wszystkich tych trudności i problemów w krótkim artykule są ograniczone, stąd też poruszono tutaj niewiele spraw, z których jednak każda mogłaby stanowić temat oddzielnego opracowania.

Pierwsze trudności zaczęły się ujawniać z chwilą powstania filii Zakładów w Nasielsku. Nazwa tej jednostki "Oddział", spowodowała dużo nieporozumień w ustalaniu struktury organizacyjnej. Nazwa ta, która stosowana jest zazwyczaj przy podziale dużych wydziałów produkcyjnych na mniejsze jednostki - oddziały produkcyjne - obejmujące pewną wydzieloną liczbę stanowisk roboczych związanych wspólnym terenem, technologią lub przedmiotami produkcji i kierowane przez mistrzów - została początkowo zastosowana dla filii w Nasielsku, a następnie dla jednostek utworzonych we Wrocławiu i Szczecinie. Spowodowało to powstanie oddziałów w oddziałach, gdyż jednostki we Wrocławiu i Szczecinie posiadają wydziały produkcyjne podzielone na mniejsze komórki - oddziały.

Wydawałoby się, że rozwiązanie tego problemu jest sprawą łatwą. Wystarczyłoby nadać jednostkom we Wrocławiu i Szczecinie /które posiadają wszystkie komórki organizacyjne niezbędne do prowadzenia samodzielnej działalności/ nazwę "Zakład", a jednostce w Nasielsku - "Wydział Mechaniczny" lub "Wydział Produkcyjny", a po jego rozbudowie i przejęciu większego zakresu prac, również nazwę "Zakład". Wymaga to jednak wydania przez ministra Przemysłu Maszynowego zarządzenia nie tylko określającego zmianę nazwy jednostek "Elpo", lecz również pozostałych "tworów" organizacyjnych, które powstały przy innych zakładach przemysłowych w całej Polsce.

Każde przedsiębiorstwo wielozakładowe posiada swą centralę, czyli komórki kierujące wszystkimi pracami oraz zajmujące się sprawami rozwojowymi przedsiębiorstwa jako całości. W kombinatach i typowych przedsiębiorstwach wielozakładowych jest to najczęściej wyodrębniona grupa osób. W "Elpo" taką minicentralą jest Dyrekcja Zakładu w Warszawie, będącą równocześnie Dyrekcją Przedsiębiorstwa, oraz część kadry kierowniczej Zakładu warszawskiego. Sytuacja taka stwarza jednak wiele kłopotów, np. przy podziale wskaźników.

Dyrekcja Przedsiębiorstwa spotykała się uprzednio dosyć często z zarzutami ze strony Oddziałów, że otrzymują one wskaźniki gorsze i trudniejsze do wykonania, ponieważ Dyrekcja Przedsiębiorstwa jest zarazem Dyrekcją Zakładu warszawskiego i bardziej dba o Zakład w Warszawie. Podobne zarzuty były zgłaszane ze strony Zakładu warszawskiego, że musi on ponosić wszelkie konsekwencje związane z niewykonywaniem planów produkcyjnych przez Oddziały, otrzymuje wskaźniki o wiele bardziej "wyśrubowane" itp.

Oczywiście, ani jedna ani druga strona nie miała racji. Podział wszelkich wskaźników dyrektywnych otrzymywanych ze Zjednoczenia odbywał się i odbywa według kryterium możliwości ich wykonania przez poszczególne jednostki "Elpo", po przeprowadzeniu dogłębnej analizy.

Innym problemem jest koordynacja działalności organów społeczno-politycznych, działających w poszczególnych jednostkach. Ze względu na swą terytorialną przynależność, w każdym z Oddziałów i w Zakładzie warszawskim istnieją odrębne Rady Zakładowe, Rady Robotnicze i Podstawowe Organizacje Partyjne, podległe jednostkom terenowym wyższego rzędu. Do czasu utworzenia kombinatów brak było dokumentu regulującego współdziałanie czynników społeczno-politycznych w przedsiębiorstwach wielozakładowych. Każda jednostka posiadała własną Konferencję Samorządu Robotniczego, decydującą o sprawach zasadniczych dla danej jednostki, często niezgodnie z duchem działalności przedsiębiorstwa jako całości. Nowe przepisy nie pozwalają na stworzenie KSR przedsiębiorstwa składającej się z odpowiedniej ilości reprezentantów poszczególnych jednostek. Istnieje jednak możliwość comiesięcznego zbierania się przedstawicieli poszczególnych KSR-ów w celu omówienia działalności w imię wspólnych interesów. Sprawy te są bardzo poważnym problemem dla "Elpo", gdyż w przypadku zaistnienia możliwości powołania KSR Przedsiębiorstwa, w skład której wchodziłoby po trzech przedstawicieli czynników społeczno-politycznych z każdej jednostki, z prawem głosu przy podejmowaniu wiążących decyzji - przedstawiciele ci byłiby zorientowani w problematyce całego Przedsiębiorstwa, a nie jak dotychczas, tylko własnych jednostek.

Ważnym problemem w działalności "Elpo" jako przedsiębiorstwa wielozakładowego są delegacje służbowe i związane z nimi koszty. Ponieważ przejęte jednostki podlegały różnym resortom i w związku z tym miały odmienną niż Zakład warszawski organizację pracy i produkcji, konieczne były częste wyjazdy służbowe kierowników działów i innych specjalistów Zakładu warszawskiego do Oddziałów, w celu prawidłowego ustawienia organizacji, udzielenia pomocy i instruktażu przy wprowadzaniu zmian itp. Po wstępnym uporządkowaniu spraw organizacyjnych w podległych jednostkach koszty delegacji zmalały, są jednak nadal wysokie ze względu na konieczność sprawowania nadzoru i kontroli nad poszczególnymi komórkami organizacyjnymi Oddziałów przez kierowników komórek w Warszawie oraz konieczność bieżącego bezpośredniego załatwiania pilnych spraw.

Problemem dużej wagi stał się konieczny po przyłączeniu jednostek terenowych wzrost biurokracji. Konieczne było zaopatrzenie przejętych jednostek w setki aktów normatywnych, których odpisy należało wykonać, gdyż bez nich prawidłowa działalność nie byłaby możliwa. Biurokracja ta jest czasami zbędna. Dla przykładu: każde zarządzenie przesyłane przez jednostkę nadrzędną /lub prawie każde/ jest przepisywane na maszynie w odpowiedniej ilości egzemplarzy i przesyłane do wszystkich jednostek. Dzieje się tak, ponieważ jednostki nadrzędne wykonując odpisy lub własne zarządzenia na powielaczu, przysyłają do przedsiębiorstwa zbyt małą ilość egzemplarzy. Powoduje to marnotrawstwo czasu pracy maszynistek. Może należałoby wystąpić do jednostek wydających zarządzenia /np. MPM, GUS, KPiP/, aby przysyłały Zjednoczeniu "Mera" ilość egzemplarzy, wystarczającą dla wszystkich zakładów zgrupowanych w Zjednoczeniu oraz ich filii.

Wymienione wyżej problemy nie wyczerpują wszystkich, z którymi stykają się Dyrekcja i kadra kierownicza Przedsiębiorstwa. Problemy małe, średnie i duże wynikają w codziennej pracy. Niektóre z nich są rozwiązywane natychmiast, inne /początkowo trudne do rozwiązania/ są pokonywane po dłuższym okresie czasu, jeszcze inne okazują się niemożliwe do rozwiązania. Nie należy się temu dziwić. Poziom techniki, technologii, organiza-

TECHNIKA

prof.dr Andrzej JELLONEK
dr inż. Jerzy MARSZAŁEK

TENDENCJE ROZWOJOWE ELEKTRONICZNEJ APARATURY POMIAROWEJ NA ŚWIECIE I W POLSCE W LATACH 1971-1973

Krótkoterminowe prognozy rozwoju miernictwa podawane w literaturze na lata 1969-70 można było streścić w kilku тезach. Prawie wszyscy autorzy przewidywali:

1. Dalszą elektronizację przyrządów pomiarowych.
2. Zmiany w konstrukcji przyrządów idące w kierunku wielofunkcyjności, zwiększenia szybkości działania, automatyzacji. Zadaniem tych środków było odciążenie obserwatora od zajmowania się działaniem przyrządu i pozwolenie mu na skupienie całej uwagi na uzyskiwanych wynikach obserwacji.
3. Wprowadzenie obwodów scalonych do konstrukcji przyrządów pomiarowych w celu umożliwienia skomplikowanej budowy przy zachowaniu niezbyt dużych wymiarów i ciężarów przyrządów oraz dostatecznej ich niezawodności.
4. Rozwijanie metod pomiarowych w kierunku objęcia pomiarami coraz nowych wielkości, zastosowanie nowych zjawisk fizycznych do budowy przyrządów pomiarowych, rozszerzenie zakresów pomiarowych przede wszystkim o wartości bardzo małe.
5. Uważano, że zastosowanie maszyn matematycznych w miernictwie jest ograniczone wysokim kosztem ich inwestycji i eksploatacji; opłaca się zatem tylko w dużych systemach przemysłowych i w zastosowaniach specjalnych wymagających szybkości decyzji wydawanych na podstawie danych uzyskanych z pomiarów, np. w zagadnieniach związanych z lotami kosmicznymi itp. Możliwości zastosowania maszyn matematycznych próbowano zwiększyć przez wypożyczanie czasu ich pracy bez konieczności ponoszenia kosztów inwestycji, przy czym dostęp do maszyn był z reguły zdalny, poprzez linię telefoniczną.
6. W próbie prognoz długofalowych, zestawionych na podstawie podstawowej, niespecjalistycznej literatury naukowej, sygnalizowano możliwość rozwoju miernictwa w kierunku budowy systemów pomiarowych, złożonych z przyrządów pomiarowych, obserwatora /jako "pierwszego stopnia" układu logicznego, o działaniu wolnym, ale wartościującym wyniki i wybierającym jedynie drogi prawdopodobnie optymalne/ i z maszyny matematycznej przepróbowującej dostatecznie szybko wybrane przez człowieka warianty.

W okresie I - III 1970 r. ukazały się w prasie prawie wszystkich państw zaawansowanych w rozwoju miernictwa - korekty do prognoz z 1969r. Jako punkt wyjścia tych prognoz podano wartość produkcji środków pomiarowych, tj. przyrządów i osprzętu, wytworzonych w 1969 r. oraz przewidywaną dynamikę tej produkcji w latach 1970-73. W celu zorientowania w ciężarze gatunkowym przemysłu środków pomiarowych liczby te przytoczono łącznie z danymi ilustrującymi produkcję w zakresie całej elektroniki jako działu przemysłu, do którego należy zaliczyć produkcję przyrządów pomiarowych w związku z daleko posuniętą ich elektronizacją /tab. 1/.

T a b e l a 1.

	USA			Europa		
	Wartość	Przyrosty procentowe roczne		Wartość	Przyrosty procentowe roczne	
	1970 mln	70/69	73/70	1970 mln	70/69	73/70
Przyrządy pomiarowe w tym:	1339	9,75	9,45	501	10,3	-
do pomiaru wielkości elektrycznych	844	9,16	9,24			
medyczne	260	10,1	10,4			
mikrofalowe	97	16,9	12,4			
kontrolne nukleoniki	138	7,8	14,0			
Maszyny matematyczne	5315	7,54	9,85	2089	17,1	-
Elektronika - całkowita wartość /bez podzespołów/	25634	3,51	6,30	7818	11,9	-

Wyniki tej porównawczej analizy można streścić następująco: całkowita wartość przyrządów produkowanych tylko do pomiaru własności elektrycznych /bez rejestratorów i czujników zamieniających wielkości nieelektryczne na elektryczne i bez przyrządów stanowiących integralną część systemów produkcyjnych/ wynosiła - względnie będzie wynosić - zależnie od kraju ok.500-1000 mln dolarów. Wartość produkowanych przyrządów pomiarowych stanowi zatem około 25% wartości produkcji maszyn matematycznych w USA, a 26% - w Europie.

Z przytoczonego zestawienia wynika, że w USA dynamika rozwoju przyrządów pomiarowych jest większa niż maszyn matematycznych, a bliska wartościom wzrostu produkcji całej elektroniki.

Przemysł przyrządowy jest zatem poważną gałęzią elektroniki, o jednym z największych, a w każdym razie najbardziej równomiernym wzroście produkcji ze wszystkich gałęzi elektroniki.

W USA produkuje się rocznie przyrządy pomiarowe o wartości ok.1,3mld dolarów; w całej zachodniej Europie ok.0,5 mld. Nawet bardzo niewielkie kraje produkują przyrządy pomiarowe na dużą skalę, np. Belgia za 26 mln dolarów, Szwajcaria za 12 mln dolarów, a najbardziej zacofana pod względem przemysłowym Hiszpania za 7,5 mln dolarów.

Wartość pieniężna nie mówi jeszcze o wartości technicznej wyrobów. Można prawdopodobnie przyjąć, że przyrządy elektroniczne z USA przewyższają pod względem jakości przyrządy europejskie, natomiast pod względem jakości przyrządów elektromechanicznych przoduje jeszcze Europa, zaopóźniona jednak w elektronizacji przyrządów o mieszanym charakterze elektroniczno-elektromechanicznym. Również stopień złożoności przyrządów,

warunkujący ich przydatność do pracy w systemach pomiarowych, jest większy w USA. Obecna produkcja amerykańskiego przemysłu przyrządowego odzwierciedla tendencje rozwojowe na najbliższe lata w Europie i Polsce.

T a b e l a 2

Europa
Wartość produkcji i jej wzrost w latach 1969/70

	NRF		Anglia		Francja		Hiszpania		Belgia Luxemburg	
	1970 mln	70/69 %	1970 mln	70/69 %	1970 mln	70/69 %	1970 mln	70/69 %	1970 mln	70/69 %
Przyrządy pomiarowe /bez przyrządów medycznych i nuklearnych/	132	10	69	6,15	92	9,55	8,5	14,8	29	11,6
Maszyny matematyczne	572	16,9	438	19,7	408	24,4	33	22,2	65	20,4
Elektronika /całość/	2381	11,7	1389	11,2	1385	12,6	239	13,2	276	11,3

Obecny stan produkcji przyrządów pomiarowych i tendencję rozwoju tej gałęzi przemysłu w latach najbliższych tj. 1970-72 można streścić w następujący sposób:

1. Występuje dalsze, stałe zwiększenie wartości produkowanych przyrządów pomiarowych. Stawia to wytwórczość przyrządów pomiarowych w czołówce wszystkich gałęzi przemysłu elektronicznego.

2. Zaznacza się odejście od produkcji przyrządów jednostkowych, tzw. "czarnej skrzynki", w kierunku wykonań stanowiących części systemów pomiarowych, zawierających maszyny matematyczne lub umożliwiające sterowanie przez maszynę, względnie przekazywanie danych otrzymanych z pomiaru do przetwarzania danych przez maszynę. Taki kierunek rozwoju oznacza także odejście od automatyzacji przyrządu o pojedynczym, sztywnym programie działania, w kierunku urządzeń programowanych dowolnie. Ogniwem narzucającym program jest obserwator.

3. W konstrukcji przyrządów jednostkowych uwzględnia się zawsze możliwość wprowadzenia ich do systemu pomiarowego przez dodanie odpowiednich wejść i wyjść oraz przez uwzględnienie w konstrukcji możliwości programowania działania tych przyrządów. Nawet takie przyrządy jak generatory i zasilacze budowane są prawie wyłącznie w układach umożliwiających programowanie ich działania.

4. W konstrukcji przyrządów pomiarowych przechodzi się na układy scalone, przy zastosowaniu układów hybrydowych o małym stopniu scalania /Low System Integration - LSI/. Natomiast nie stosuje się techniki monolitycznej i dużego stopnia scalania, w związku z dużymi kosztami oprzyrządowania tej techniki oraz z szybkim starzeniem się technicznym przyrządów pomiarowych, jak również z niewielkimi ich seriami.

5. W związku z postulatami zawartymi w pkt.3 i 4 zaznacza się duży rozwój przyrządów cyfrowych. Przyrządy te wypierają stopniowo przyrządy analogowe, nawet w tak opanowanych przez nie dotychczas dziedzinach, jak przyrządy tablicowe i uniwersalne. Wysokie ceny przyrządów cyfrowych, któ-

re były na razie podstawowym hamulcem w zastosowaniach popularnych przyrządów tablicowych maleją szybko i w tej chwili nie przekraczają już poziomu cen przyrządów analogowych o klasie 0,2% i lepszych.

6. Rozwój oscyloskopów katodowych dokonuje się w trzech kierunkach: zwiększenia dokładności wskazań, obok jakościowego uwidocznienia badanych przebiegów przez połączenie oscyloskopów z woltomierzami cyfrowymi. Drugim kierunkiem rozwoju jest zwiększenie częstotliwości pracy do ok. 100 MHz sposobami układowymi, a do ok. 1 GHz przez zastosowanie lampy z elektrodami w postaci linii opóźniającej. Równocześnie coraz częściej stosuje się lampy oscyloskopowe z pamięcią trwałą oraz z kilkoma systemami sterowania i z rozróżnianiem poszczególnych wykresów kolorami uzyskanych obrazów. Ponadto używa się lamp oscyloskopowych do uwidaczniania dowolnych "zapisów" obok krzywych.

7. Podobnie jak w latach poprzednich, utrzymała się tendencja do rozszerzania zakresów pomiarowych, do polepszania czułości, do zwiększania szybkości pracy, oraz do obejmowania pomiarami coraz nowych wielkości fizycznych, dotychczas nie mierzonych.

8. Tempo rozwoju wytwórczości przyrządów pomiarowych pozostało prawie nie zmienione, wykazując ok. 10-procentowy wzrost wartości wyprodukowanych w 1969 r. przyrządów, przy podobnych prognozach na lata 1970-73.

Punkt 2 powyższego zestawienia wymaga komentarza. Warto przytoczyć ty pową wypowiedź kierownictwa wytwórni General Radio na temat zwrotu w budowie przyrządów w kierunku systemów pomiarowych: "...dni czarnej skrzyżki skończyły się. Wytwórnia przyrządów, która chce przeżyć, musi wejść w systemy..." /R.Rogers, "Electronics", January 5, 1970/. Podobne zdanie wyrażają przedstawiciele wytwórni Hewlett & Packard, Tektronix, John Fluke, Beckman Instruments Inc. i inni. Dokończenie takiego zwrotu utrudnia na razie brak odpowiednich maszyn matematycznych, ponieważ maszyny uniwersalne są za drogie, a maszyny wyspecjalizowane budowane są do innych zastosowań. Dlatego duże wytwórnie przyrządów pomiarowych planują, a niektóre już rozpoczęły, budowę maszyn wyspecjalizowanych do celów miernictwa. Przykładem może być General Radio 1970 Logic-Circuit Analyzer /The General Radio Experimenter V 44, No 1,2, 1970/ w skład którego wchodzi maszyna matematyczna o 4096 12-bitowych słowach pamięci i szybkości działania 1,6 μ s na cykl, służąca do sprawdzania i ustalania diagnozy uszkodzeń układów logicznych wykonanych techniką scaloną, mających do 96 wejść i 144 wyjść. Przyrząd pozwala na wykonanie do 4000 prób na sekundę. Wyniki podawane są albo w postaci obrazu cyfrowego i analogowego na ekranie oscyloskopu katodowego, albo jako zapis na drukarce. Program prób ustalany jest przez personel /niewyszkolony w zakresie programowania/ w czasie krótszym niż przygotowanie słownej instrukcji badania, gdyż dane wyjściowe i wejściowe badanego zespołu tłumaczy maszyna sama na swój język.

Tanie i proste układy adaptacyjne, wykonywane przez personel mierzący pozwalają na dostosowanie wejścia maszyny do każdego układu mierzonego o ilości wejść i wyjść nie przekraczających podanych poprzednio liczb. Wytwórcy przeprowadzają każdorazowo staranny rachunek ekonomiczny zastosowania maszyny, w zależności od stopnia złożoności badanego układu, liczby układów badanych w jednostce czasu, spodziewanej liczby uszkodzeń, które musi wykryć maszyna badająca itd. /The General Radio Experimenter, Vol. 43 Nr 11, 12 1969/. Podobne maszyny budują wytwórnie Tektronix i Educational Computer Inc., a w zastosowaniu do analizy napięć - Hewlett & Packard, Dana Corp., itd.

Niezależnie od systemów zawierających maszyny matematyczne, wytwórnie zaopatrują prawie wszystkie swe przyrządy w układy wejściowe pozwalające

na programowanie ich działania i układy wyjścia dostarczające sygnały, które można bezpośrednio wprowadzić do maszyny matematycznej. Dlatego zapowiadany jest rozwój syntetyzerów /General Radio/, programowanie zasilaczy /Fluke/, a nawet działania przyrządów zapisujących /Moseley Div., Hewlett & Packard/.

Wyparcie generatorów sygnałowych w ich dotychczasowej postaci przez syntetyzery jest tylko kwestią potaniaenia syntetyzerów do górnej granicy obecnego kosztu generatorów /ok. 3000 dolarów/, co można uzyskać przez kompletne scalenie ich układu. Przykładem możliwości, jakie stwarza programowanie zasilacza może być stabilizator wytwórni Hewlett & Packard typ 6131 B /"Messtechnik", nr 3 1970, str. XII/. Stabilizator ten dostarcza napięcie od -100 V do $+100\text{ V}$ $\pm 0,01\%$, przy prądzie $I \leq 0,5\text{ A}$; lub -50 V do $+50\text{ V}$ przy $I \leq 1,0\text{ A}$, przy czym czas ustalenia się prądu wynosi 200 μs przy napięciu 100 V, a 100 μs przy napięciu 50 V. Zasilacz jest programowany w kodzie BCD /1,2,4,8/, lub dwójkowo /15 bitów/. Przez odpowiednie programowanie można uzyskać działanie zasilacza jako przetwornika cyfrowo-analogowego o dużej mocy, sterowanego zasilacza, oraz jako generatora funkcyjnego o cyfrowym sterowaniu.

Tendencja włączania przyrządów cyfrowych w przemysłowe systemy pomiarowe tłumaczy się dużą dynamiką rozwoju przyrządów cyfrowych i próbą konkurencji nawet z tablicowymi przyrządami analogowymi. Kwestia różnicy w cenie /obecne przyrządy analogowe kl. 0,5 kosztują ok. 20 dolarów, natomiast najtańsze przyrządy cyfrowe kl. 0,1 - ok. 50 dolarów/, nie gra większej roli w przypadku stosowania przyrządów tablicowych do systemów pomiarowych, z reguły stosunkowo drogie; natomiast zwiększona dokładność w przypadku przyrządów cyfrowych, szybkość pracy i charakter sygnałów wyjściowych umożliwiają łatwą ich współpracę z systemami.

Warto jeszcze zwrócić uwagę na dwa kierunki rozwoju związane z miernictwem, tj. na nauczanie programowane i aparaturę do wzorcowania przyrządów pomiarowych.

Aparatura do sprawdzania i skalowania przyrządów pomiarowych obejmuje wzorcowe źródła napięć o działaniu programowanym i maszyny matematyczne do obliczania wyników, błędów, poprawek, itd. /F.L.Hanson, "Hewlett & Packard Journal" April 1970, str. 15/. Koszt takiego urządzenia wynosi obecnie ok. 6000 - 10000 dolarów. Trudno sobie wyobrazić w przyszłości produkcję przyrządów opartą na stosowanym obecnie ręcznym skalowaniu, również ręcznym sprawdzaniu podzespołów i żmudnym wyszukiwaniu błędów w końcowym wytworze. Dlatego dział ten wydaje się całkowicie przyszłościowy, a produkcja jednostkowa takich systemów będzie chyba bardzo opłacalna wszędzie tam, gdzie stosunkowo tania jest praca personelu wysoko kwalifikowanego, jak np. w zakładach doświadczalnych wyższych uczelni.

Aparatura do programowanego nauczania stanowi dziedzinę pośrednią między obszarem zastosowań maszyn matematycznych i miernictwa. Ze względu jednak na dominujące cechy ergonomiczne aparatura ta należy raczej do miernictwa. Na przyrządy tego rodzaju przeznaczają się już obecnie za granicą bardzo poważne środki, np. w USA w 1971 r. planuje się dotowanie szkolnictwa w celu zaopatrzenia go w odpowiednie środki techniczne, kwotą ok. 1,5 miliarda dolarów, z czego ok. 30% byłoby przeznaczony bezpośrednio na maszyny dydaktyczne. Prace nad konstrukcją i technologią takich przyrządów są jednak w całym świecie opóźnione. Dlatego maszyny dydaktyczne uważa się za jeden z najbardziej rozwojowych działów aparatury pomiarowej, przy czym decydującym czynnikiem w najbliższych latach będzie posiadanie odpowiednio licznej i kwalifikowanej kadry konstruktorów i dydaktyków /programy/, co daje duże szanse w tej dziedzinie krajom o mniej zaawansowanych środkach technologicznych, a dobrze rozwiniętym szkolnic-

twie wyższym i dydaktyce, traktowanej jako zagadnienie badawcze.

Tak w ogólnym zarysie przedstawiają się tendencje rozwojowe przemysłu światowego związanego z metrologią. Właściwe uwzględnienie tych tendencji w naszym kraju daje szanse uzyskania przez nasz przemysł możliwości, których na pewno nie będzie miał, jeżeli oprze swą działalność na przestarzałych wzorach i tendencjach sprzed kilku lat.

Kierunki rozwoju elektronicznej aparatury pomiarowej
w Polsce w latach 1970-73

Rozwój elektronicznej techniki pomiarowej na świecie i rosnące wymagania odbiorców krajowych nakładają na producentów i ich zaplecze naukowo-badawcze coraz to nowe zadania badawcze, konstrukcyjne i produkcyjne. Właściwy rozwój tej dziedziny ma niebagatelne znaczenie także ze względu na wpływ, jaki ma rozpowszechnianie przyrządów elektronicznych odpowiedniej jakości na poziom techniki i kulturę techniczną w ogóle. Przyrządy elektroniczne wypierają inne stosowane dotychczas do pomiaru wszystkich wielkości fizycznych.

T a b e l a 3

Wzrost produkcji elektronicznej aparatury pomiarowej w latach 1969/70
i 1971/75

Grupa przyrządów	1969/70	Planowany wzrost przeciętny na rok, w latach 1971/75
	%	%
Woltomierze cyfrowe	60	17
Woltomierze analogowe	15	5
Częstościomierze cyfrowe	25	40
Generatory sygnału sinusoidalnego	0	20
Oscyloskopy	-7	40
Przybliżony średni wzrost produkcji elektronicznej aparatury do pomiaru wielkości elektrycznych	10	20

W Polsce przeciętny wzrost produkcji przyrządów elektronicznych w latach 1969/70 wyniósł ok. 10%, a planowany w latach 1970-75 ok. 15-20% na rok. Jest to procent wyższy od średniej w Europie i Stanach Zjednoczonych.

Podstawowymi sprawami wymagającymi rozwiązania i specjalnej troski, są:

- zapewnienie odpowiedniej bazy podzespołowej właściwej dla tego rodzaju produkcji. /szczególnie dotyczy to półprzewodników obwodów scalonych, elementów stykowych i galanterii konstrukcyjnej/;

- podejmowanie nowych opracowań zgodnych ze specjalizacją Zakładu produkcyjnego /koordynacja branży winna zapewnić wąską specjalizację zakładów wprowadzając możliwości unifikacji zespołów w przyrządach i wąskiej specjalności kadry technicznej/;

- rozwiązanie problemów metrologicznych, tak na poziomie CUJM /nawiązanie do obowiązujących jednostek miar/, jak i na poziomie laboratoriów za-

kładowych, wyposażonych w odpowiednie przyrządy umożliwiające przeniesienie wielkości wzorcowych z CUJM do zakładu produkcyjnego.

Aparatura elektroniczna produkowana jest w kraju w wielu grupach i asortymentach. Wiele z nich posiada parametry techniczne na poziomie światowym. Można jednak stwierdzić, że część produkowanej aparatury pod względem jakości jest niedopracowana i ustępuje przyrządom produkowanym przez renomowane firmy światowe.

Szczególnie ważna jest poprawa niezawodności, której niski poziom wynika w głównej mierze z: niedopracowania konstrukcji na etapie prototypu; nieodpowiedniej technologii i organizacji produkcji oraz konieczności wprowadzenia wielu zmian konstrukcyjnych w serii produkcyjnej w stosunku do prototypu /tzw. karty odstępow/; niskiego poziomu metrologicznego w zakładach wytwarzających przyrządy pomiarowe, oraz stosowania w wielu wyrobach lamp elektronowych i tranzystorów germanowych.

Ze względu na pokrycie potrzeb krajowych /asortymentową, nie ilościowo/ rozwiniętymi grupami są: przyrządy do pomiaru napięcia /analogowe i cyfrowe/ i częstotliwości oraz oscyloskopy i generatory akustyczne.

Pozostałe grupy aparatury są niekompletne pod względem pokrycia pełnego zakresu pomiaru i dokładności. Szczególnie dotyczy to: przyrządów do zapisu i rejestracji wyników, generatorów impulsów i napięć wielkiej częstotliwości, analizatorów napięć i mierników impedancji.

Mało uwagi przywiązuje się do uruchomienia produkcji, wyposażenia dodatkowego, bez którego często nie jest możliwe pełne wykorzystanie zakresów pomiarowych przyrządów /np. woltomierzy analogowych, oscyloskopów/.

Aparatura pomiarowa powinna być produkowana głównie dla powszechnego zaspokojenia potrzeb rynku krajowego w przyrządy szerokiego zastosowania, średniej dokładności. Natomiast przyrządy specjalne, wysokiej klasy, wąskiego zastosowania, powinny być przedmiotem wymiany towarowej i eksportowej i ewentualnej specjalizacji w ramach RWPG.

Źródłem opracowań będących podstawą do produkcji specjalizowanej może być aparatura naukowa, konstruowana dla pojedynczych odbiorców w zakładach doświadczalnych wyższych uczelni i instytutów.

Ze względu na znaczny wzrost produkcji elektronicznej aparatury pomiarowej w latach 1970-75 ważne jest odpowiednie ukierunkowanie prac konstrukcyjnych i badawczych. Biorąc pod uwagę dane dotyczące rozwoju elektronicznych przyrządów w świecie oraz zaspokojenie potrzeb krajowych, kierunki rozwoju w Polsce można określić następująco:

1. Należy powszechnie wprowadzić do konstrukcji obwody scalone i tranzystory polowe, jako środek do opracowania przyrządów skomplikowanych, wielofunkcyjnych, o wysokich parametrach technicznych i niskiej cenie.

2. Jedną z najważniejszych grup przyrządów elektronicznych są źródła napięć i prądów; grupa ta pod względem asortymentu i poziomu technicznego jest stosunkowo opóźniona w rozwoju. Światowe tendencje rozwojowe w tym zakresie zmiierają w kierunku konstrukcji programowanych źródeł napięć stałych, programowanych generatorów sinusoidalnych /budowanych na zasadzie syntezy częstotliwości/ i generatorów impulsowych /budowanych na zasadzie układów cyfrowych/. Wydaje się, że ta tendencja musi ukierunkować najbliższe prace konstrukcyjne.

3. Aparatura cyfrowa powinna być przystosowana do elektrycznego sterowania zewnętrznego z wyjściem sygnału w zunifikowanej formie. Dotyczy to zarówno nowych konstrukcji, jak i dotychczas produkowanych woltomierzy i częstościomierzy.

4. Należy uzupełnić brak na rynku krajowym prostych i tanich przyrządów cyfrowych, a szczególnie woltomierzy /multimetrów/ i liczników czę-

stotliwości. W wielu przypadkach, ambicje producentów w kierunku wytwarzania przyrządów o wysokiej dokładności, szczególnie przy braku aparatury prostej, powszechnie używanej, nie wydają się uzasadnione.

5. Aparatura analogowa w krajach rozwiniętych technicznie ma nadal tendencję wzrostu i powinna być w Polsce zrekonstruowana z uwzględnieniem nowoczesnych elementów.

6. Należy podjąć prace nad zagadnieniami wykorzystania metody próbkowania w technice pomiarowej; w przodujących krajach metoda ta stosowana jest obecnie w takich przyrządach, jak: oscyloskopy, woltomierze, mierniki impedancji.

7. Dynamiczny rozwój przyrządów do pomiaru sygnałów progowych, sugeruje także konieczność podjęcia tego typu prac w Polsce.

8. Większość renomowanych firm zachodnich oferuje systemy pomiarowe do automatycznych pomiarów wielkości elektrycznych i nieelektrycznych.

Uruchomienie produkcji aparatury wg kierunków wskazanych w pkt. 2, 3, 4 oraz uzupełnienie przyrządami do zapisu wyników pomiaru, komutatorami i konwerterami dają podstawę do proponowania użytkownikom krajowym i zagranicznym systemów pomiarowych. Koniecznym uzupełnieniem wydaje się także konstrukcja przyrządów analogowych posiadających możliwości uzyskania sygnału wyjściowego.

Zagadnienie tworzenia systemów pomiarowych wiąże się w Polsce z rozwiązaniem problemów organizacyjnych: aparatura elektroniczna do jednego systemu produkowana będzie w kilku zakładach i to podlegających różnym resortom gospodarki narodowej.

9. Systemy pomiarowe oparte na omawianych przyrządach powinny znaleźć także szerokie zastosowanie do pomiarów wielkości nieelektrycznych. W związku z tym wydaje się nieodzowne podjęcie prac badawczych i uruchomienie zestawu przetworników różnych wielkości fizycznych na sygnał elektryczny.

10. Pełny system pomiarowy na ogół składa się także z małej maszyny matematycznej wykonującej funkcję dyspozytorską /wg założonego programu/ i obróbki wyniku pomiaru. Brak tego typu komputera uniemożliwia pełne wykorzystanie systemu.

11. Trwałe miejsce w technice obwodów scalonych zmusza do podjęcia produkcji testerów do ich kontroli, a także urządzeń /systemów współpracujących z komputerem/ do pomiaru wykonywanych z nich zespołów. Duża komplikacja układów stwarza trudności pomiaru metodami konwencjonalnymi i w pełni uzasadnia stosowanie systemu. Prace tego typu w kraju są niezbędne.

12. Wydaje się, że należy uruchomić produkcję oscyloskopu uniwersalnego z pamięcią, mającego zastosowanie we wszystkich dziedzinach techniki, oraz prowadzić systematyczną modernizację.

Opracowanie nie pretenduje do wyczerpania tematu. Przedstawione powyżej kierunki rozwoju mają charakter ogólny, jednak mogą one być podstawą do dyskusji nad określeniem kierunków rozwoju branży elektronicznej aparatury pomiarowej w Polsce. Wydaje się, że mimo specyfiki aparatury pomiarowej w ogóle, a elektronicznej w szczególności, przedstawione problemy techniczno-organizacyjne związane z jej rozwojem są w bardzo wielu punktach zbieżne z problemami występującymi w innych gałęziach przemysłu. Dodatkową trudnością w produkcji aparatury pomiarowej może stać się eksponowana ostatnio tendencja ścisłego rachunku ekonomicznego. Rachunek ten w przypadku skomplikowanych przyrządów jest często bardzo trudny, ponieważ nasycenie rynku precyzyjnymi przyrządami z reguły nie prowadzi do potaniaenia produkcji. Rola tych przyrządów polega głównie na stworzeniu możliwości opracowania nowych i podnoszenia jakości wyrobów już produkowanych. 19

mgr inż. Józef TRZESNIEWSKI
Z-ca Dyrektora d/s Technicznych
ZZEAP "Elpo"

ROZWOJ TECHNICZNY PRZEDSIĘBIORSTWA "ELPO"

W LATACH 1971-75

Postęp techniczny dokonyjący się w ostatnich latach jest zadziwiający. Codziennie w nagłówkach prasowych znajdują się informacje o najnowszych osiągnięciach techniki i zmianach organizacyjnych w tej dziedzinie.

Opracowane w latach pięćdziesiątych układy scalone będą przypuszczalnie elementami sprzedawanymi na świecie w największych ilościach w historii przemysłu.

Najbliższe lata należeć będą do elektroniki, komputerów, automatyki, cybernetyki oraz przetwarzania danych. Komputer, jako część składowa przemysłowego zamkniętego układu automatyki będzie dominował w funkcji sterowania. Konstruktorzy zmuszeni będą do szerszego stosowania elektroniki nie tylko w systemach opartych na komputerach, lecz również w urządzeniach współpracujących.

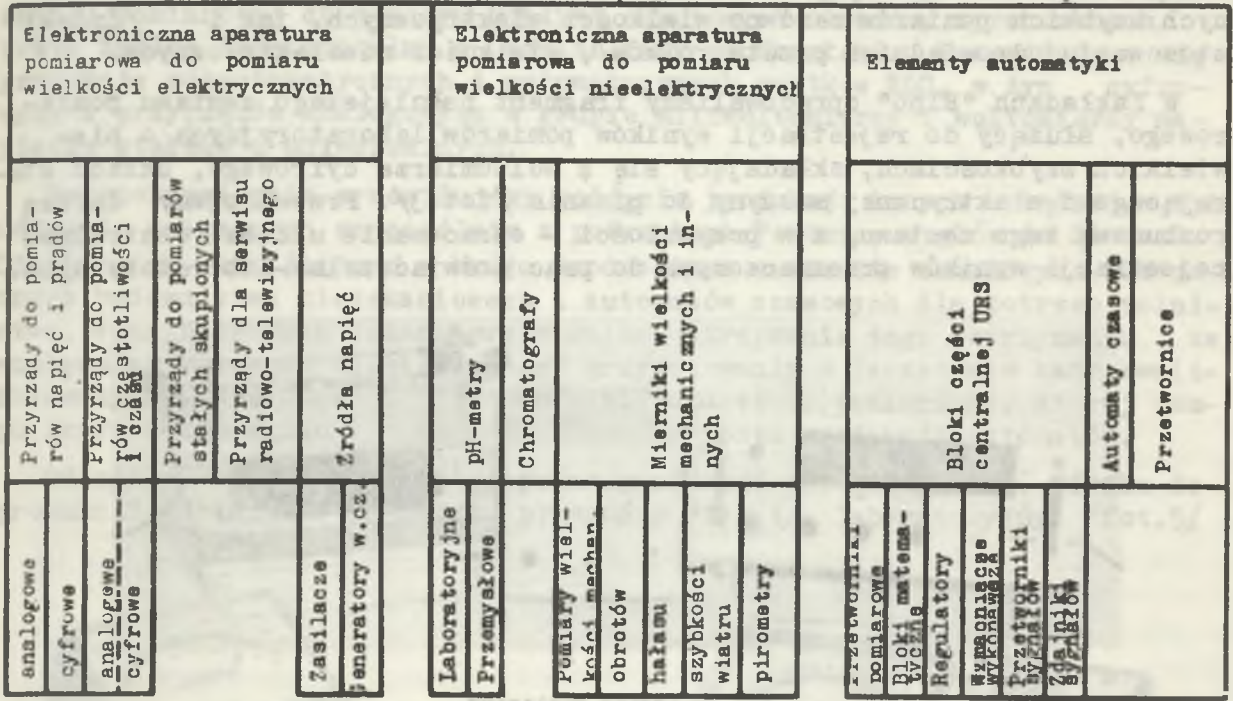
W tej sytuacji wzrastają wymagania stawiane zespołom konstruktorów i technologów. Coraz więcej nowych prototypów wyrobów czy systemów elektronicznych może powstawać w dobrze wyposażonych laboratoriach badawczych. Pracować trzeba bardzo szybko. Powolne "sączenie" wysiłku daje wyniki, które dawno utraciły swą wartość.

Dobra organizacja prac badawczych powinna spowodować stały dopływ nowych opracowań naukowo-badawczych. Jeżeli przy tym nie dopuścimy do starzenia się zawodowego pracowników wszystkich szczebli i dbać będziemy o to, aby podejście do zadań i sposób postępowania nie pozostawały w tyle za rzeczywistością życia przemysłowego - możemy mieć pewność, że osiągniemy lepsze wyniki.

Jakie wobec tej ogólnej perspektywy widzę zadania dla Zjednoczonych Zakładów Elektronicznej Aparatury Pomiarowej "Elpo"?

W okresie 16 lat istnienia "Elpo" asortyment produkcji ukształtował się wg grup, które podaje tabela. Poszczególne grupy są zlokalizowane w naszych oddziałach zgodnie ze specjalizacją zarówno w zakresie rozwoju, jak i produkcji.

**ELEKTRONICZNA APARATURA POMIAROWA
I ELEMENTY AUTOMATYKI**

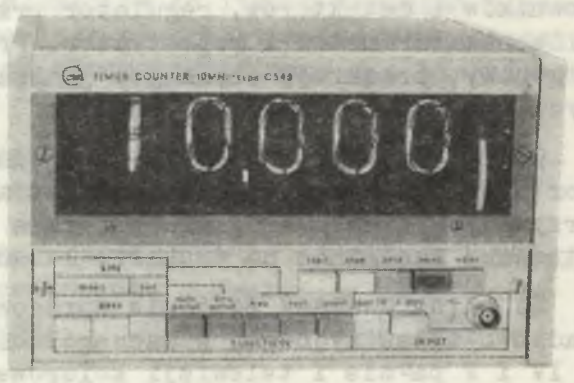


W latach 1971-75 przewidujemy utrzymanie generalnych założeń specjalizacyjnych Przedsiębiorstwa. Przewidujemy wykorzystywanie światowych osiągnięć techniki w zakresie nowych metod pomiarowych, systemów konstrukcyjnych, nowych elementów i obwodów elektronicznych. Plany rozwojowe Przedsiębiorstwa przewidują opracowanie szeregu nowych woltomierzy cyfrowych, kompensacyjnych, całkujących, wykonanych w technice układów scalonych.

W roku 1970 wprowadziliśmy do produkcji 2 przyrządy cyfrowe wykonane techniką obwodów scalonych: woltomierz cyfrowy całkujący, typu V530 /fot.1/ i częstotściomierz cyfrowy, typu C549 /fot.2/.



Fot.1. Woltomierz cyfrowy typu V-530

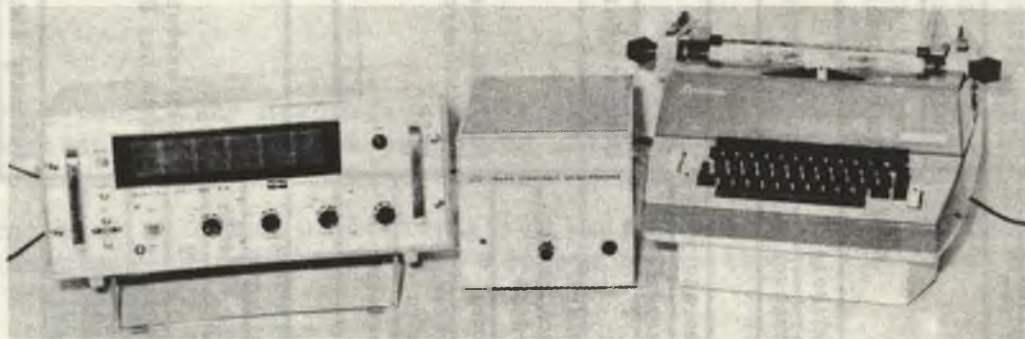


Fot.2. Częstotściomierz cyfrowy typu V-549

Stosowanie układów scalonych w produkcji urządzeń pomiarowych pozwala zmniejszyć gabaryty i ciężar, obniżyć koszty wytwarzania, a więc dać użytkownikowi dobry i niezawodny przyrząd po stosunkowo niskiej cenie. Technika układów scalonych stwarza w zakładzie produkcyjnym możliwości osiągnięcia większej wydajności pracy w tej samej jednostce czasu.

Przodujące firmy światowe opracowały i wprowadziły do produkcji w ostatnich latach zestawy pomiarowe przeznaczone do wykonywania wielokrotnych szybkich pomiarów zarówno wielkości elektrycznych, jak i /dzięki stosowaniu odpowiednich przetworników/, wielkości nieelektrycznych.

W Zakładach "Elpo" opracowaliśmy fragment pełniejszego zestawu pomiarowego, służący do rejestracji wyników pomiarów laboratoryjnych o niewielkich szybkościach, składający się z woltomierza cyfrowego, układu sterującego i elektrycznej maszyny do pisania /fot.3/. Przewidujemy dalszą rozbudowę tego zestawu, a w przyszłości - opracowanie układu centralnej rejestracji wyników przeznaczonych do prac doświadczalno-laboratoryjnych.



Fot.3. Zestaw pomiarowy

Wszystkie nasze urządzenia posiadają wejścia dostosowane do urządzeń rejestrujących lub do wejść maszyn cyfrowych.

Opracowane dotychczas układy cyfrowe zostaną wykorzystane w dalszych pracach nad nowymi przyrządami do pomiaru wielkości nieelektrycznych, np. przewidujemy wprowadzenie do produkcji pH-metru cyfrowego, produkujemy już obrotomierz cyfrowy, miernik czasu reakcji itd.

Podjęte w roku 1966 prace nad rozwojem produkcji chromatografów w Polsce, uzupełniane przeprowadzaną przez Oddział Wrocławski PIAP bieżącą analizą stanu techniki światowej doprowadziły do opracowywania i wdrożenia do produkcji zestawu chromatograficznego typu N-503. Zestaw ten może być wyposażony w szereg wymiennych głowic z detektorami. Zawiera on termostat kolumn, regulator temperatury kolumn, regulator temperatury dozowników i detektorów, regulator przepływów, elektrometr, programer, zasilacz katarometru i rejestrator. Przygotowujemy detektor gęstościowy, argonowy, przekroju czynnego, jonizacyjny oraz zestaw do prac preparatywnych.

Od 1971 roku wprowadzamy do produkcji opracowany przez PIAP integrator cyfrowy, którego zadaniem jest automatyczne przetwarzanie danych otrzymanych z chromatografu w formie analogowej, na dane cyfrowe, rejestrowane następnie na drukarce lub urządzeniu centralnej rejestracji.

Za pilne uważamy podjęcie opracowań zestawów pomiarowych dla serwisu radiowo-telewizyjnego, w szczególności dla kontroli urządzeń pracujących w IV i V paśmie i telewizji kolorowej, urządzeń stereofonicznych, urządzeń magnetofonowych i radiotelefonów. Zakładamy, że użytkownik będzie mógł z szeregu opracowanych w Przedsiębiorstwie wkładek zestawiać sobie dowolny system pomiarowy, potrzebny mu w danym czasie w punkcie serwisowo-

wym. Przewidujemy wyposażenie tego systemu m.in. w generator w.cz. o modulowanej amplitudzie, wobuloskop średniej i wysokiej częstotliwości, generator sztucznego obrazu telewizyjnego, generator koloru itd. Prace nad całym systemem urządzeń dla serwisu prowadzi Zakład Doświadczalny "Eureka" Przedsiębiorstwa "Elpo".

W 1972 roku powinien wejść do normalnej eksploatacji nowo budowany Oddział w Szczecinie. Przyjaliśmy, że Oddział ten będzie producentem aparatury pomiarowej do pomiaru stałych skupionych obwodów, opracowanych przez Zakład Doświadczalny i Oddział PIAP we Wrocławiu. Przewiduje się produkcję półautomatycznych i automatycznych mostków RLC, w tym cyfrowych i przyrządów analogowych w grupie miliwoltomierzy i woltomierzy napięcia stałego i uniwersalnych.

Perspektywicznie przewidujemy podjęcie produkcji innych urządzeń w tym Oddziale związanych szczególnie z potrzebami Pomorza, a głównie Stoczni. Oddział ten jest jedynym w kraju producentem automatów schodowych dla potrzeb budownictwa mieszkaniowego i automatów czasowych dla potrzeb rolnictwa. W najbliższych latach przewidujemy utrzymanie tego asortymentu ze względu na potrzebę wcześniejszego przygotowania w Szczecinie kadr kwalifikowanych dla produkcji elektronicznej aparatury pomiarowej, której tempo przyrostu powinno wyprzedzać tempo przyrostu produkcji automatów.

Oddział wrocławski "Elpo", oprócz produkcji chromatografów, wdraża do produkcji licencyjne pH-metry: przenośny /fot.4/, laboratoryjny /fot.5/



Fot.4. pH-metr przenośny typu N-511



Fot.5. pH-metr laboratoryjny

przemysłowy do zabudowania na stojakach i przemysłowy do zabudowania w pulpitych i tablicach sterowania wraz z dwoma typami głowic. Zakupiona licencja pozwoliła wykorzystać szereg elementów do innych urządzeń pomiarowych, czy zestawów. Szczególnie cenne jest wykorzystywanie wzmacniaczy precyzyjnych z przetwarzaniem w układach chromatograficznych i miernikach wielkości mechanicznych.

W wieloletniej współpracy z Instytutem Lotnictwa wdrażamy do produkcji ciągle modernizowany i uzupełniany system pomiaru dynamicznych wielkości mechanicznych.

Współpracując z PIAP w Warszawie będziemy wdrażać do produkcji centralną część KSA-URS w wersji na obwodach sczłonach, pozwalającą na stworzenie układów regulacyjnych o różnych dynamicznych i statycznych parametrach.

Uwzględniając aktualny stan wdrażanych do produkcji i przewidywanych do wdrażania na świecie urządzeń, uważamy, że system ten powinien mieć możliwość pracy z wykorzystaniem sygnałów takich jak: 0-5 mA, 0-20 mA, 0-50 mA, 4-20 mA /wg wymagań odbiorców/.

Głównym projektodawcą modeli jest PIAP, zaś głównymi wykonawcami badań zakładowych i eksploatacyjnych - Instytut Automatyki Systemów Energetycznych i Instytut Energetyki.

System automatyki KSA-URS - trzeciej generacji będzie przystosowany do współpracy z urządzeniami wejścia maszyn cyfrowych, a więc będzie mógł pracować w systemach kompleksowej automatyzacji.

W planach rozwojowych Przedsiębiorstwo bierze pod uwagę również zjawiska społeczne, takie jak ochrona środowiska człowieka. Stąd w programie produkcji umieszczono np. fonometry, mierniki czasu reakcji, a w perspektywie także i inne urządzenia.

Musimy uzyskać maksymalną liczbę opłacalnych wyrobów przy możliwie małych nakładach na badania i rozwój. Nie możemy przy tym stosować ciągle metod kopiowania i naśladowania, lecz podjąć prace o charakterze badawczo-doświadczalnym, zdając sobie jednak sprawę, że za badania trzeba płacić, gdyż bez nich nie jesteśmy w stanie opracować nowych wyrobów. Odrzucić trzeba obawy, że praca badawcza może nie dać efektu w postaci nowego produktu i przestać myśleć przy podejmowaniu tych prac o tym, czy przypadkiem nie jesteśmy "ofiarami pułapek".

Dynamika rozwoju inwestycyjnego w ubiegłym 5-leciu, jak również przewidywane inwestycje w bieżącej 5-latce, stwarzają w Przedsiębiorstwie duży potencjał produkcyjny. Dla zabezpieczenia tego rozwoju niezbędne jest podjęcie szeregu prac zmierzających do wzrostu wydajności pracy w Przedsiębiorstwie przez wprowadzenie nowych wyrobów i nowych technologii. Już od roku 1971 podejmujemy scentralizowaną produkcję zunifikowanych obudów pokrywanych tworzywem PCV. Produkcja ta będzie prowadzona w Oddziale Szczecińskim.

Jeśli wziąć pod uwagę, że udział kosztów elementów mechanicznych w ogólnym koszcie materiałów Przedsiębiorstwa stanowi ca 18%, a pracochłonność wykonywania detali mechanicznych ok. 40% ogólnej pracochłonności, to oczywiste staje się, że musimy zwiększyć operatywność w działaniu wydziałów mechanicznych, gdyż każde opóźnienie w pracach tych wydziałów przynosi olbrzymie straty w postaci gromadzenia się zapasów elementów elektrycznych.

Centralizacja produkcji obudów jest pierwszą z takich prac. Następną będzie centralizacja produkcji detali znormalizowanych, detali z tworzyw sztucznych, termoplastycznych i termoutwardzalnych, w Nasielsku po rozbudowie Oddziału. Konsekwencją tej centralizacji powinna być w przyszłości centralizacja biur konstrukcyjno-kreślarskiego dla tych prac. Za niezbędne uznajemy zmiany charakteru prac i zadań zespołu d/s unifikacji, który powinien prowadzić listę elementów standardowych, możliwie najnowocześniejszych, do których istnieje pewność, że można je nabyć w odpowiednich i dostatecznych ilościach po właściwej cenie i w dogodnych terminach. Po to, aby te prace Przedsiębiorstwo mogło podjąć, trzeba dokładnie znać program rozwoju polskiej elektroniki, trzeba wiedzieć, co możemy nabyć w kraju, a co musimy importować, aby produkować nowoczesną aparaturę.

Następnym przedsięwzięciem technologicznym będzie unifikacja schematów i połączeń oraz centralizacja produkcji płytek drukowanych wraz z wprowadzeniem montażu taśmowego. Przewidujemy tu uzyskanie oszczędności na kosztach oprzyrządowania produkcji, bezpośredniej robociźnie oraz wyeliminowanie błędów montażowych. Konsekwencją centralizacji produkcji płytek winna być centralizacja zaopatrzenia, a więc lepsze i bardziej racjonalne działanie.

Działalność wszystkich służb technicznych Przedsiębiorstwa zmierzać będzie w najbliższej 5-latce do tego, aby odbiorcy zapewnić nowoczesny wyrób, a Przedsiębiorstwu maksymalną produkcję, przy minimalnych kosztach wytwarzania.



ROLA ZAKŁADU DOSWIADCZALNEGO

W ROZWOJU TECHNICZNYM PRZEDSIĘBIORSTWA "ELPO"

Elektroniczna aparatura pomiarowa /e.a.p./ jest gałęzią przemysłu określaną jako nośnik postępu technicznego wielu innych gałęzi przemysłu, a urządzenia elektroniczne mają coraz większe zastosowanie w naszym życiu.

W branży aparatury elektronicznej obserwuje się dominowanie małych /czasem bardzo małych/ i średnich zakładów. Wielkie przedsiębiorstwa o wąskiej specjalizacji są zjawiskiem rzadkim. Cechą charakterystyczną branży jest wąska specjalizacja produkcji oraz elastyczność organizacyjna i operatywność. Przedsiębiorstwa, które nie potrafią szybko reagować na potrzeby rynku, które nie inwestują w prace rozwojowe i nie dbają o szybki postęp techniczny i technologiczny, są wypierane z rynku.

Coraz większa złożoność produkcji i coraz większy stopień trudności technicznej, coraz większy udział specjalistów innych dziedzin nauki, współpracujących z elektronikami, tj. matematyków, chemików, fizyków o różnych specjalnościach - powodują, że prace muszą być wykonywane w zespołach mieszanych, gdzie obok naukowców występują konstruktorzy, technolodzy i wykonawcy, a nakłady finansowe szybko rosną i przekraczają możliwości finansowe małych zakładów. Stąd w krajach zachodnich małe zakłady bądź giną w ostrej konkurencji, bądź łączą się w większe lub duże przedsiębiorstwa, bądź też /prędzej czy później/ wchłaniane są przez wielkie korporacje przemysłowe z zachowaniem specjalizacji poszczególnych zakładów. Korporacje te, giganty przemysłowe, organizują i mają do swej dyspozycji potężne zespoły naukowców, bardzo bogato wyposażone laboratoria i równie potężnie rozbudowane zaplecze techniczne konstrukcyjne i doświadczalne, których zadaniem jest wypróbowanie koncepcji i opracowań technicznych, przygotowanie ich do wdrożenia do produkcji w wąsko specjalizowanych przedsiębiorstwach danego koncernu.

W ostatnich latach obserwuje się wzrost ilościowy i procentowy udziału zaplecza technicznego w stosunku do zaplecza produkcyjnego. Stosunek procentowy zaplecza w przedsiębiorstwach wysoko rozwiniętych krajów zachodnich kształtuje się zwykle od 1:8 do 1:3, zależnie od branży i posiadanych środków finansowych na prace rozwojowe, na postęp techniczny.

W naszym kraju obserwujemy podobne tendencje organizacyjne. Utworzono już szereg kombinatów, występują liczne wielozakładowe przedsiębiorstwa. Poszczególne przedsiębiorstwa tworzą filie terenowe. Pogłębiają się powiązania przedsiębiorstw z nauką - uczelniami technicznymi i instytutami naukowymi, które są często tworzone dla obsługi danej branży i są jej podporządkowywane. Dalszym etapem prac organizacyjnych jest tworzenie centrów lub ośrodków naukowo-produkcyjnych. Zespalande siły i środki jest tu tendencją stałą i coraz wyraźniejszą.

W związku z omawianymi tendencjami rozwojowymi przedsiębiorstw również w Zjednoczeniu "Mera" i w "Elpo" powstała koncepcja utworzenia wyodrębnionego zaplecza technicznego. Aby uniknąć okresu tzw. "dziecięcej choroby" sięgnięto po zespół pracowniczy o znacznym doświadczeniu technicznym i organizacyjnym - jednostkę spółdzielczą, która w warunkach organizacyjnych spółdzielczości pracy nie miała właściwych dla branży warunków i środków do rozwoju. Konstrukcyjno-Prototypowa Spółdzielnia Pracy "Eureka" w Warszawie przekształcona została dnia 1 I 1966 r. w Zakład Doświadczalny Elektronicznej Aparatury Pomiarowej przy ZZEAP "Elpo", a ówczesny minister przemysłu ciężkiego, w dowód uznania dla dorobku technicznego załogi, specjalnym zarządzeniem pozostawił dotychczasową nazwę "Eureka". Znak firmowy również pozostał ten sam. Obecnie ZD "Eureka" pracuje prawie wyłącznie na potrzeby wielozakładowego przedsiębiorstwa "Elpo"; rozbudowano organizacyjnie zakład w Warszawie oraz w 1968 roku utworzono filię "Eureki" we Wrocławiu, a w 1969 - filię w Szczecinie. Ta ostatnia jako załóżek tworzący oczekujący na bazę lokalową /w budowie/ i kadrę techniczną przygotowywaną dopiero przez wyższe uczelnie tego regionu. Aktualne proporcje zatrudnienia ZD "Eureka":

Warszawa	-	51%
Wrocław	-	42%
Szczecin	-	7%
Razem		<u>100%</u>

Procent zatrudnionych w ZD "Eureka" wynosi ok. 1/4 ogółu zatrudnionych w Przedsiębiorstwie.

W Zakładzie Doświadczalnym "Eureka" skoncentrowano doświadczoną kadrę konstruktorów, uzupełnianą stale absolwentami wyższych uczelni oraz doświadczoną, o wieloletnim stażu pracy kadrę wykonawczą, tzw. "prototypiarzy".

Potrzeby przedsiębiorstwa "Elpo" wyznaczają kierunki prac technicznych, wpływają na organizację i rozwój Zakładu Doświadczalnego. Potrzeby te powodują zarazem, iż większość prac rozwojowych oraz prac konstrukcyjno-doświadczalnych skoncentrowana została w Zakładzie Doświadczalnym. Dwie grupy problemowe pozostały w warszawskim zakładzie przedsiębiorstwa.

Aktualne kierunki prac rozwojowych i konstrukcyjno-doświadczalnych wg grup problemowych są następujące:

1. Elektroniczne analogowe przyrządy do pomiaru napięć i prądów.

Tematyka ta jest prowadzona głównie przez biuro konstrukcyjne "Elpo" w Warszawie, a opracowania przekazywane są do produkcji seryjnej w "Elpo" w Szczecinie. Obecnie ZD w Szczecinie podjął nowe opracowania w tej dziedzinie.

2. Cyfrowe woltomierze uniwersalne.

Opracowywane są również przez biuro konstrukcyjne i produkowane w "Elpo" w Warszawie. Grupa ta stanowi najważniejszy asortyment produkowany w przedsiębiorstwie. Jest grupą nowoczesnych wyrobów o dużej złożoności i trudności technicznej.

3. Elektroniczne przyrządy dla serwisu radiowo-telewizyjnego.

Zestaw kilkunastu przyrządów opracowywany jest aktualnie w ZD w Warszawie z przeznaczeniem dla "Elpo" w Warszawie. Zakłada się poszerzenie zestawu przyrządów serwisowych o przyrządy dla potrzeb telewizji kolorowej. Kompleksowo potraktowane zestawy ujedynolicą wyposażenie ZURT i innych placówek naprawczych, ułatwiając ich pracę.

4. Elektroniczne przyrządy do pomiaru częstotliwości i czasu

Aktualnie pracuje się nad rozszerzeniem zastosowań tej grupy przyrządów w nowych dziedzinach, poza pomiarami w przemyśle i laboratoriach naukowych. Opracowania wdrażane są do produkcji seryjnej w "Elpo" w Warszawie.

5. Elektroniczne przyrządy do pomiaru stałych obwodów

Opracowano w ZD w Warszawie szereg przyrządów podstawowych tej grupy. Część z nich wdrożono już do produkcji w "Elpo" w Szczecinie, część aktualnie jest przekazywana, inne przygotowywane są do przekazania. Jeden z tematów realizowany jest wspólnie przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów /PIAP/ Oddział we Wrocławiu i przez ZD w Warszawie. Do nowych opracowań tej grupy przystępuje w coraz większym stopniu ZD w Szczecinie.

6. Krajowy System Automatyki - Urządzenia Regulacji i Sterowania /KSA-URS/

Opracowaniem tej grupy urządzeń zajmuje się ZD we Wrocławiu, a produkcję seryjną prowadzi "Elpo" we Wrocławiu. Opracowania powstały dla potrzeb energetyki. Wszystkie nowe siłownie i elektrociepłownie wyposażone są w te urządzenia - obecnie ok. 20 typów. Przewiduje się dostosowanie i poszerzenie zakresu urządzeń tej grupy dla potrzeb chemii i innych gałęzi przemysłu. Część opracowań powstaje przy udziale uczelni i placówek naukowych /Słask, Wybrzeże, Warszawa/, a część według opracowań własnych.

7. Mierniki wielkości nieelektrycznych pomiarów mechanicznych /N-104 system/

Opracowania prowadzone są przez Instytut Lotnictwa przy udziale ZD we Wrocławiu, bądź we własnym zakresie, a produkowane seryjnie przez "Elpo" we Wrocławiu w kooperacji z ZD we Wrocławiu przy niektórych trudniejszych elementach.

8. Chromatografia gazowa i pH-metria

a/ Chromatografia - początkowo bazowano na opracowaniach naukowych z zewnątrz, obecnie bazuje się na pracach własnych ZD we Wrocławiu, przy współudziale placówek z zewnątrz. Produkcję prowadzi "Elpo" we Wrocławiu

b/ pH-metria.

Prace rozwojowe prowadzi ZD w Warszawie, a produkcję "Elpo" we Wrocławiu. Aktualnie ZD we Wrocławiu prowadzi prace adaptacyjne i wdrożeniowe pH-metrów licencyjnych /Polymetron/, przewidzianych do produkcji seryjnej w "Elpo" we Wrocławiu. W ZD w Warszawie powstają urządzenia i typy pH-metrów uzupełniające grupę asortymentową.

9. Źródła napięć: zasilacze, generatory b.w.cz. i funkcyjne, generatory m.cz., generatory w.cz., i generatory szumów

Opracowania wykonywane są w ZD w Warszawie oraz w ZD w Szczecinie. Część opracowań przekazywana jest, bądź przeznaczona dla "Elpo" w Szczecinie, część zaś produkowana jest w ZD w Warszawie w ramach produkcji krótkoseryjnej lub jednostkowej powtarzalnej.

10. Urządzenia sygnalizacyjne oparte na technice podczerwieni

Opracowania wg własnych patentów wykonuje ZD w Warszawie w ramach produkcji krótkoseryjnej. Przewiduje się przeniesienie produkcji powtarzalnej z tej dziedziny do "Elpo" w Warszawie. Wówczas w ZD w Warszawie pozostałyby tylko prace rozwojowe tej grupy.

11. Różne mierniki wielkości nieelektrycznych: anemometry, mierniki poziomu dźwięków, mierniki przyspieszeń i uderzeń, mierniki mikrocząstek, mierniki czasu reakcji, solomierze i inne.

Opracowuje ZD we Wrocławiu i w Szczecinie, głównie jako prace własne i przy współudziale placówek naukowych z zewnątrz, z przeznaczeniem do produkcji seryjnej, odpowiednio w "Elpo" we Wrocławiu i Szczecinie.

12. Inne: przekształtniki, automaty itp. występują jako produkcja uzupełniająca w "Elpo" we Wrocławiu i Szczecinie. ZD prowadzi w tym zakresie prace modernizacyjne, wdrożeniowe lub pomocnicze.

Podkreślenia wymaga opracowanie i wdrożenie do produkcji przez ZD w Warszawie zespołów pomiarowych przewidzianych dla serwisu dla radiotelefonów. Zestaw ZPFM-1 zastąpiono doskonalszym ZPFM-2. Zastępują one w 3 lub 4 panelach zestaw 7 - 9 różnych przyrządów klasycznych ogólnego przeznaczenia, w dużej mierze importowanych. Zestawy pomiarowe ZPFM-1 i ZPFM-2 mają coraz powszechniejsze zastosowanie w stacjach technicznej obsługi oraz w produkcji radiotelefonów. Wraz z polskimi radiotelefonami rozwija się eksport tej aparatury

Stosunkowo szeroki zakres tematyczny Przedsiębiorstwa i Zakładu Doświadczalnego wynika z charakterystycznych cech branży eap, tj. produkcji krótkoseryjnej i jednostkowej powtarzalnej, wynikającej z jednej strony z dość ograniczonego rynku zbytu, z drugiej - ze zróżnicowanych /bądź nowych/ potrzeb użytkowników, szybkich zmian w technice i technologii, zmiennej bazy materiałowej, nowych możliwości pomiarowych, nowych zastosowań i wielu innych czynników wpływających na szybkie "moralne" starzenie się elektronicznej aparatury pomiarowej.

Struktura przerobu ZD "Eureka" informuje o rodzajach prowadzonych prac, jak i zachodzących zmianach:

Lp	Przerób ogółem	%		
		1968	1969	1970
	przeliczony na produkcję towarową, z tego:	100	100	100
1	modele + dokumentacja	7,6	3	4
2	prototypy + dokumentacje		14	28
3	serie próbne	29,3	31	21
4	ekspertyzy i badania laboratoryjne	63,1	4	4
5	usługi techniczne		21	16
6	narzędzia i oprzyrządowanie	63,1	26	26
7	produkcja krótkoseryjna i jednostkowa powtarzalna			

W ostatnich latach położono nacisk na nowoczesność i jakość. Na Międzynarodowych Targach Poznańskich już w 1970 r. wystawiono dwa pierwsze przyrządy wykonane na obwodach scalonych. Woltomierz cyfrowy V-530 opracowany przez Biuro Konstrukcyjne "Elpo" w Warszawie i częstotściomierz cyfrowy C-549 opracowany przez ZD "Eureka" w Warszawie.

Zakład Doświadczalny "Eureka" prowadzi dla potrzeb całego Przedsiębiorstwa dwie centralne pracownie: Centralne Laboratorium Badawcze Aparatury Pomiarowej wraz ze Stacją Badań Technoklimatycznych, które prowadzą badania typu na zgodność z Polską Normą badania wg programów specjalnych, badania wytrzymałościowe, itp. Druga pracownia we Wrocławiu specjalizuje się w chromatografii gazowej, pH-metrii, URS - które wymagają unikalnych stanowisk pomiarowych. Drugą centralną placówką usługową jest Biuro Rzeczników Patentowych. Prace prowadzone są tu w 2 kierunkach: badania czystości patentowej i zdolności patentowej przygotowywanych opracowań.

Całość prac Zakładu Doświadczalnego "Eureka" jest zsynchronizowana z działalnością wszystkich jednostek organizacyjnych zrzeszonych w Przedsiębiorstwie "Elpo". Plany ZD "Eureka" są częścią składową planu technicznego Przedsiębiorstwa.

W celu uzyskania maksymalnej operatywności i elastyczności działania organizacja pracy w ZD "Eureka" jest oparta głównie, ale nie jedynie, na specjalistycznych pracowniach /wydziały/, w których skoncentrowane i wykonywane są prace konstrukcyjne, często od etapu założeń - koncepcji, z pracami technologicznymi i z pracami wykonawczymi. Kierownikiem pracowni

/wydziału/ jest konstruktor wiodący w danej specjalności. Organizacja taka omija trudne do przekroczenia progi przekazywania pracy innym komórkom organizacyjnym, eliminuje duży procent "papierków", koncentruje w jednym ręku i wyraźnie określa odpowiedzialność za wyrób i jego jakość, daje także bardzo istotny walor - specjalizację. Zespół opracowuje wyrób, sprawdza go w produkcji doświadczalnej, a następnie wdraża do produkcji. Przykładowo, efekty pracy ZD "Eureka" w ostatnich latach ujęto w zestawieniach ilościowo-wartościowych:

Ilość i rodzaje prac konstrukcyjno-doświadczalnych

Rodzaj prac	1969	1970	1971 /plan/
Założenia konstrukcyjne	7	3	3
Modele	6	16	9
Prototypy	16	23	22
Serie próbne	11	14	10
R a z e m	40	56	44

Ilość opracowań przekazanych do produkcji w Oddziałach "Elpo"

Oddział	Ilość przekazanych opracowań				Razem
	1968	1969	1970	1971 /plan/	
Warszawa	--	1	2	4	7
Szczecin	2	2	3	4	11
Wrocław	1	5	15	22	43
R a z e m	3	8	20	30	61

Wartość produkcji wyrobów wykonanych w "Elpo" na podstawie opracowań ZD "Eureka"

	Wartość
1968	15 702 tys.zł
1969	35 717 tys.zł
1970	80 591 tys.zł
1971 /plan/	119 976 tys.zł

Potrzeby gospodarki narodowej i potrzeby przedsiębiorstwa nakładają na zaplecze techniczne - zwłaszcza na elektronikę - nowe, ambitne zadania. Dotychczasowa tematyka, jak też i formy organizacyjne branży eap wymagają przemyślenia i przygotowania się do zaspokajania nowych potrzeb: tworzenia systemów pomiarowych i ciągów technologicznych z zastosowaniem elektronicznej aparatury pomiarowej i elementów elektronicznych automatyki. Będzie to nowy skok jakościowy w rozwoju techniki.

*/ Obecnie już wiadomo, że liczby te będą przekroczone

DYNAMIKA WZROSTU I PROBLEMY RUCHU WYNALAZCZEGO

W PRZEDSIĘBIORSTWIE "ELPO"

Duży udział w rozwoju technicznym Zakładów "ELPO" mają racjonalizatorzy. Ruch racjonalizatorski rozwija się bardzo dynamicznie. Z każdym rokiem wzrasta ilość projektów wynalazczych zgłaszanych do Urzędu Patentowego PRL w celu zagwarantowania ochrony prawnej. Wzrasta ilość patentów udzielonych przez Urząd Patentowy. Wzrastają efekty ekonomiczne uzyskane z racji wdrożenia projektów wynalazczych do produkcji.

Powyższe stwierdzenia mają uzasadnienie w konkretnych liczbach zawartych w tabeli:

Lp	Wyszczególnienie	1968	1969	1970
1	Projekty wynalazcze zgłoszone w danym roku do UP PRL w celu zabezpieczenia ochrony prawnej	4	8	28
2	Uzyskane w danym roku patenty i świadectwa ochronne w UP PRL	1	2	6
3	Koszty związane z rozwojem i realizacją wynalazczości poniesione w danym roku	1742,1 tys.zł	1321,0 tys.zł	2381,0 tys.zł
4	Uzyskana oszczędność w wyniku stosowania projektów wynalazczych w danym roku	2813,4 tys.zł	4811,0 tys.zł	10666,8 tys.zł
5	Efekty ekonomiczne netto uzyskane w danym roku	1071,3 tys.zł	3480,0 tys.zł	285,8 tys.zł

Należy zaznaczyć, że poziom techniczny zgłoszonych i przyjętych do realizacji projektów wynalazczych jest coraz wyższy. Wskazuje na to coraz wyższa efektywność ekonomiczna wdrożonych projektów wynalazczych, przy mniejszej ilości projektów zgłoszonych i przyjętych do realizacji.

Lp	Wyszczególnienie	1968	1969	1970
1	Ilość zgłoszonych projektów wynalazczych w danym roku	219	171	199
2	Ilość projektów wynalazczych przyjętych do zastosowania w danym roku	148	94	117
3	Efekty ekonomiczne netto uzyskane w danym roku wyliczone średnio na 1 projekt przyjęty do zastosowania	7,3 tys.zł	36,6 tys.zł	70,8 tys.zł

W 1970 r. Urząd Patentowy PRL przyznał patenty na następujące rozwiązania techniczne:

- Nr 60539 - "Cyfrowy miernik oporności z mostkiem pomiarowym"
 Nr 60549 - "Elektroniczny dzielnik napięcia zwłaszcza do cyfrowego woltomierza kompensacyjnego"
 Nr 60889 - "Przełącznik tranzystorowy w szczególności do kompensacyjnego woltomierza cyfrowego"
 Nr 61182 - "Sposób stabilizacji prądu diody w generatorze szumów oraz układ do stosowania tego sposobu"
 Nr 62120 - "Tranzystorowy transformator impedancji"

W najbliższym okresie Zakłady "Elpo" uzyskają ok. 30 nowych patentów dla rozwiązań technicznych zgłoszonych do UP PRL w celu zapewnienia ochrony prawnej. Wszystkie opatentowane rozwiązania techniczne wdrażane są do produkcji w wyrobach "Elpo".

Ożywienie ruchu racjonalizatorskiego i wynalazczego w Zakładach "Elpo" jest m.in. wynikiem szerokiej popularyzacji tego ruchu wśród załogi Przedsiębiorstwa. Od 1968 r. ogłaszane są konkursy racjonalizatorskie na rozwiązanie najbardziej ważnych problemów technicznych. W 1969 r. ogłoszono Turniej Młodych Mistrzów Techniki dla członków załogi. Wyznaczone w konkursach i turnieju nagrody były bodźcem do wzięcia w nim udziału dla wielu pracowników.

Drugim aspektem ożywienia ruchu wynalazczego i racjonalizatorskiego jest akcja popularyzacji projektów zgłoszonych w jednym zakładzie "Elpo" a spopularyzowanych w innych zakładach naszego Przedsiębiorstwa. Wszystkie projekty racjonalizatorskie przyjęte do realizacji przez poszczególne zakłady "Elpo" /w Warszawie, Wrocławiu, Szczecinie/ przesyłane są do Zakładowego Ośrodka Informacji "Elpo". Ośrodek ten wydaje dla całego Przedsiębiorstwa, w okresach kwartalnych, specjalny biuletyn, zawierający krótkie informacje dotyczące tematyki projektu i proponowanego rozwiązania. Dzięki takiej informacji, projekty racjonalizatorskie zgłoszone w jednym zakładzie naszego Przedsiębiorstwa, są wdrażane również w innych zakładach. Popularyzacja ruchu wynalazczego w tej formie przynosi poważne efekty ekonomiczne dla przedsiębiorstwa, stanowi dodatkowy bodziec dla racjonalizatorów /większe wynagrodzenie za zastosowanie proponowanego rozwiązania technicznego/ oraz pozwala uniknąć rozwiązywania tych samych problemów w kilku zakładach.

Zdaniem autora istnieje potrzeba wymiany tego typu informacji, między zakładami podległymi Zjednoczeniu Przemysłu Automatyki i Aparatury Pomiarowej "Mera". Wniosek w tym zakresie został przyjęty pozytywnie przez Dyrekcję zjednoczenia "Mera"



NOWE URUCHOMIENIA

mgr inż. Marek ORZYŁOWSKI

CAŁKUJĄCY WOLTOMIERZ CYFROWY TYPU V-530

Woltomierz napięcia stałego typu V-530 jest nowoczesnym przyrządem cyfrowym średniej dokładności, którego wykonywanie oparte zostało na monolitycznych układach scalonych. Zastosowanie układów scalonych pozwoliło uzyskać wysokie parametry techniczne przyrządu przy zachowaniu małych wymiarów, wysokiej niezawodności i niewielkim koszcie wytwarzania.

Zasada działania woltomierza/uśrednianie sygnału wejściowego/ oraz zastosowanie specjalnego ekranu ochronnego zapewniają bardzo dobre tłumienie zakłóceń, występujących łącznie z mierzonym napięciem. Zaciski pomiarowe przyrządu są izolowane od obudowy i od ekranu ochronnego, dzięki czemu woltomierz może być używany do pomiarów napięć ze źródeł nieziemionych, znajdujących się na potencjale różnym od potencjału przewodu zerowego.

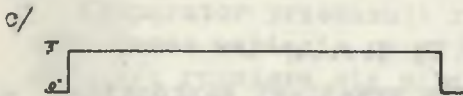
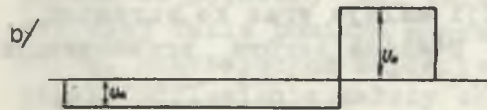
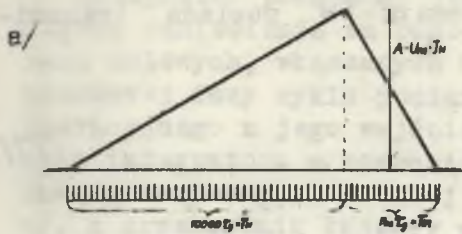
Woltomierz typu V-530 przeznaczony jest do prac laboratoryjnych, warsztatowych i przemysłowych. Posiadając wyjścia sygnałów informacyjnych i wejścia sterujące, może być używany jako samodzielny przyrząd pomiarowy, oraz jako część składowa systemu centralnej rejestracji i przetwarzania danych lub automatycznej regulacji i sterowania.

Zasada działania

Przetwarzanie analogowo-cyfrowe zastosowane w woltomierzu typu V-530 polega na przetwarzaniu wartości napięcia na wartość odcinka czasu, a następnie na pomiarze cyfrowym tego odcinka metodą zliczania impulsów z generatora wzorcowego. Wartość napięcia mierzonego zamieniana jest na wartość odcinka czasu przez całkowanie tego napięcia i napięcia odniesienia w cyklu pomiarowym, złożonym z trzech kolejno powtarzających się faz.

Pierwsza faza cyklu pomiarowego, podczas której wejście integratora pozostaje na potencjale wyjścia, zapewnia rozładowanie kondensatora całkującego i ustalenie warunków początkowych układu.

Czas trwania drugiej fazy wyznaczony jest za pomocą licznika, zliczającego impulsy generatora wzorcowego. W fazie tej następuje całkowanie napięcia mierzonego. Oto wynik tego całkowania /rys.1/:



Rys.1. Cykl pomiarowy woltomierza. Przebieg napięcia: a - wyjściu integratora, b - wejściu integratora, c - wyjściu komparatora

$$U_{T_N} = A \int_0^{T_N} U_x(t) dt = A U_m T_N \quad /1/$$

gdzie: U_{T_N} - napięcie na wyjściu układu całkującego po czasie T_N , równym 10000 okresów generatora wzorcowego, $U_x(t)$ - napięcie mierzone, U_m - wartość średnia napięcia $U_x(t)$ w czasie trwania drugiej fazy pomiaru, A - stała proporcjonalna układu całkującego.

W trzeciej fazie pomiarowej na wejście układu całkującego jest podane napięcie odniesienia o polaryzacji przeciwnej w stosunku do polaryzacji sygnału mierzonego. Czas sprowadzania wyniku całkowania do zera jest mierzony za pomocą impulsów generatora wzorcowego, użytego do wyznaczenia czasu trwania drugiej fazy.

Koniec trzeciej fazy następuje po czasie $T_N + T_m$ od chwili rozpoczęcia pomiaru:

$$U_{T_N} + A \int_{T_N}^{T_N + T_m} (-U_N) dt = 0 \quad /2/$$

gdzie: U_N - wartość napięcia odniesienia. Z zależności /1/ i /2/ wynika, że:

$$T_m = T_N \frac{U_m}{U_N} \quad /3/$$

Czas trwania trzeciej fazy pomiaru T_m wyznacza się metodą zliczania impulsów z niedokładnością nie przekraczającą jednego okresu generatora wzorcowego T_g :

$$T_m \cong n_m \cdot T_g \quad /4/$$

ponieważ

$$T_N = 10000 \cdot T_g \quad /5/$$

otrzymuje się zależność

$$n_m \cong 10000 \frac{U_m}{U_N} \quad /6/$$

Wartość n_m jest wynikiem pomiaru. Z równania /4/ wynika, że rezultat zliczania nie zależy od zmian stałej czasu całkowania A integratora i zmian częstotliwości generatora, o ile zmiany te nie zachodzą w czasie trwania jednego cyklu pomiarowego. Jest to bardzo cenna zaleta zastosowanej metody pomiarowej, gdyż pozwala na zastosowanie w woltomierzu tańszych elementów.

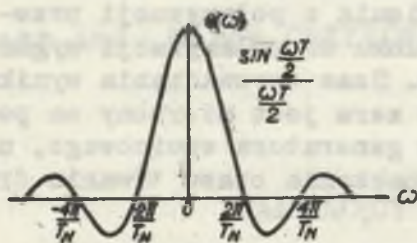
Zastosowana w woltomierzu typu V-530 metoda przetwarzania analogowo-cyfrowego zapewnia wysoką odporność na zakłócenia.

Układ całkujący o skończonym czasie całkowania T_M posiada transmitancję wyrażoną zależnością [1]:

$$H(j\omega) = \frac{\sin \frac{\omega T_M}{2}}{\frac{\omega T_M}{2}} \quad /7/$$

przedstawioną na rys.2.

Przenoszenie układu o takiej transmitancji maleje wraz ze wzrostem częstotliwości. Ponadto transmitancja $H(j\omega)$ posiada zerowe przenoszenie dla częstotliwości



Rys.2. Transmitancje przetwornika analogowo-cyfrowego woltomierza cyfrowego typu V-530

$$f_k = k \cdot \frac{1}{T_M} \quad /8/$$

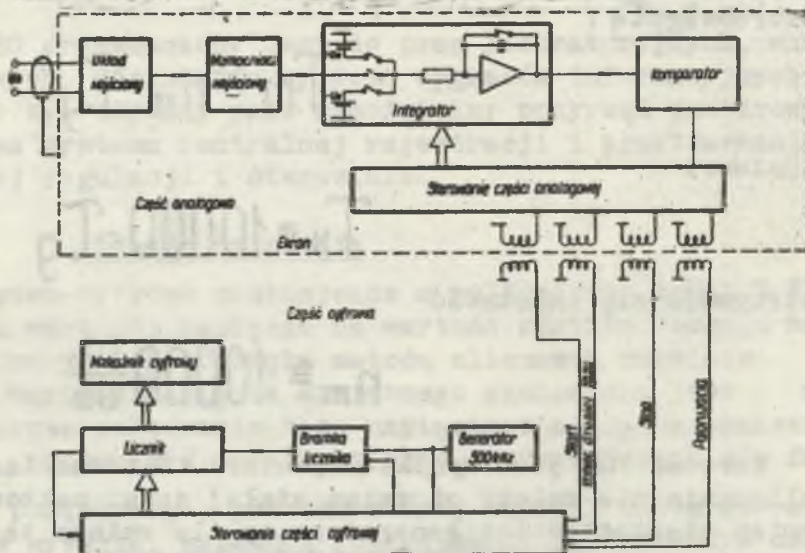
gdzie $k = 1, 2, 3, \dots$

W związku z tym przebiegi zakłócające o częstotliwościach różnych od zera przenoszone są w stosunku do sygnału użytecznego ze znacznym tłumieniem. Poza tym, przyjęcie czasu całkowania napięcia mierzonego, równego okresowi 50 Hz, powoduje niemal całkowitą niewrażliwość woltomierza na zakłócenia pochodzące od sieci zasilającej.

Schemat blokowy woltomierza

Schemat blokowy woltomierza typu V-530 przedstawiono na rys.3. Woltomierz składa się z dwóch części - analogowej i cyfrowej. Część analogowa umieszczona jest wewnątrz specjalnego ekranu ochronnego, zmniejszającego wpływ zakłóceń na wynik pomiaru [1]. Przesyłanie informacji między częścią analogową i cyfrową woltomierza odbywa się za pośrednictwem miniaturowych transformatorów impulsowych, odznaczających się bardzo małą pojemnością, sprzęgającą uzwojenia pierwotne i wtórne.

Sygnał mierzony doprowadzony jest do układu wejściowego, złożonego z oporowego dzielnika napięcia i z filtra tłumiącego składową zmienną. Następnie jest wzmacniany za pomocą wzmacniacza wejściowego, którego pierwszy stopień wykonano na tranzystorze poleowym, co zapewnia dużą oporność wejściową. Stałość wzmocnienia wzmacniacza osiąga się przez



Rys.3. Schemat blokowy woltomierza typu V-530

zastosowanie silnego ujemnego sprzężenia zwrotnego, a stabilność zera za pomocą dodatkowego toru wzmacniającego z półprzewodnikowym przetwornikiem napięcia stałego na zmiennie.

Integrator połączony jest ze wzmacniaczem wejściowym i ze źródłem napięcia odniesienia za pomocą przełączników, działających na tranzystorach polowych, włączanych układem sterującym częścią analogową. Podczas pierwszej fazy cyklu pomiarowego przełącznik łączący wyjście wzmacniacza operacyjnego z jego wejściem jest zwarty. Zapewnia to poziom zerowy wyjścia integratora w momencie rozpoczęcia całkowania mierzonego napięcia. Z chwilą rozpoczęcia drugiej fazy pomiarowej przełącznik ten jest rozłączany, a przełącznik łączący wejście integratora z wyjściem wzmacniacza napięcia wejściowego jest zwierny. Stan ten trwa do końca drugiej fazy. W trzeciej fazie pomiaru włączany jest jeden z dwóch pozostałych przełączników, włączających napięcie odniesienia. Wybór właściwej polaryzacji napięcia odniesienia zależy od znaku napięcia wyjściowego integratora po zakończeniu drugiej fazy pomiaru.

Komparator przekazuje również informację o przekroczeniu poziomu zerowego przez napięcie na wyjściu integratora w trzeciej fazie pomiaru /rys.1/; rozwiera się wtedy przełącznik wejściowy, a zwierny zerujący.

Całością cyklu pomiarowego steruje układ sterowania części cyfrowej. Rozpoczyna on pomiar wysyłając do części analogowej sygnał START i otwierając bramkę licznika. Zaczyna się wówczas druga faza pomiaru, w której integrator całkuje napięcie mierzone. Z chwilą wypełnienia stanu czterodekadowego licznika układ sterowania części cyfrowej wysyła do części analogowej sygnał zakończenia drugiej fazy pomiaru. W momencie wykrycia przez komparator przekroczenia poziomu zerowego przez napięcie na wyjściu integratora, układ sterowania części analogowej przesyła do części cyfrowej sygnał STOP. Zamyka się wówczas bramka licznika, następnie układ sterowania powoduje przepisanie stanu licznika do pamięci buforowej, która steruje wskaźnikami i przesyła informację do gniazd wyjściowych. Po przepisaniu wyniku zliczania stan licznika sprowadzany jest do zera.

Układ sterowania części analogowej, włączając odpowiednie napięcie odniesienia na wejście integratora, przesyła jednocześnie do części cyfrowej informację o polaryzacji mierzonego napięcia. Informacja ta jest wpisywana do układu pamięci buforowej łącznie z wynikiem zliczania impulsów generatora w trzeciej fazie pomiarowej.

Zastosowanie obwodów scalonych

Układy woltomierza cyfrowego typu V-530 wykonane są niemal wyłącznie z monolitycznych obwodów scalonych.

Technologia obwodów scalonych rozwinęła się gwałtownie w latach sześćdziesiątych. Pociągnęło to za sobą ogromny wzrost ich produkcji i spadek cen. W USA w r. 1963 wyprodukowano 0,5 mln półprzewodnikowych obwodów scalonych, w r. 1965 - 10 mln, w r. 1967 - 70 mln. Jednocześnie cena jednej sztuki spadła w tych latach 12-krotnie. Obecnie cena tranzystora symetrycznego 2N2915 wynosi 21,50 DM, zaś wzmacniacza operacyjnego zapewniającego taką samą symetrię wejścia, typu SN72709N - tylko 4,70 DM.

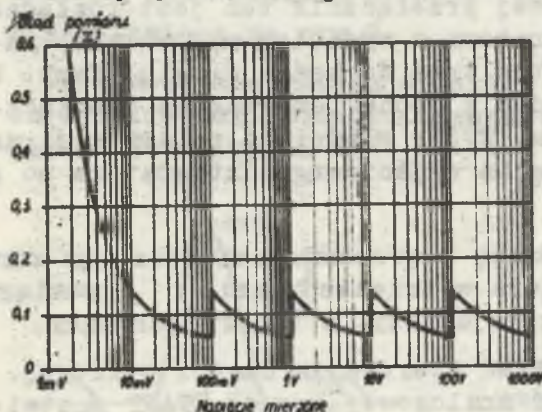
Dzięki zastosowaniu układów scalonych uzyskuje się prawie dwukrotnie niższy koszt przyrzędu niż w przypadku stosowania obwodów dyskretnych. Krótszy jest czas montażu i wyższa niezawodność. Rozmiary przyrzędu maleją kilkakrotnie. Zmniejsza się pobierana moc zasilania. Ze względu na możliwość użycia dopracowanych układowo bloków funkcjonalnych, zmniejsza się ilość prac konstrukcyjnych, przez co skraca się czas opracowania całego przyrzędu.

W woltomierzu typu V-530 zastosowano układy scalone następujących rodzajów: bramki logiczne i przerzutniki serii TTL; dekady liczące, układy pamięci i dekodery - włączniki nodistronów serii TTL; wzmacniacze operacyjne; komparatory; stabilizatory napięcia.

Znaczna część użytych w woltomierzu elementów czynnych występuje w do celowym programie produkcyjnym Zakładów "Tewa".

Parametry woltomierza

Zakres pomiarowy woltomierza typu V-530 wynoszący 10 μ V...1000 V, podzielony jest na pięć podzakresów, przełączanych przełącznikami na płycie czołowej przyrządu,



Rys.4. Błąd pomiaru woltomierza V-530

Dokładność wynosi $\pm 0,05\%$ wartości mierzonej $\pm 0,01\%$ pełnego wskazania /rys.4/. Cykl pomiarowy trwa 60 ms. Dla dwóch najniższych podzakresów /0,1 V i 1 V/ rezystancja wejściowa jest większa niż 5000 M Ω , na pozostałych wynosi 10 M Ω . Wynik pomiaru jest rejestrowany na wskaźniku nondystrybucyjnym czterocyfrowym ze znakiem polaryzacji. Maksymalne wskazanie wynosi 9999. Cyfry o wysokości 30 milimetrów pozwalają na łatwe odczytanie wyniku nawet ze znacznej odległości.

Współpraca z systemami pomiarowymi

Woltomierz cyfrowy typu V-530 posiada uniwersalną konstrukcję. Może być użyty jako wolno stojący przyrząd laboratoryjny z dołączonym ewentualnie rejestratorem, jak również jako blok wchodzący w skład systemów centralnej rejestracji i przetwarzania danych, systemów automatycznej rejestracji, czy systemów automatycznego sterowania.

Posiada on wyjście cyfrowe w kodzie 8421 oraz wejścia i wyjścia sygnałów sterujących procesem pomiarowym. Wyjścia i wejścia przystosowane są do współpracy z obwodami logicznymi serii TTL lub DTL. Jeżeli inne urządzenia zewnętrzne mają analogiczne wejścia, nie są potrzebne żadne obwody pośredniczące. Niekonieczne są również układy pamięci buforowej dla zapisu informacji czerpanej z woltomierza.

Obudowa przyrządu dostosowana jest do montażu w standardowych stojakach o podstawowym module szerokości $L_0 = 480$ mm. Przed zamontowaniem umieszcza się przyrząd w koszu montażowym produkowanym przez "Elpo" jako dodatkowe wyposażenie.

Rozwój produkcji woltomierzy całkujących

Całkujący woltomierz cyfrowy typu V-530 jest przewidziany jako podstawowy przyrząd rodziny woltomierzy całkujących średniej klasy. W ZZEAP "Elpo" opracowuje się dalsze wersje przyrządu wyposażone w przetwornik napięcia zmiennego na stałe, w omomierz cyfrowy i w układ automatycznego przełączania zakresów pomiarowych. Niezależnie od tego, przewiduje się opracowanie urządzeń współpracujących, wchodzących w skład prostych urządzeń centralnej rejestracji danych, takich jak komutator wejściowy, zegar cyfrowy, czy urządzenie sterujące rejestracją.

L i t e r a t u r a

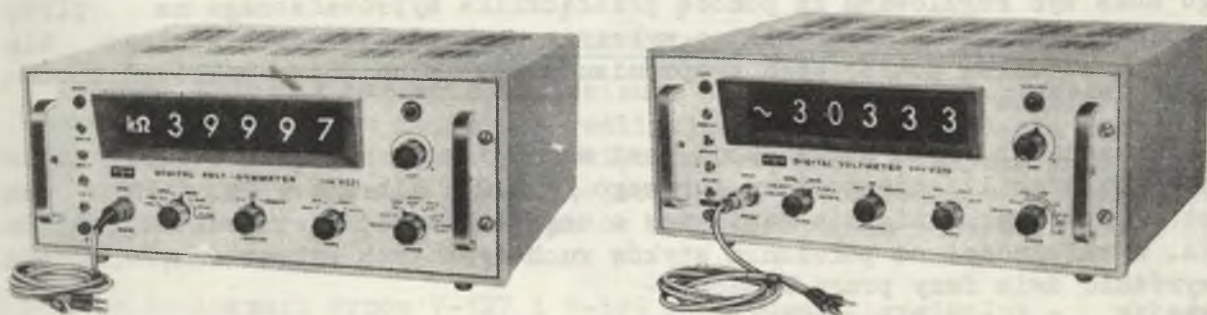
Orzyłowski M.: Własności użytkowe woltomierzy cyfrowych napięcia stałego - Biuletyn "Mera" nr 1/107/, styczeń 1971.

mgr inż. Paweł STUDZINSKI

inż. Wojciech MICHAŁOWSKI

NOWE WOLTOMIERZE CYFROWE O DOKŁADNOŚCI 0,01%

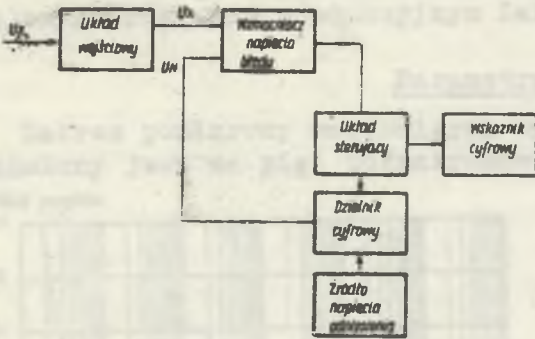
Nowe woltomierze cyfrowe typów V-527 i V-529, produkowane seryjnie w Zakładzie "Elpo" w Warszawie od r.1971, są przeznaczone do dokładnych pomiarów napięć stałych i zmiennych oraz oporności. Przyrządy te są nowymi wersjami rozwojowymi woltomierza cyfrowego typu V-524, produkowanego



Fot.1. Woltomierz-omomierz cyfrowy typu V-527 Fot.2. Woltomierz cyfrowy DC/AC typu V-529

od kilku lat. W porównaniu z woltomierzem typu V-524 odznaczają się one dwukrotnie większą rozdzielczością, możliwością programowania pracy za pomocą sygnałów elektrycznych oraz automatycznym przełączaniem zakresów pomiarowych. W woltomierzach typów V-527 i V-529 zastosowano ponadto nowe rozwiązania układowe i konstrukcyjne, wpływające korzystnie na własności użytkowe tych przyrządów i rozszerzające możliwości ich zastosowania.

Podstawowym blokiem obu nowych przyrządów jest woltomierz cyfrowy napięcia stałego, którego działanie oparte jest na metodzie kompensacji polegającej na aproksymacji sygnału mierzonego sumą dyskretnych przyrostów napięcia wzorcowego. Rezultat tej aproksymacji - wynik pomiaru - przedstawiony jest w postaci cyfrowej. Przyrosty napięcia aproksymującego stanowią malejący ciąg dwójkowo-dziesiętny. W procesie aproksymacji napięcia mierzone i kompensacyjne są dołączone do wzmacniacza błędu kompensacji, porównującego każdorazowo sumę wszystkich włączonych przyrostów napięcia kompensującego z sygnałem wejściowym. Jeżeli wartość napięcia kompensującego jest mniejsza od sygnału mierzonego, kolejny przyrost pozostaje



Rys.1. Schemat blokowy kompensacyjnego woltomierza cyfrowego napięcia stałego

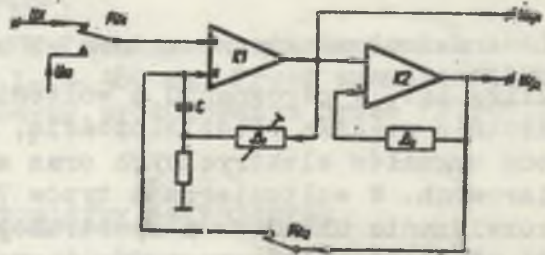
W przeciwnym przypadku zapada decyzja skasowania tego przyrostu, po czym do poprzedniej - już zaakceptowanej - sumy przyrostów dodawany jest następny skok napięcia, mniejszy od poprzedniego. Po zakończeniu cyklu pomiarowego wartość napięcia kompensującego różni się od napięcia mierzonego nie więcej niż o połowę najmniejszego rejestrowanego przyrostu.

Schemat blokowy woltomierza cyfrowego napięcia stałego wchodzącego w skład obu nowych przyrządów przedstawiono na rys.1. Poniżej omówiono najważniejsze bloki woltomierza

Układ wejściowy i wzmacniacz błędów kompensacji

Układ wejściowy woltomierza umieszczony jest w metalowej kasce - ekranie elektrostatycznym i magnetycznym. Zawiera on oporowy dzielnik napięcia i filtr wejściowy. Dzielnik napięcia wejściowego umożliwiający zmianę zakresów pomiarowych przyrządu, jest wykonany z wysokostabilnych oporników drutowych. Filtr wejściowy składa się z filtra zaporowego na częstotliwość sieci zasilającej 50 Hz, pracującego w układzie podwójnego T oraz z filtru dolnoprzepustowego. Stała czasu filtra dolnoprzepustowego może być regulowana za pomocą przełącznika wyprowadzonego na płytę czołową przyrządu, umożliwiając wybranie najbardziej odpowiedniego dla danych warunków pomiarowych kompromisu między tłumieniem zakłóceń i czasem ustalania wskazań.

Wzmacniacz błędów kompensacji jest wzmacniaczem napięcia stałego z okresową stabilizacją poziomu zerowego /rys.2/. Wibratory Pk_1 i Pk_2 są sterowane synchronicznie napięciem o częstotliwości sieci zasilającej 50 Hz. W zależności od położenia styków ruchomych tych wibratorów, można wyróżnić dwie fazy pracy wzmacniacza. W pierwszej fazie wibrator Pk_1 zwiera wejście 1 ze źródłem mierzonego napięcia U_x , a wibrator Pk_2 łączy wejście 2 z wyjściem wzmacniacza. Całkowite ujemne sprzężenie zwrotne powoduje pojawienie się na wejściu 2 napięcia równego sumie sygnału mierzonego i napięcia niezrównoważenia wzmacniacza. W drugiej fazie, po uprzednim rozwarciu styków przełącznika Pk_2 następuje przełączenie wejścia 1 na napięcie wzorcowe U_N .

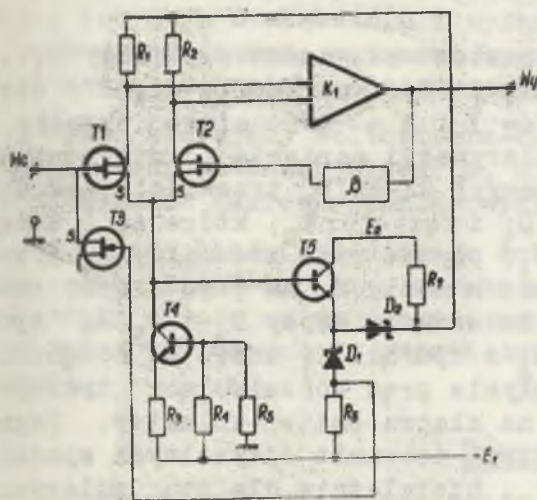


Rys.2. Zasada działania wzmacniacza błędów kompensacji

Dzięki obecności kondensatora C, potencjał wejścia 2 przez cały czas trwania drugiej fazy zachowuje nie zmienioną wartość, uzyskaną podczas pierwszej fazy pracy wzmacniacza. W rezultacie, napięcie niezrównoważenia stopnia wejściowego nie wywiera istotnego wpływu na sygnał wyjściowy, stanowiący w czasie drugiej fazy wzmocnioną różnicę napięć $U_x - U_N$.

Wzmacniacz składa się z dwóch sekcji, z których każda posiada odrębny układ ujemnego sprzężenia zwrotnego β_1 i β_2 . Wyjście 2 wzmacniacza jest wykorzystywane na najbardziej czułym zakresie pomiarowym /0,39999 V/, a wyjście 1 na pozostałych zakresach przyrządu.

Stopień wejściowy wzmacniacza pracuje na tranzystorach polowych typu złączowego, w układzie zapewniającym kompensację prądu wejściowego [1]. Źródła tranzystorów wzmacniających T_1 i T_2 /rys.3/ są zasilane stałym prądem z układu składającego się z tranzystora T_4 oraz rezystorów R_3 , R_4 , R_5 . Obwody drenów tranzystorów T_1 i T_2 są zasilane przez rezystory R_1 i R_2 , z układu składającego się z tranzystora T_3 oraz diody D_2 i rezystora R_7 . Dreń tranzystorów T_1 i T_2 są dołączone do symetrycznego wejścia drugiego stopnia wzmacniającego, przedstawionego wraz z pozostałymi stopniami w postaci wzmacniacza K .



Rys.3. Stopień wejściowy wzmacniacza błędu kompensacji

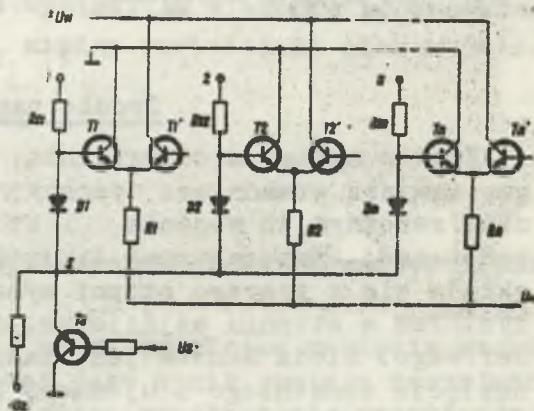
Elementem kompensującym prąd bramki tranzystora T_1 jest tranzystor T_3 tego samego typu co T_1 , wykorzystywany jako dioda. Przy odpowiedniej wartości spadku napięcia na diodzie Zenera D_1 uzyskuje się kompensację prądów bramek tranzystorów T_1 i T_2 . Taka kompensacja prądu wejściowego działa w szerokim zakresie zmian napięć wejściowych i zmian temperatury otoczenia, umożliwiając uzyskanie pięć wejściowych i zmian temperatury otoczenia, umożliwiając uzyskanie bardzo dużej rezystancji wejściowej wzmacniacza błędu kompensacji, sięgającej wartości 20 000 M Ω .

Dzielnik cyfrowy

Cyfrowy dzielnik napięcia odniesienia jest zbudowany w układzie drabinkowym, zawierającym rezystory realizujące przyrosty napięcia kompensującego U_N w kodzie dwójkowo-dziesiętnym 4, 2, 2^x , 1. Rezystory dzielnika, umieszczone w ekranie układu wejściowego, za pośrednictwem przełączników tranzystorowych są dołączone do źródła napięcia odniesienia lub do potencjału zerowego.

W woltomierzach typów V-527 i V-529 zastosowano oryginalne układy przełączające, umożliwiające znaczne powiększenie wartości napięcia odniesienia, bez obawy o przekroczenie dopuszczalnej wytrzymałości złącza baza-emiter tranzystorów przełączających [2].

Oprócz typowych elementów, w skład układu wchodzi diody półprzewodnikowe $D_1 \dots D_n$ oraz dodatkowy tranzystor T_S , sterowany sygnałem U_S o wartości zależnej od polaryzacji napięcia odniesienia /rys.4/. Przy dodatniej polaryzacji napięcia odniesienia tranzystor T_S nie przewodzi i napięcie na złączach baza-emiter nieprzewodzących tranzystorów $T_1 \dots T_n$, równe różnicy napięcia odniesienia U_W i pomocniczego U_Z , nie przekracza kilku woltów. Przy ujemnej polaryzacji napięcia odniesienia tranzystor T_S znajduje się w stanie nasycenia, zapewniając niemal zerowy potencjał punktu S. Diody $D_1 \dots D_n$ przewodzą, obniżając napięcia złącz baza-emiter spolaryzowanych zaporowo tranzystorów przełączających $T_1 \dots T_n$ do wartości, odpowiadającej wartości napięcia wyjściowego dzielnika U_N .

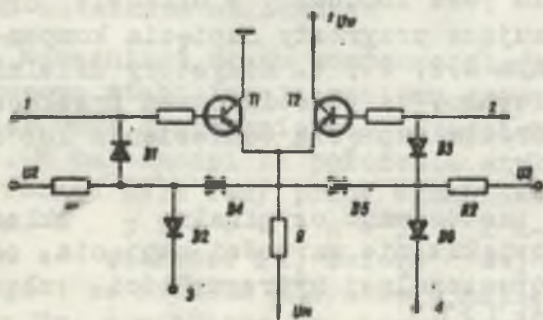


Rys.4. Dzielnik cyfrowy napięcia odniesienia

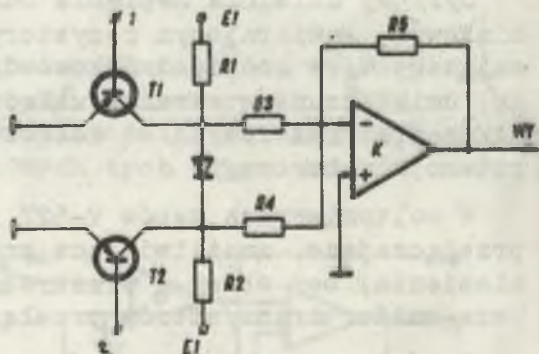
Powiększenie wartości napięcia odniesienia, możliwe w opisywanym układzie, zmniejsza wpływ różnicy potencjałów emiter-kolektor przewodzących tranzystorów dzielnika na liniowość podziału. Dalsze podwyższenie dokładności dzielnika cyfrowego uzyskano przez realizację przełączników dwóch największych przyrostów napięcia 20 000 i 10 000 jednostek kompensującego w układzie [3], umożliwiającym niezależną dla obu polaryzacji napięcia odniesienia regulację różnicy potencjałów nasyconych tranzystorów przełączających.

W układzie przedstawionym na rys.5 zastosowano dodatkowe diody $D_1 \dots D_6$ oraz rezystory R_1 i R_2 . Do punktów 1 i 2 doprowadzone są sygnały sterujące stanem przełącznika, a do punktów 3 i 4 – pomocnicze sygnały o polaryzacji zgodnej i przeciwnej do polaryzacji napięcia mierzonego. Dzięki temu, przy pomiarach napięć ujemnych dioda D_2 przewodzi, zaś diody D_4 i D_6 nie przewodzą. Przez diodę D_5 i rezystor R_2 , które są dołączone do stałego ujemnego potencjału U_3 , płynie prąd bocznikujący przewodzący tranzystor T_2 , zmniejszając spadek napięcia na jego złączu emiter-kolektor. Przy dodatnim napięciu odniesienia diody D_2 i D_5 są spolaryzowane zaporowo, zaś przez diodę D_4 i opornik R_1 , które są dołączone do stałego potencjału dodatniego U_2 , płynie prąd bocznikujący tranzystor T_2 , zmniejszający spadek napięcia na złączu emiter-kolektor. Regulacja wartości rezystorów R_1 i R_2 umożliwia dobranie optymalnych spadków napięć występujących na tranzystorze T_2 , niezależnie dla obu polaryzacji napięcia odniesienia.

Cyfrowy dzielnik napięcia, złożony z precyzyjnych oporników drutowych oraz wstępnie selekcjonowanych tranzystorów, zapewnia liniowość lepszą od 0,0025% w szerokim zakresie temperatury otoczenia, co umożliwiło rozszerzenie skal obu opisywanych przyrządów do 39 999 jednostek.



Rys.5. Układ przełącznika największych przyrostów napięcia odniesienia



Rys.5. Źródło napięcia odniesienia

Źródło napięcia odniesienia

Źródło napięcia odniesienia, służące do zasilania dzielnika cyfrowego, zawiera wzmacniacz operacyjny pracujący z głębokim ujemnym sprzężeniem zwrotnym, do wejścia którego jest dołączone napięcie ze skompensowanej temperaturowo diody Zenera /rys.6/. Wzmacniacz operacyjny składa się z szeregu stopni symetrycznych z podwójnym, symetrycznym tranzystorem w stopniu wejściowym, zapewniającym wysoką stabilność poziomu zerowego. Dioda Zenera jest zasilana przez rezystory R_1 i R_2 ze źródła napięcia dodatniego i ujemnego E_2 . Do punktów 1 i 2 doprowadzone są sygnały sterujące, odpowiednio o polaryzacji zgodnej i przeciwnej do polaryzacji napięcia niemierzonego, umożliwiające zmianę stanu przewodzenia tranzystorów T_1 , T_2 oraz zmianę polaryzacji napięcia wyjściowego

wzmacniacza. Jako elementy R_3 , R_4 i R_5 w układzie ujemnego sprzężenia zwrotnego zastosowano wysokostabilne rezystory drutowe.

Układ sterujący

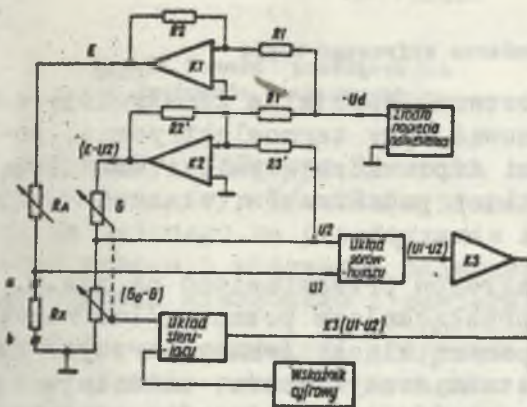
Układ sterujący przyrządu spełnia następujące funkcje: umożliwia automatyczne, ręczne i zdalne uruchamianie pomiaru; decyduje o włączeniu odpowiedniej polaryzacji napięcia odniesienia; steruje procesem kompensacji, decyduje o włączaniu i wyłączaniu poszczególnych przyrostów napięcia kompensującego; wytwarza sygnały końca pomiaru; umożliwia blokowanie uruchomienia pomiaru /zmiany wskazań/ przyrządu sygnałem zewnętrznym.

Układ sterujący woltomierza-omomierza cyfrowego typu V-527 dostarcza ponadto odpowiednich sygnałów, niezbędnych do wyboru i automatycznego przełączania zakresów pomiarowych.

W skład układu sterującego wchodzi: przerzutnik wielostabilny oraz przerzutniki bistabilne, układy opóźniające i dyskryminator. Wszystkie elementy układu są zamontowane na znormalizowanych drukowanych płytach montażowych wkładanych do odpowiednich gniazd głównej płyty montażowej przyrządu.

Omomierz cyfrowy

Omomierz cyfrowy, wchodzący w skład przyrządu typu V-527, działa w układzie mostku równoważnego za pomocą cyfrowego dzielnika napięcia, wykorzystywanego w omawianym przyrządzie również do pomiaru napięcia, jako dzielnik napięcia odniesienia. Zasadę działania mostka przedstawiono na rys.7



[4]. Rezystancja mierzona R_x jest dołączona do źródła napięcia stałego E przez wzorcowy rezystor R_A . Napięcie U_1 , występujące na mierzonej rezystancji R_x , jest porównane z napięciem U_2 , uzyskiwanym z wyjścia rezystorowego dzielnika napięcia, stanowiącego drugą gałąź układu mostkowego. Wartość G jest przewodnością rezystorów dzielnika dołączonych do napięcia zasilającego $/E - U_2/$. Wartość $/G_0 - G/$ jest przewodnością pozostałych rezystorów dołączonych do potencjału zerowego. Rezystorowy dzielnik napięcia jest zasilany napięciem stanowiącym różnicę napięć E i U_2 . Z układu połączeń mostka wynika, że w stanie zrównoważenia

Rys.7. Zasada działania omomierza cyfrowego

mostka, tj. przy równości napięć U_1 i U_2 między wartościami elementów układu obowiązuje zależność

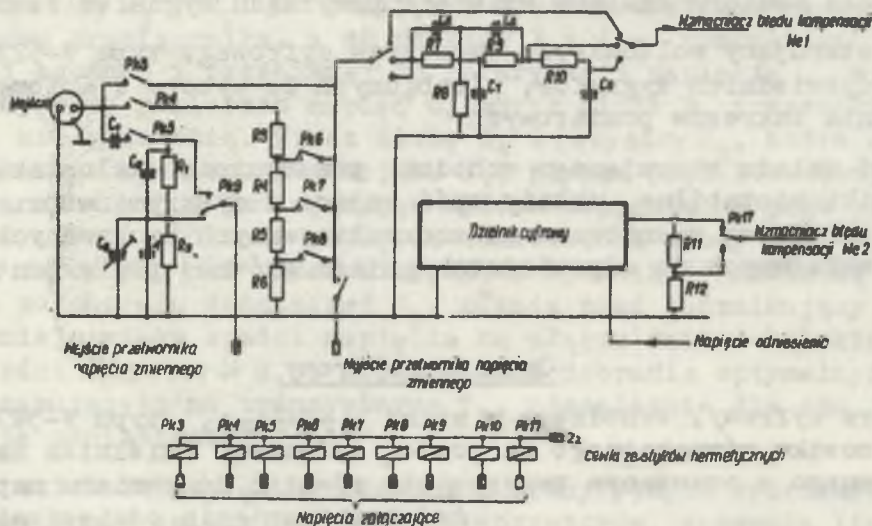
$$R_x = \frac{R_A}{G_0} \cdot G$$

świadcząca o proporcjonalności mierzonej rezystancji R_x do wartości przewodności G .

Wartość przewodności G , którą określa stan dzielnika napięcia wzorcowego przedstawiona jest w postaci cyfrowej jako wynik pomiaru rezystancji. Zmiana zakresów pomiarowych dokonuje się przez przełączenie rezystorów R_A , stanowiących precyzyjne rezystory drutowe, tworzących dzielnik wejściowy podczas pomiarów napięcia.

Przełączanie rodzaju pomiaru i zakresów pomiarowych

Przełączanie rodzaju pomiaru i zakresów pomiarowych w nowych przyrządach typów V-527 i V-529 może być dokonywane ręcznie, przy użyciu przełączników umieszczonych na płycie czołowej woltomierza, lub zdalnie, za pomocą sygnałów elektrycznych doprowadzonych do gniazd sterujących. Zmiana zakresów jest realizowana za pomocą hermetycznych zestyków zwiernych, umieszczonych w polu cewek zasilanych prądem stałym, przełączających rezystory w układach wejściowych przyrządów /rys.8/.



Rys.8. Układ wejściowy woltomierza cyfrowego V-529

W przyrządach typu V-527 i V-529 zastosowano specjalną konstrukcję cewek pobudzających, która pozwala wyeliminować siły termoelektryczne, powstające na złączach zestyków z przewodami doprowadzającymi, i umożliwić zdalne i automatyczne przełączania wszystkich podzakresów, włącznie z najbardziej czułym [5].

Schemat blokowy układu przełączania zakresów przedstawiono na rys.9. Cewki zestyków hermetycznych $Pk_1 \dots Pk_{10}$ przełączające poszczególne rezystory układu wejściowego sterowane są za pomocą kluczy tranzystorowych Kz , uruchamianych ze wzmacniaczy za pośrednictwem deszyfratora, zmieniającego dwójkowy kod wejść sterujących przyrządów na kod odpowiedni dla zestyków. Napięcia wyjściowe z deszyfratora uruchamiają również klucze tranzystorowe K_T , które włączają napięcie zasilające do odpowiednich żarówek, zmieniających w zależności od zakresu pomiarowego położenie znaku dziesiętnego /przecinka/ na wskaźniku cyfrowym przyrządu.

Oprócz zdalnego przełączania zakresów pomiarowych, w obu przyrządach można zmieniać rodzaj pomiaru /funkcji przyrządu/ za pomocą zewnętrznego sygnału elektrycznego. Sygnał zmiany rodzaju pomiaru jest dołączony do wejścia ZDZM gniazda sterującego /rys.9/.

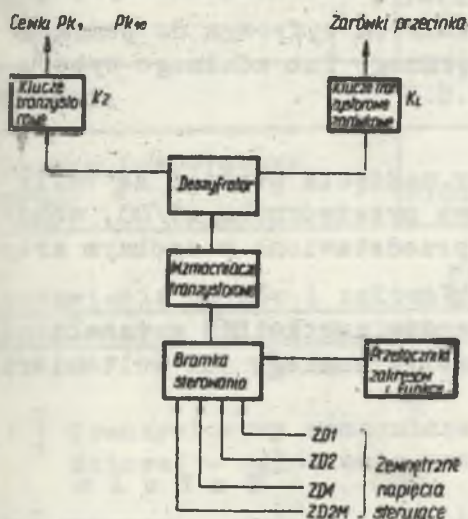
Automatyczny wybór zakresu pomiarowego

Niezależnie od możliwości ręcznego i zdalnego przełączania zakresów pomiarowych, woltomierz-omomierz typu V-527 posiada wbudowany układ, który umożliwia automatyczny wybór i włączenie najbardziej właściwego, ze względu na wartość mierzoną, zakresu pomiarowego.

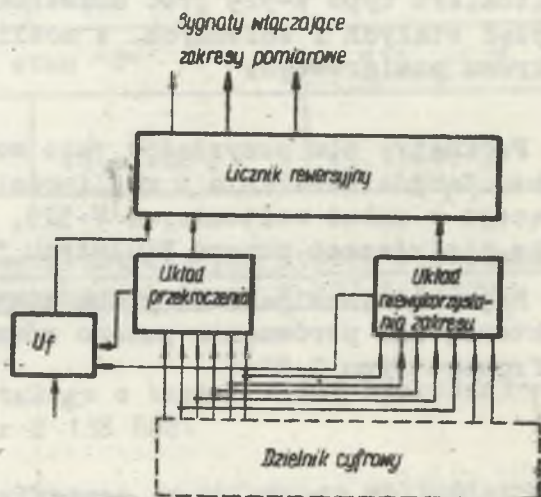
Zasadę działania układu automatycznego wyboru zakresu, po ustawieniu przełącznika zakresów przyrządu w pozycji "AUTO", przedstawiono na rys.10. Informacja o aktualnie wskazywanej przez przyrząd wartości, odczytywana

ze stanu dzielnika cyfrowego, steruje układami przekroczenia i niewykorzystania zakresu. Sygnał wyjściowy układu przekroczenia zakresu, występujący wtedy, gdy wskazanie przyrządu jest większe od 39 900 jednostek, powoduje zmianę stanu pięciopozycyjnego licznika rewersyjnego do następnej pozycji, odpowiadającej włączeniu następnego zakresu pomiarowego.

W przypadku, gdy wskazanie przyrządu jest mniejsze od wartości 3 900 jednostek, następuje uruchomienie układu niewykorzystania zakresu. Powoduje to zmianę stanu licznika rewersyjnego do stanu, odpowiadającego bardziej czułowemu /poprzedniemu zakresowi/.



Rys.9. Zasada przełączania zakresów pomiarowych



Rys.10. Zasada działania automatycznego wyboru zakresów pomiarowych

Sygnały wyjściowe licznika rewersyjnego oddziałują na wejścia bramki sterowania /rys.9/ układu przełączania zakresów. Zmiana zakresów przyrządu ustawionego na przełączanie automatyczne następuje zawsze kolejno, a czas wyboru i włączania najwłaściwszego zakresu zależy od wartości zmiany sygnału mierzonego i zawiera się między 80 i 320 ms.

Podjęcie produkcji przyrządu cyfrowego wyposażonego w automatyczne przełączanie zakresów wymagało rozwiązania bardzo trudnego technicznie problemu zabezpieczenia układu wejściowego przed przeciążeniem napięciowym. Opracowanie specjalnego układu zabezpieczającego [6] pozwoliło zastosować automatyczny wybór wszystkich zakresów pomiarowych, działających dla napięć wejściowych od 10 μ V do 2000 V. Ta cenna zaleta, korzystnie wyróżnia omawiany przyrząd z grupy podobnych woltomierzy cyfrowych, produkowanych przez innych wytwórców.

Współpraca z systemami pomiarowymi

Nowe przyrządy cyfrowe są w pełni przystosowane do pracy w systemach pomiarowych. Sygnały informacyjne odwzorowujące wynik pomiaru oraz sygnał końca pomiaru są wyprowadzane do specjalnych gniazd wyjściowych umożliwiających dołączenie rejestratora cyfrowego.

Poprawną współpracę z drukarkami cyfrowymi zapewniono przez wyposażenie przyrządów w wejścia sygnałów blokujących zmiany wskazań podczas trwania zapisu. Wejścia sterujące umożliwiają programowanie wyboru rodzaju pomiaru i zakresu pomiarowego. Duża szybkość przełączania zakresów oraz krótki czas trwania pomiaru /20 ms/ predystynują omawiane przyrządy do wykorzystania w wielopunktowych układach centralnej rejestracji i przetwarzania danych.

Rozwiązanie konstrukcyjne

Konstrukcja przyrządów typu V-527 i V-529 stanowi wersję rozwojową znanego woltomierza cyfrowego typu V-524. Obudowa i wymiary gabarytowe nowych przyrządów, takie same jak w dotychczas produkowanym V-524, pozwalają wykorzystać je zarówno w wersji samodzielnej, jak i do łatwego wbudowania do stojaków pomiarowych o szerokości płyty czołowej 480 mm /19 cali/.

Przyrząd typu V-527 jest woltomierzem-omomierzem cyfrowym, z możliwością ręcznego, zdalnego i automatycznego wyboru zakresu pomiarowego /fot./

Woltomierz typu V-529 jest uniwersalnym miernikiem cyfrowym do pomiaru napięć stałych i zmiennych, z możliwością ręcznego lub zdalnego wyboru zakresu pomiarowego.

Parametry obu przyrządów jako woltomierzy napięcia stałego są takie same. Zasada działania i możliwości pomiarowe przetwornika AC/DC, wchodzącego w skład woltomierza V-529, zostały przedstawione w osobnym artykule niniejszego numeru Biuletynu "Mera" [7].

Najważniejsze parametry obu nowych przyrządów zestawiono w tabeli 1, w której dla porównania podano również parametry znanego już woltomierza cyfrowego typu V-524.

T a b e l a 1

Najważniejsze parametry kompensacyjnych woltomierzy cyfrowych Z/EAP "Elpo" w Warszawie

Typ przyrządu	V-524	V-527	V-529
Pomiar napięcia stałego: - zakresy pomiarowe - dokładność	10 μ V...1999,9V $\pm 0,01\%$ wart. mierz. $\pm 0,005\%$ wart. końc.	10 μ V...2000,0V $\pm 0,01\%$ wart. mierz. $\pm 0,0025\%$ wart. końc.	10 μ V...2000,0V $\pm 0,01\%$ wart. mierz. $\pm 0,0025\%$ wart. końc.
Pomiar napięcia zmiennego: - zakresy pomiarowe - dokładność - zakres częstotliwości	-	-	10 μ V...3999,99V $\pm 0,05\%$ wart. mierz. $\pm 0,05\%$ wart. końc. 20Hz...20kHz
Pomiar rezystancji - zakresy pomiarowe - dokładność	-	10m Ω ... 3999,9 k Ω $\pm 0,01\%$ wart. mierz. $\pm 0,0025\%$ wart. końc.	-

Typ przyrządu	V-524	V-527	V-529
Maksymalne wskazanie	19 999	39 999	39 999
Tłumienie zakłóceń równoległych	100 dB	100 dB	100 dB
Przełączanie zakresów	ręczne	ręczne, zdalne lub automatyczne	ręczne i zdalne
Wyjścia	B.C.D. 1242, stan "0" +1 V, stan "1" +6 V		
Zakres temperatury pracy	+10...+35°C	+5...+40°C	+5...+40°C

Zestawienie opisów i zgłoszeń patentowych dotyczących nowych rozwiązań technicznych "Elpo" zastosowanych w przyrządach typów V-527 i V-529

- [1] Tranzystorowy wzmacniacz prądu stałego o bardzo dużej oporności wejściowej - zgłoszenie patentowe nr P 138 888.
- [2] Elektryczny dzielnik napięcia, zwłaszcza do cyfrowego woltomierza kompensacyjnego - patent PRL nr 60549.
- [3] Przełącznik tranzystorowy, zwłaszcza do kompensacyjnego woltomierza cyfrowego - patent PRL nr 60889.
- [4] Cyfrowy miernik oporności z mostkiem pomiarowym - patent PRL nr 60539.
- [5] Stykowy element przełączający z minimalizacją termicznych sił elektrometrycznych - zgłoszenie patentowe nr P 138 883.
- [6] Układ automatycznego przełączania zakresów z członem korygującym jego pracę, zwłaszcza do woltomierzy cyfrowych - zgłoszenie patentowe nr P 142 066.
- [7] Półprzewodnikowy prostownik operacyjny zwłaszcza do przetwarzania wartości średnich na stałe - zgłoszenie patentowe nr P 145 137.



CYFROWE POMIARY NAPIĘĆ ZMIENNYCH

Cyfrowe pomiary napięć zmiennych są dokonywane za pomocą woltomierzy cyfrowych napięcia stałego, wyposażonych w liniowe przetworniki pomiarowe. Zależnie od zasady działania przetwornika, wskazania przyrządu mogą być proporcjonalne do wartości skutecznej, szczytowej lub średniej sygnału wejściowego.

Napięcie zmienne jest najczęściej charakteryzowane za pomocą wartości skutecznej. Bezpośrednie pomiary wartości skutecznej, oparte na porównaniu efektu cieplnego - wywoływanego sygnałem zmiennym, - z efektem, uzyskiwanym za pomocą prądu stałego - są jednak trudne do wykonania, a przetworniki działające na tej zasadzie odznaczają się długim czasem ustalania wskazań.

Wartości szczytowe większości przebiegów zmiennych w dużym stopniu zależą od zawartości harmonicznych i od zakłóceń. Dlatego pomiary amplitud praktycznie nie mogą być wykorzystywane do oceny mierzonych sygnałów. W związku z tym najszersze zastosowanie w praktyce pomiarowej znajdują przetworniki, których napięcie wyjściowe jest proporcjonalne do wartości średniej sygnału wejściowego. Ze względu na wygodę w korzystaniu z wyników pomiarów, przetworniki te są wzorcowane bezpośrednio w jednostkach wartości skutecznych dla nieznkształconych sinusoidalnie - zmiennych sygnałów wejściowych. Zastosowanie takich przetworników do oceny wartości skutecznej napięć zniekształconych powoduje systematyczne błędy pomiarowe, zależne od stopnia zniekształcenia przebiegu mierzonego. W przypadku przebiegów mało zniekształconych, błędy są niewielkie i można je uznać za dopuszczalne.

Błąd określenia wartości skutecznej napięcia odkształconego na podstawie pomiaru wartości średniej wynosi

$$\delta = \delta_{sr} - \delta_{sk} \quad /1/$$

gdzie:

δ_{sr} - zmiana wartości średniej, wywołana obecnością częstotliwości harmonicznych; δ_{sk} - zmiana wartości skutecznej wywołana obecnością częstotliwości harmonicznych.

Przy niewielkiej zawartości harmonicznych, nie przekraczającej 10%, zmianę wartości skutecznej można wyznaczyć z zależności

$$\delta_{sk} \approx \frac{\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2}{2 U_1^2} \cdot 100\% \quad /2/$$

gdzie:

U_n - amplituda n-tej harmonicznej; U_1 - amplituda składowej o częstotliwości podstawowej

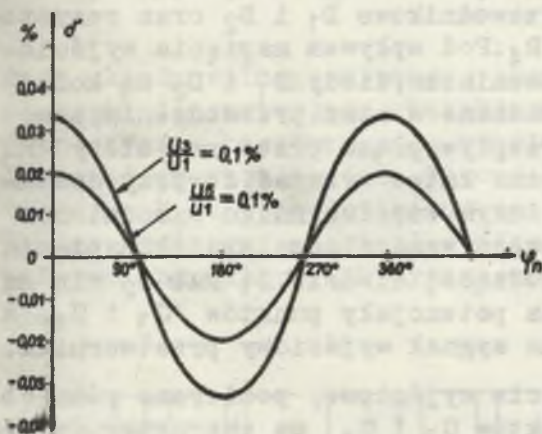
Natomiast zmiana wartości średniej przebiegu wynosi

$$\delta_{\text{sr}} = \sum_{k=2}^{\infty} \frac{1}{2k-1} \cdot \frac{U_{/2k-1/}}{U_1} \cdot \cos \varphi_{/2k-1/} \cdot 100\% \quad /3/$$

gdzie:

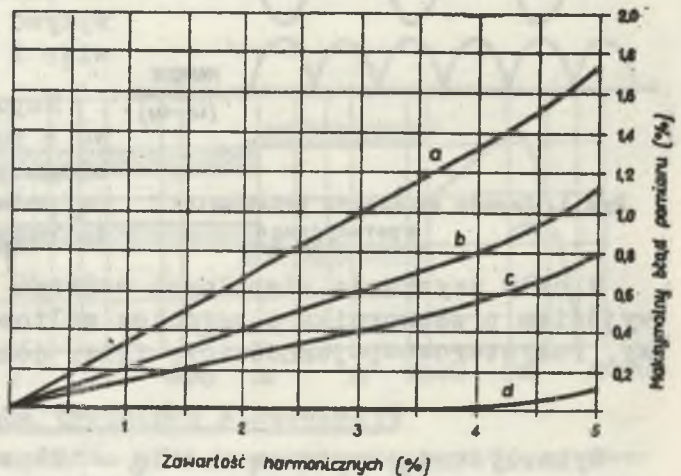
- $U_{/2k-1/}$ - amplituda $/2k-1/$ -ej harmonicznej;
- U_1 - amplituda składowej o częstotliwości podstawowej;
- $\varphi_{/2k-1/}$ - różnica faz między składową o częstotliwości podstawowej i kolejną harmoniczną.

W przebiegach prawie-sinusoidalnych, o zawartości harmonicznych nie przekraczającej kilku procent, zmiana wartości skutecznej δ_{sk} określona zależnością /2/ jest pomijalnie mała. Zmiana wartości średniej przebiegu wywołana obecnością częstotliwości harmonicznej zależy w dużym stopniu od numeru harmonicznej i jej fazy. Z zależności /3/ wynika, że obecność parzystych harmonicznych nie wpływa na wartość średnią przebiegu. Obecność



Rys.1. Wpływ 3. i 5. harmonicznej na wskazania woltomierza z przetwornikiem reagującym na wartość średnią sygnału.

Rys.2. Maksymalny błąd pomiaru wartości skutecznej odkształconego przebiegu sinusoidalnego przetwornikiem reagującym na wartość średnią, w zależności od procentowej zawartości harmonicznych: a-3. harmonicznej; b-5. harmonicznej; c-7. harmonicznej; d-dowolnej parzystej harmonicznej



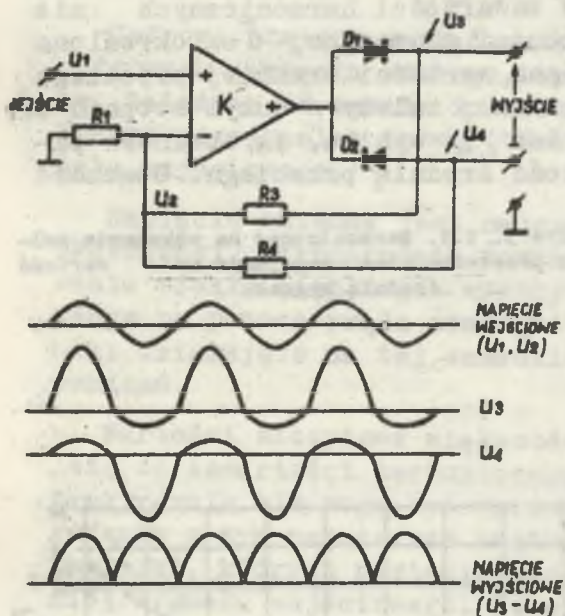
nieparzystych harmonicznych /szczególnie 3. i 5./ może wywołać - zależnie od fazy tych harmonicznych - zarówno zmniejszenie, jak i przyrost wartości średniej przebiegu /rys.1/. Zgodnie z zależnością /1/, największe błędy pomiaru wartości skutecznej przetwornikiem reagującym na wartość średnią sygnału występują wtedy, gdy faza składowej o częstotliwości harmonicznej powoduje zmniejszenie wartości średniej przebiegu. Zależność największego błędu wskazań przy najmniej korzystnych fazach poszczególnych harmonicznych od procentowej zawartości tych harmonicznych przedstawiono na rys.2.

Zasada działania przetwornika wartości średniej

Przetworniki napięcia zmiennego na stałe, składające się z detektora diodowego i wzmacniacza, stosowane powszechnie w przyrządach analogowych, nie zapewniają odpowiedniej stałości współczynnika przetwarzania i liniowości, pozwalających na pełne wykorzystanie możliwości odczytu cyfrowego.

Wyższą dokładność przetwarzania można uzyskać przez zastosowanie detekcji synchronicznej, polegającej na przełączaniu wyjścia wzmacniacza pomiarowego z częstotliwością mierzonego przebiegu. Pozwala to uzyskać na wyjściu przetwornika sygnał, którego składowa stała jest proporcjonalna do wartości średniej mierzonego napięcia. Detektory synchroniczne posiadają jednak wiele wad, a szczególnie - znaczną wartość "progową" sygnału, poniżej której układ nie działa poprawnie, oraz ograniczony zakres częstotliwościowy.

Najlepszą stałość i liniowość współczynnika przetwarzania pozwala uzyskać tzw. detektor operacyjny, w którym układ prostowniczy jest umieszczony w gałęzi ujemnego sprzężenia zwrotnego wzmacniacza /rys.3/. Napięcie



wejściowe jest dołączone do jednego z wejść wzmacniacza różnicowego o dużym współczynniku wzmocnienia napięciowego. Na drugie wejście tego wzmacniacza oddziałuje sygnał ujemnego sprzężenia zwrotnego, w gałęzi którego znajdują się diody półprzewodnikowe D_1 i D_2 oraz rezystory R_3 i R_4 . Pod wpływem napięcia wyjściowego wzmacniacza, diody D_1 i D_2 są kolejno wprowadzane w stan przewodzenia, powodując przepływ prądu przez rezystory R_3 i R_4 . Można łatwo wykazać, że przy dostatecznie dużym współczynniku wzmocnienia napięciowego wzmacniacza, spadek napięcia na przewodzącej diodzie D_1 lub D_2 nie ma wpływu na potencjały punktów U_3 i U_4 , a więc i na sygnał wyjściowy przetwornika.

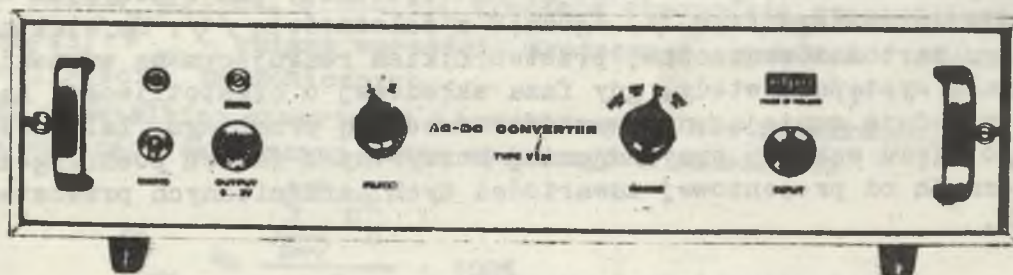
Napięcie wyjściowe, pobierane różnicowo z punktów U_3 i U_4 ma charakter przebiegu pulsującego z częstotliwością równą podwójnej częstotliwości sygnału wyjściowego.

Rys.3. Zasada działania prostownika operacyjnego

W celu uzyskania stabilnych wskazań woltomierza cyfrowego, między wyjściem przetwornika i wejściem woltomierza jest załączony kilkuogniowy, rezystorowo-pojemnościowy filtr dolnoprzepustowy.

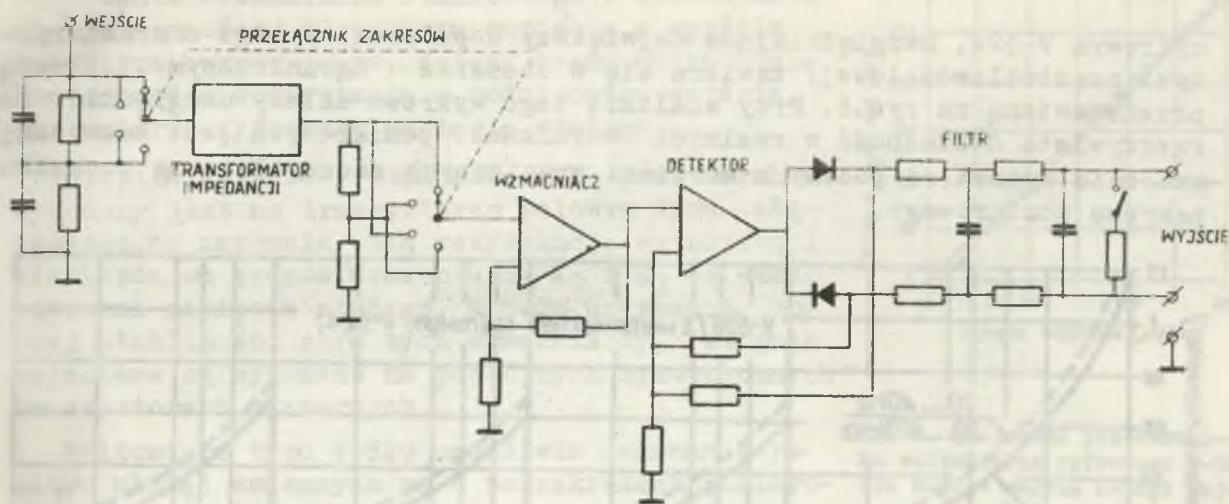
Przetwornik pomiarowy AC/DC typu V-526

Wykorzystując opisaną zasadę, w "Elpo" opracowano i wprowadzono do produkcji seryjnej przetwornik pomiarowy AC/DC typu V-526, przeznaczony do dokładnych pomiarów napięć zmiennych za pomocą woltomierzy cyfrowych napięcia stałego /rys.4/.



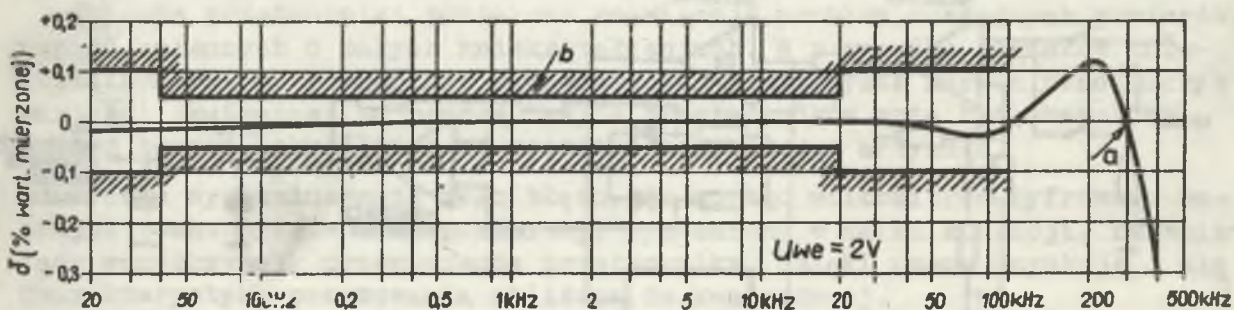
Fot.1. Przetwornik pomiarowy AC/DC typu V-526

Schemat blokowy przetwornika przedstawiono na rys.4. Oprócz detektora operacyjnego i filtru dolnoprzepustowego, w skład przetwornika wchodzi: dwa rezystorowe dzielniki napięcia, transformator impedancji oraz wzmacniacz szerokopasmowy. Zarówno transformator impedancji jak i wzmacniacz posia-



Rys.4. Schemat blokowy przetwornika V-526

dają układy silnego ujemnego sprzężenia zwrotnego /stabilizującego wzmocnienie/ i linearyzujące charakterystyki częstotliwościowe. W rezultacie, współczynnik przetwarzania przetwornika jest w szerokich granicach niezależny od częstotliwości. Typową charakterystykę częstotliwościową przetwornika V-526 przedstawiono na rys.5. Ograniczenie użytecznego zakresu pomiarowego przy częstotliwościach rzędu 300...500 kHz jest spowodowane wpływem charakterystyk dynamicznych diod, użytych w prostowniku operacyjnym.

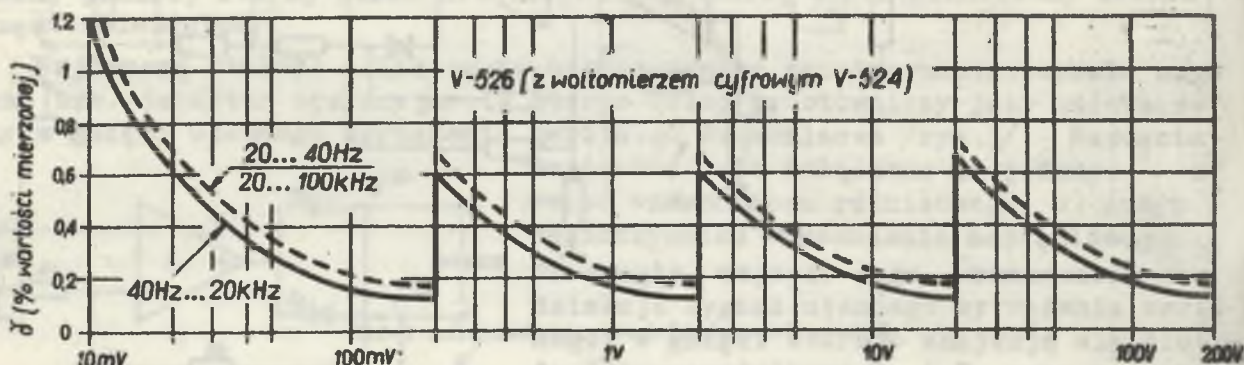


Rys.5. Charakterystyka częstotliwościowa przetwornika V-526 /napięcie pomiarowe 2 V/: a-typowy przebieg charakterystyki; b-granice dopuszczalnych odchyleń

Przetwornik V-526 posiada cztery zakresy napięciowe; 0,2 V, 2 V, 20 V i 200 V, przełączane przełącznikiem na płycie czołowej przyrządu. Napięcie wyjściowe przetwornika, proporcjonalne do wartości średniej sygnału wejściowego, zawiera się w granicach 0...2 V na rezystancji 1 M Ω . Przetwornik jest przystosowany do współpracy z woltmierzami cyfrowymi wyposażonymi w układ wejściowy izolowany od obudowy, o rezystancji wejściowej 1 M Ω \pm 1% lub 5 000 M Ω . W tym ostatnim przypadku, rezystancja 1 M Ω obciążająca wyjście przetwornika, powinna być włączona za pomocą przełącznika, znajdującego się na tylnej płycie przyrządu.

Przy wzorcowaniu przetwornika uwzględnia się współczynnik kształtu napięcia sinusoidalnie zmiennego, co zapewnia wskazania bezpośrednio w wartościach skutecznych. Błąd przetwarzania, wywołany nieliniowością przetwornika V-526, nie przekracza \pm 0,05% wartości końcowej podzakresu. Sumaryczna niedokładność wskazań przetwornika V-526, łącznie z woltmierzem

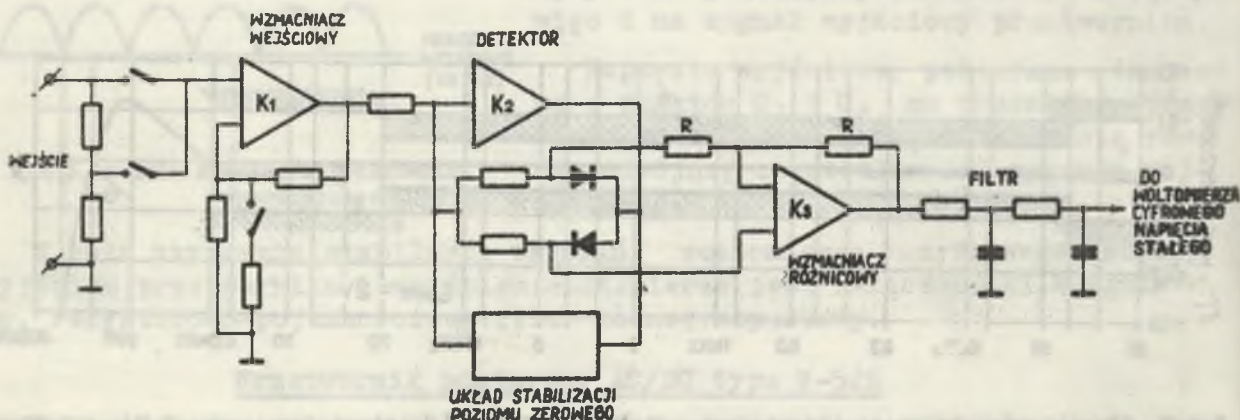
cyfrowym V-524, uwzględniająca największy dopuszczalny błąd charakterystyki częstotliwościowej, zawiera się w obszarze ograniczonym krzywą przedstawioną na rys.6. Przy analizie tego wykresu należy uwzględnić, że rzeczywista dokładność w realnych warunkach pomiarowych jest zazwyczaj znacznie wyższa od podanych wartości granicznych, szczególnie na początku zakresu pomiarowego.



Rys.6. Wartości graniczne całkowitego błędów wskaźnika V-526, łącznie z woltomierzem cyfrowym V-524, w zależności od wartości mierzonego sygnału

Woltomierz cyfrowy DC/AC typu V-529

Zasadę działania detektora operacyjnego wykorzystano również w przetworniku pomiarowym, wbudowanym do uniwersalnego woltomierza cyfrowego, przeznaczonego do pomiarów napięć stałych i zmiennych /rys.7/. Przetwornik ten jest wykonany całkowicie z elementów półprzewodnikowych. W porów-



Rys.7. Przetwornik pomiarowy woltomierza cyfrowego typu V-529

naniu z układem poprzednio opisanym, układ detektora operacyjnego wchodzącego w skład przetwornika woltomierza V-529 posiada dwie nowe cechy. Jedną z nich jest zastosowanie specjalnego układu ujemnego sprzężenia zwrotnego działającego dla składowej stałej napięcia wyjściowego wzmacniacza K_1 , stabilizującego początkowe punkty pracy diod detektora operacyjnego ^{1/}.

Zastosowanie tego układu w dużym stopniu wpływa na poprawę liniowości detektora dla małych sygnałów wejściowych. Przedstawiona na rys.8 typowa charakterystyka przetwornika V-529 uwidacznia, że przyrząd może być z powodzeniem wykorzystany do pomiaru sygnałów nie przekraczających kilkadziesiąt mikrowoltów.

Drugą cechą szczególną układu przetwornika woltomierza V-529 jest za-

^{1/} Układ zgłoszony w Urzędzie Patentowym PRL.

stosowanie wzmacniacza różnicowego o wzmocnieniu równym jedności, do odbioru napięcia z wyjścia detektora operacyjnego, dzięki czemu unika się konieczności korzystania z różnicowego wejścia woltomierza cyfrowego napięcia stałego.

Stopień wejściowy wzmacniacza K_1 przetwornika wykonany jest na tranzystorze polowym typu złączowego, co zapewnia dużą rezystancję wejściową i niski poziom szumów. Wzmacniacze K_2 i K_3 są wzmacniaczami napięcia stałego. W celu uzyskania dobrej stabilności zera tych wzmacniaczy, stopnie wejściowe są wykonane na podwójnych symetrycznych tranzystorach planarnych.

Woltomierz typu V-529 umożliwia dokonanie pomiaru napięć zmiennych na 4 podzakresach pomiarowych /0,4; 4; 40; 400 V/, przełączanych zestykami zwiernymi, które mogą być uruchamiane za pomocą przełącznika zakresów, umieszczonego na płycie czołowej przyrządu, lub zdalnie - zewnętrznymi sygnałami elektrycznymi, dołączonymi do gniazda programującego.

Liniowość i stabilność wskazań woltomierza dla napięć zmiennych zawiera się w granicach $\pm 0,05\%$ wartości końcowej podzakresu. Charakterystyka częstotliwościowa woltomierza dla napięć zmiennych jest płaska z dokładnością $\pm 0,05\%$ wartości mierzonej w zakresie 40 Hz \pm 10 kHz. W zakresie 20 \pm 40 Hz i 10 \pm 20 kHz uchyb częstotliwościowy woltomierza nie przekracza $\pm 0,1$ wartości mierzonej.

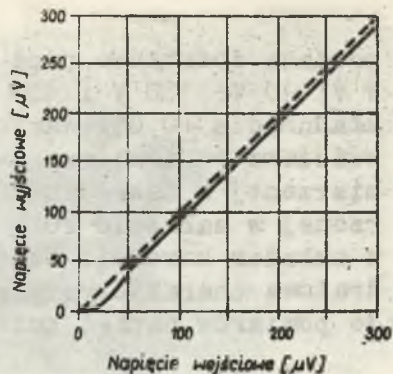
Woltomierz cyfrowy DC/AC typu V-531

Opisane przetworniki pomiarowe rozwiązują problem dokładnych pomiarów napięć zmiennych o małych zniekształceniach. W przypadku sygnałów zniekształconych, a szczególnie zawierających nieparzyste harmoniczne, odczyt wartości skutecznej za pomocą takich przetworników może być obciążony pewnym błędem, określonym na początku niniejszego artykułu.

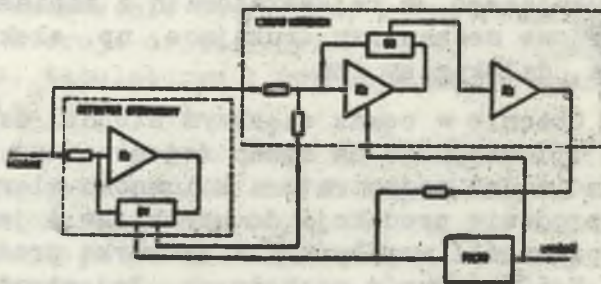
W celu wyeliminowania tego błędu, do nowego woltomierza cyfrowego zaprojektowano przetwornik pomiarowy, wyposażony w układ korekcji, zmieniający współczynnik przenoszenia przetwornika, dzięki czemu uzyskuje się charakterystykę prostowania zbliżoną do kwadratowej.

Schemat blokowy przetwornika wbudowanego do woltomierza cyfrowego typu V-531 ilustruje rys.9. Detektor operacyjny przetwornika, podobny jest do umieszczonego w woltomierzu typu V-529. Dodatkowy wzmacniacz K_2 , objęty nieliniowym sprzężeniem zwrotnym, tworzy układ korekcji charakterystyki przenoszenia, dzięki czemu na wyjściu przetwornika otrzymuje się napięcie stałe, proporcjonalne do wartości skutecznej mierzonego napięcia.

Woltomierz cyfrowy V-531, typu całkującego, wykonany na układach scalonych, jest konstrukcyjnie podobny do woltomierza V-530 opisanego w osobnym artykule niniejszego numeru Biuletynu "Mera". Parametry obu przyrządów jako mierników napięcia stałego są identyczne. Woltomierz V-531



Rys.8. Liniowość przetwornika woltomierza cyfrowego V-529 dla bardzo małych napięć wejściowych



Rys.9. Schemat blokowy przetwornika pomiarowego woltomierza cyfrowego typu V-531

posiada dodatkowo pięć podzakresów pomiarowych napięcia zmiennego /0,1 V; 1 V; 10 V; 100 V i 400 V/, umożliwiających pomiary napięć zmiennych z dokładnością $\pm 0,05\%$ wartości końcowej podzakresu. Charakterystyka częstotliwościowa woltomierza V-531 jest równa z dokładnością do $\pm 0,05\%$ wartości mierzonej w zakresie 40 Hz + 10 kHz i z dokładnością $\pm 0,1\%$ wartości mierzonej w zakresie 20 + 40 Hz oraz 10 + 20 kHz. Zastosowanie przetwornika z układem korekcji współczynnika przenoszenia, zapewniające niemal kwadratową charakterystykę prostowania, predestynuje woltomierz specjalnie do pomiarów napięć zmiennych o zawartości harmonicznych do 5 + 10%.



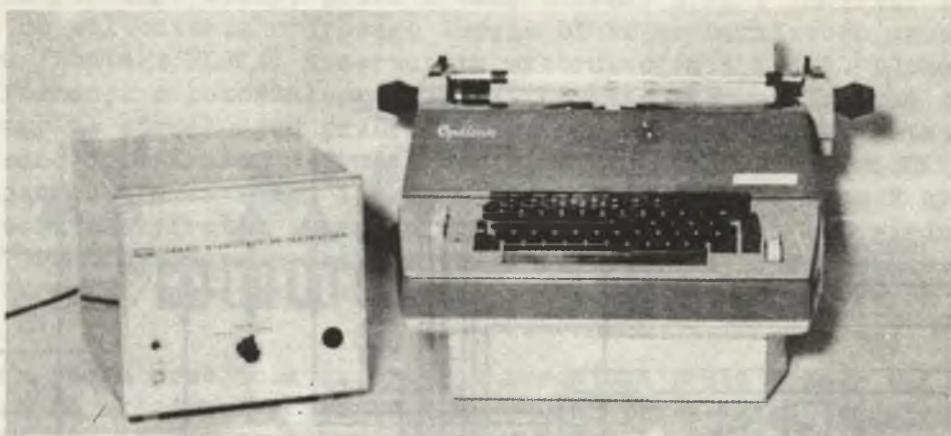
inż. Michał KARKOSZKA

REJESTRACJA WSKAZAŃ WOLTOMIERZY CYFROWYCH

W rozwoju automatyzacji procesów pomiarowych pierwszoplanową rolę zaczyna odgrywać zagadnienie samoczynnej rejestracji wyników pomiarów. W tych punktach procesów pomiarowych, gdzie nie jest wymagana dalsza obróbka wyników przez maszyny matematyczne, najbardziej dogodną formą rejestracji danych jest wynik pomiaru zapisany w postaci szeregu cyfr dziesiętnych. Prace nad rozwojem urządzeń rejestracji prowadzone na całym świecie, doprowadziły do powstania szeregu całkowicie odmiennych od siebie rozwiązań. Spośród nich najczęściej stosowane są dwie metody rejestracji: zapisu szeregowego i zapisu równoległego. Pierwsza - metoda zapisu szeregowego - jest realizowana przez rejestrację kolejnych stanów poszczególnych dekad miernika cyfrowego; druga - metoda zapisu równoległego - polega na równoczesnym drukowaniu stanów poszczególnych dekad. Metoda ta w porównaniu z zapisem szeregowym umożliwia uzyskanie większej szybkości rejestracji, jednakże wymaga skonstruowania specjalnego mechanizmu drukującego. W rejestratorach z zapisem szeregowym można wykorzystać standardowe mechanizmy drukujące, np. elektryczne maszyny do pisania, liczenia, dalekopisy itp.

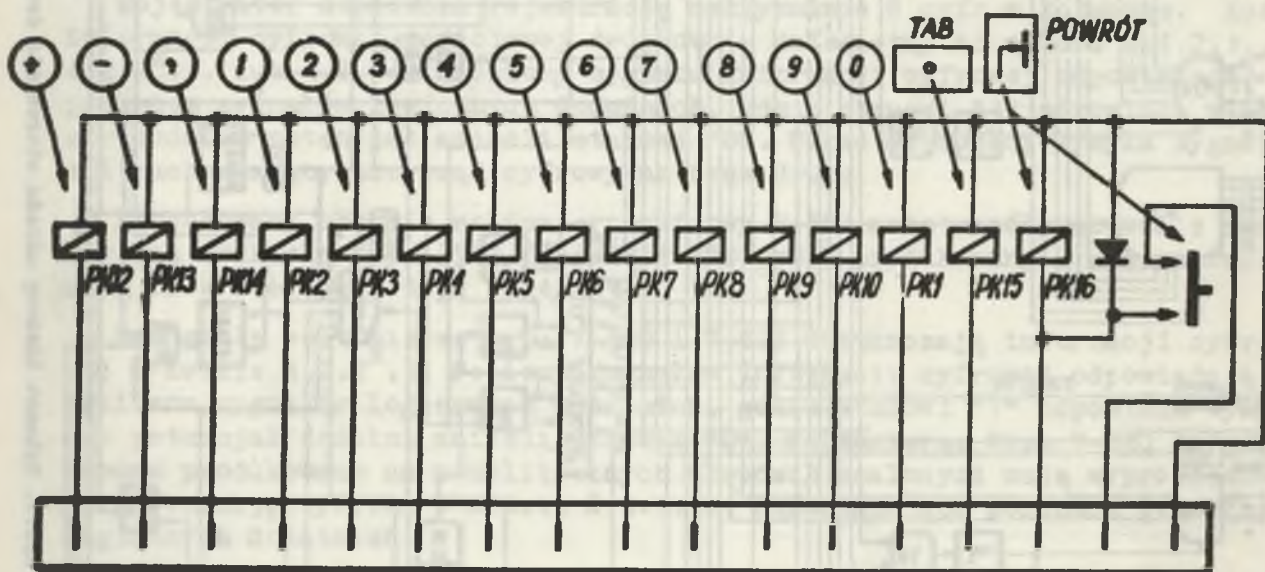
Obecnie w coraz większym stopniu daje się odczuć brak taniego, prostego i dostępnego na rynku rejestratora produkcji krajowej. W "Elpo" wykonano model rejestratora kolumnowo-wierszowego, który został wykorzystany w procesie produkcji do szybkiego i jednoznacznego sprawdzania wyjść oraz poprawności współpracy z drukarką produkowanych woltomierzy cyfrowych typu V-524 i typów pochodnych. Rejestrator ten pozwolił na uzyskanie trwałego i obiektywnego zapisu wyników sprawdzania woltomierzy.

Cyfrowy rejestrator kolumnowo-wierszowy składa się z urządzenia drukującego i urządzenia sterującego. Jako drukarkę zastosowano przerobioną elektryczną maszynę do pisania firmy Soemtron, do której dołączono zespół przekaźników sterujących czcionkami druku cyfr od 0 do 9, znaków "+" i "-", przecinka oraz tabulatora i powrotu wałka maszyny.



Fot.1. Drukarka cyfrowa

Schemat elektryczny sterowania elektrycznej maszyny do pisania przedstawia rys.1. Żądaną ilość kolumn wyników pomiarów ustawia się w zależności od szerokości użytego papieru za pomocą klawisza, który zapewnia mechaniczną pamięć drukarki.

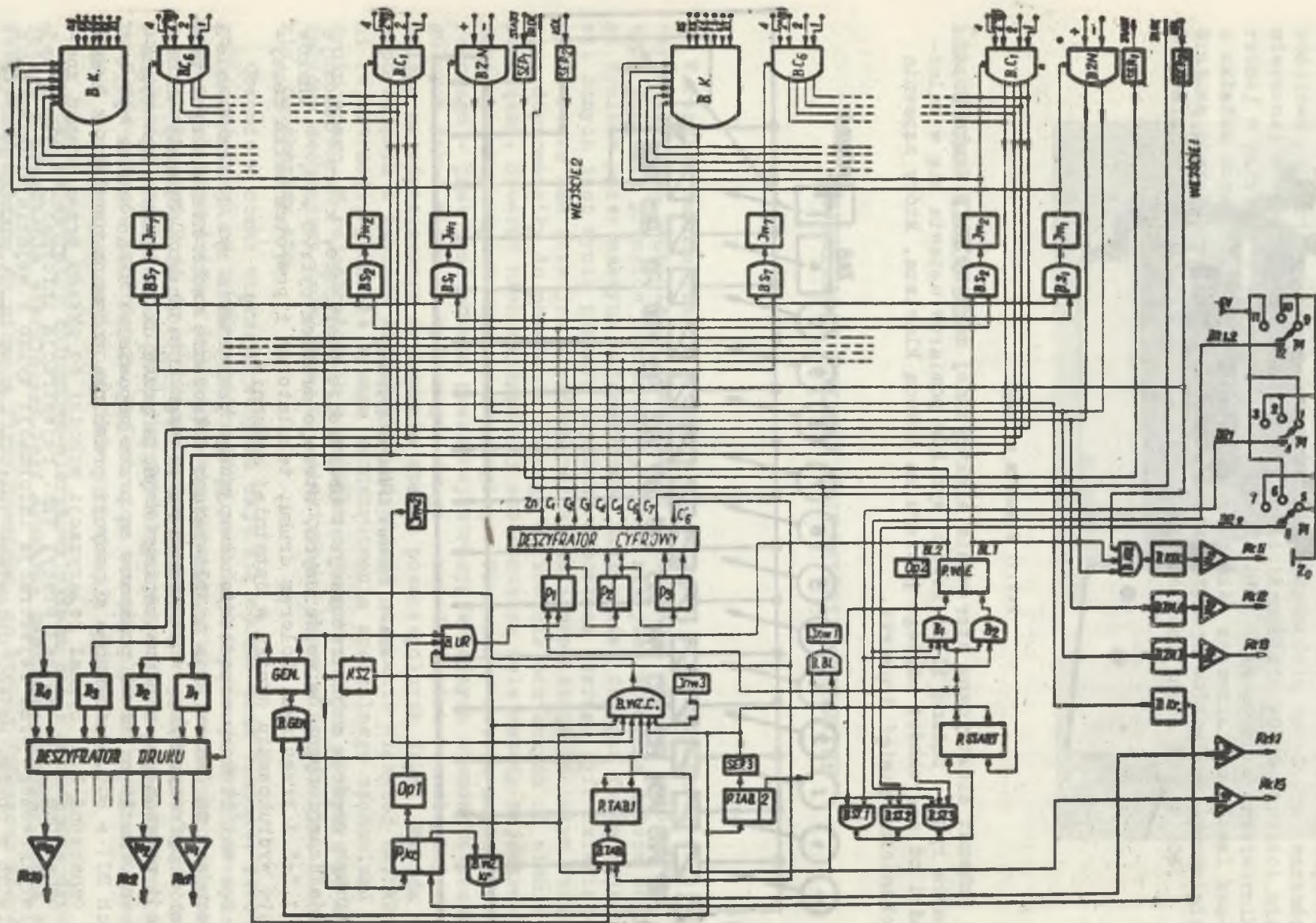


Rys.1. Schemat drukarki cyfrowej

Drugą częścią rejestratora jest urządzenie sterujące, które dokonuje serializacji sygnałów wejściowych, steruje drukiem cyfr 0 + 9, znaków "+", "-" i przecinka, kolorem druku, tabulatorem i powrotem wałka maszyny po wydrukowaniu wyniku w ostatniej kolumnie.

Schemat blokowy urządzenia sterującego przedstawia rys.2. Urządzenie sterujące ma dwa wejścia umożliwiające dołączenie dwóch niezależnych przyrządów cyfrowych /np. woltomierza wzorcowego i badanego/. Sygnały informacji podawane są z odpowiedniego wejścia przez układ bramek, np. sygnały informacji cyfrowej podawane są przez odpowiedni układ bramek cyfrowych BC1 + BC6. Informacja o pozycji przecinka podawana jest przez bramkę oznaczoną B.K. Sygnał polaryzacji wchodzi do układu przez bramkę znaku oznaczoną B.ŻN. Rodzaj pracy, tzn. rejestracja informacji tylko z wejścia pierwszego oraz rejestracja informacji tylko z wejścia drugiego, lub kolejno z obydwu wejść, ustawiany jest za pomocą przełącznika P1.

Cykl pracy układu dla wydrukowania informacji z jednego wejścia rozpoczyna się z chwilą przyjścia sygnału "START", zmieniającego stan prze-



Rys.2. Schemat blokowy układu sterowania drukarki cyfrowej

rzutnika P.START. Wtedy, przez bramkę blokady B.BL i inwerter Inw1 podaje się do woltomierza cyfrowego impuls blokujący możliwość uruchamiania pomiaru /kontakt BLOK/. Przerzutnik wyboru wejścia P.WEJ. blokuje drogę dla informacji z pozostałego wejścia. Wówczas zaczyna działać generator zbudowany ze sprzężonych przerzutników P1, P2, P3, których stany przez odpowiedni deszyfrator sterują kolejnością włączania bramek BS1...BS7, otwierających bramki znaku i bramki cyfr. Informacja z bramek cyfr przez odpowiedni deszyfrator i wzmacniacze $W_1 \dots W_{10}$ steruje odpowiednim przekaznikiem uruchamiającym mechanizm druku odpowiedniej cyfry w maszynie. Układ bramki kropki /przecinka/ włączany jest po każdej z pierwszych sześciu bramek BS.

W przypadku przejścia informacji przecinka przez bramkę B.K. jest ona podawana na układ przerzutnika P.Kr., skąd przez układ opóźnienia Op1 i bramkę B.UR. blokuje uruchamianie bramek BS, umożliwiając w tym czasie wydrukowanie przecinka. Pozostałe parametry jakie uzyskano, to typowa dla takich rejestratorów szybkość zapisu ok. 8 znaków na sekundę. Prędkość ta ograniczona jest jedynie parametrami zastosowanej maszyny do pisania. Rejestrator umożliwia wyłączną rejestrację danych doprowadzonych do pierwszego lub drugiego wejścia, a także rejestrację informacji z obydwu wejść, kolejno jedno po drugim.

Rejestrator dopuszcza rejestrację maksymalnie 8 cyfr w kolumnie. Kod informacji cyfrowej wejściowej dwójkowo - dziesiętny do wyboru 8.4.2.1., 4.2.2^x.1. lub 4.2.2.1. Poziomy sygnał informacji cyfrowej odpowiadają poziomom sygnałów logicznych dodatnich, gdzie stanowi "1" odpowiada wyższy dodatni potencjał aniżeli stanowi "0". Układ sterujący wysyła sygnał unieruchamiający przyrząd cyfrowy na czas druku.

Produkowany obecnie woltomierz cyfrowy V-524 może współpracować z fabryczną drukarką typu 3511 produkcji NRD przez produkowany w naszym Zakładzie blok sterujący typu V524/3511.

Pozostałe woltomierze typu V-529 i V-527 dostarczają informacji cyfrowej w kodzie 4.2.2^x.1. Poziomy sygnał informacji cyfrowej odpowiadają poziomom sygnałów logicznych dodatnich, gdzie stanowi "1" odpowiada wyższy potencjał dodatni aniżeli stanowi "0". Woltomierze typu V-530 i pochodne produkowane na monolitycznych obwodach scalonych mają wyprowadzoną informację cyfrową w kodzie 8.4.2.1., odpowiadającą poziomom sygnałów logicznych dodatnich.

Przy obecnej ilości produkowanych w kraju woltomierzy i ich typów wydaje się konieczne rozpoczęcie produkcji rejestratorów, która pozwoli użytkownikom przyrządów cyfrowych na pełne wykorzystanie możliwości, jakie stworzył postęp w cyfrowej technice pomiarowej.

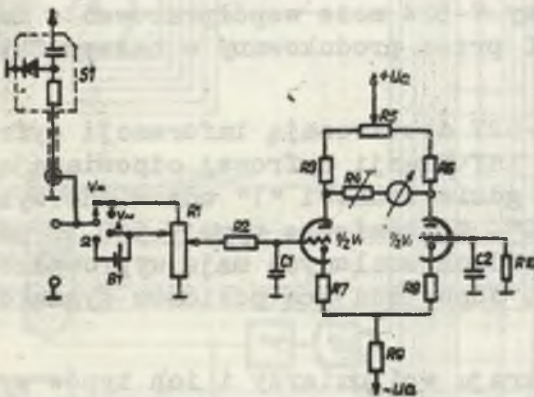


NOWE KONSTRUKCJE UNIWERSALNYCH WOLTOMIERZY ELEKTRONICZNYCH Z ELEMENTAMI PÓŁPRZEWODNIKOWYMI

W s t ę p

Pomiary napięcia prądu i rezystancji należą do istotnych zagadnień metrologii nie tylko w elektronice, ale niemal we wszystkich pracach prowadzonych przez laboratoria, biura konstrukcyjne i punkty serwisowe różnych gałęzi przemysłu. Uniwersalne woltomierze elektroniczne z odczytem analogowym umożliwiają łatwe, szybkie i dokładne dokonywanie pomiarów różnych parametrów. Przyrządy te są jednocześnie małe, lekkie, wygodne w eksploatacji i tanie.

Uproszczony schemat typowego uniwersalnego woltomierza elektronicznego typu U-720, produkowanego w "Elpo", przedstawiono na rys.1, Lampa V1 z rezystorami R2 + R10 jest wzmacniaczem prądu stałego pracującym w układzie różnicowym. Rezystor R5 umożli-



Rys.1. Uproszczony schemat uniwersalnego woltomierza elektronicznego typu V-720

wzmacniacza za pomocą pokrętła wyprowadzonego na płytę czołową. Układy R2, C1 i R10, C2 zapewniają filtrację napięć wejściowych, natomiast rezystory R7, R8 i R9 pozwalają uzyskać silne ujemne sprzężenie zwrotne redukujące wzmocnienie wzmacniacza do jedności. Na wyjściu wzmacniacza znajduje się miernik wychyłowy z przełączanym układem posobników R4. Mierzone napięcie stałe doprowadzone jest do dzielnika napięcia wejściowego R1. Przełączanie dzielnika wejściowego wraz ze zmianą posobnika R4 umożliwia zmianę zakresu mierzonych napięć.

Pomiaru prądu stałego dokonuje się przez pomiar spadku napięcia na wysokostabilnych rezystorach dzielnika napięcia wejściowego R1. Te same rezystory wykorzystywane są również jako wzorcowe na zakresach pomiaru rezystancji; źródłem napięcia pomiarowego jest w tym wypadku ogniwo suche 1,5 V, B1.

Mierzone napięcie zmienne przed doprowadzeniem do wzmacniacza poddane jest detekcji w detektorze szczytowym, skonstruowanym jako sonda pomiarowa S-1. Konstrukcja takich sond umożliwia pomiary napięć zmiennych w zakresie częstotliwości do 1 GHz.

Do niedawna wzmacniacze prądu stałego uniwersalnych woltomierzy elektronicznych konstruowane były wyłącznie przy użyciu podwójnych próżniowych lamp trójelektrodowych i pracowały na zasadzie wzmacniaczy różnicowych. Małe wzmocnienia takich układów i niezbyt duża stabilność punktu

zerowego nie pozwalały na realizację zakresu pomiarowego napięcia niższego od 1 V na pełną skalę miernika wychyłowego. Odpowiednio dobrany punkt pracy lampy gwarantował rezystancję wejściową co najwyżej rzędu $10\text{ M}\Omega$. Wykorzystanie lamp elektrometrycznych w konstrukcji tych woltomierzy pozwoliło na realizowanie zakresu pomiarowego od 0,3 V przy rezystancji wejściowej $100\text{ M}\Omega$. Układy te jednak są dosyć kosztowne i przede wszystkim kłopotliwe w trakcie uruchomienia i strojenia. Poza tym konstrukcje lampowe wymagają bardzo niewygodnego wstępnego wygrzewania po każdorazowym włączeniu do sieci. Duża moc pobierana z sieci zasilającej sprawia, że przyrządy te grzeją się podczas pracy i w związku z tym są zawodne.

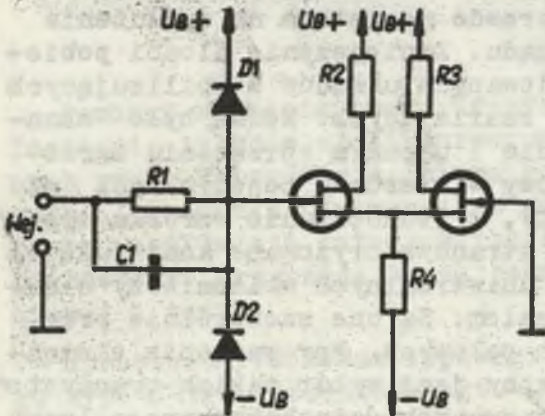
Zastosowanie tranzystorów polowych w uniwersalnych woltomierzach elektronicznych

Wprowadzenie techniki półprzewodnikowej do konstrukcji elektronicznych uniwersalnych woltomierzy wpłynęło przede wszystkim na wydłużenie rzeczywistego czasu sprawnej pracy przyrządu. Zmniejszenie ilości pobieranej mocy umożliwiło wprowadzenie rozbudowanych układów stabilizujących i wyeliminowanie zjawiska tętnień napięć zasilających. Można było skonstruować wzmacniacze o większym wzmocnieniu i ujemnym sprzężeniu zwrotnym, a przez to rozszerzyć zakres pomiarowy w kierunku pojedynczych mV. Zmniejszył się ciężar przyrządu i gabaryty, a jednocześnie wzrosła odporność na wstrząsy mechaniczne. Całkowicie tranzystoryzowane konstrukcje ułatwiły również produkcję drugiej grupy uniwersalnych woltomierzy elektronicznych - przyrządów z własnym zasilaniem. Są one szczególnie przydatne przy dokonywaniu napraw w warunkach polowych. Wprowadzenie elementów półprzewodnikowych sprawia, że konieczny jest wybór takich tranzystorów, które zapewnią realizację zadań wykonywanych dotychczas przez lampy.

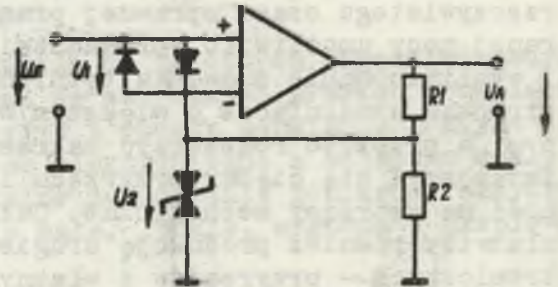
T a b e l a 1
Parametry lamp i tranzystorów zastosowanych do wzmacniacza
napięcia stałego

Parametr	Jednostka	Lampy próżniowe		Tranzystory		
		zwykle	elektrometryczne	bipolarny złączowy	polowy złączowy	polowy z izolowaną bramką
1	2	3	4	5	6	7
Szumy	$\frac{\mu\text{V}}{\sqrt{\text{Hz}}}$		1 + 2		0,1+0,2	100+500
Prąd elektrody wejściowej	A	$10^{-9} + 10^{-10}$	10^{-14}	10^{-3}	$10^{-9} + 10^{-10}$	$10^{-13} + 10^{-15}$
Rezystancja wejściowa	Ω	10^9	$10^{12} + 10^{14}$	$10^3 + 10^6$	10^9	10^{12}
Dryft zera w układzie symetrycznym	$\frac{\mu\text{V}}{\text{godz}}$	500	500	50	200	3000
Max napięcie wejściowe	V	400	400	30	30	30
Moc zasilania wzmacniacza	W	2	2	0,05	0,03	0,03

Z tabeli 1, w której porównano najistotniejsze parametry lamp i tranzystorów dla wzmacniaczy prądu stałego wynika, że jedynie tranzystory polowe złączone pozwalają na uzyskanie parametrów wzmacniacza, porównywalnych z parametrami uzyskiwanymi we wzmacniaczach lampowych, przy jednoczesnym zmniejszeniu efektów szkodliwych /dryft zera, szumy/. Przy stosowaniu układów na tranzystorach polowych ujawniają się jednak nowe problemy, które nie istniały przy stosowaniu lamp. I tak np. maksymalne napięcie U_{ks} dla lamp elektromagnetycznych jest rzędu 400 V, dla tranzystorów polowych UGS nie przekracza na ogół 30 V. W układach z tranzystorami polowymi należy więc stosować układy zabezpieczające obwody wejściowe przed przeciążeniem. W układach zabezpieczających stosowane są diody krzemowe. Prąd zwrotny dla tych diod przy napięciu rzędu 10 V wynosi ok. 100 pA. Na rys.2 i rys.3 przedstawiono proste układy zabezpieczenia wejściowych stopni wzmacniaczy przed przeciążeniem.

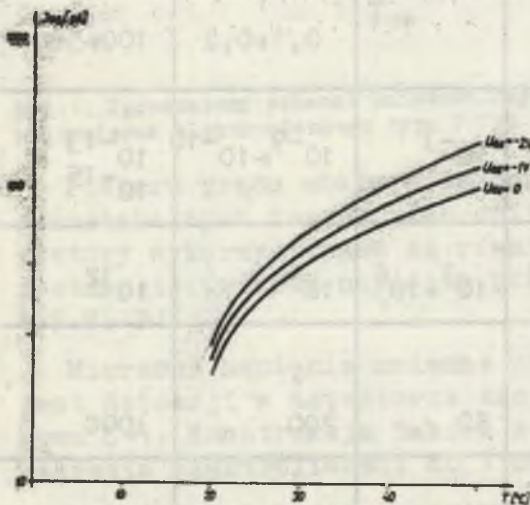


Rys.2. Prosty układ zabezpieczenia tranzystora polowego przed przeciążeniem

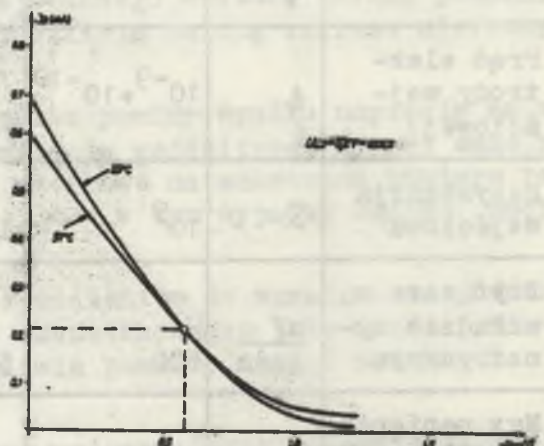


Rys.3. Układ zabezpieczenia wejścia wzmacniacza przed przeciążeniem

Drugą istotną wadą tranzystorów polowych typu złączonego, zastosowanych do stopni wejściowych wzmacniaczy, jest znaczny prąd wejściowy. Jest to prąd bramki, który płynie przez spolaryzowane zaporowo złącze bramka-kanal pod wpływem potencjałów drenu i źródła. Powoduje on dużą zależność wskazań przyrządu od rezystancji źródła mierzonego napięcia. Duża zależność tego prądu od temperatury otoczenia wywołuje niestabilność wskazań woltomierza i ogranicza wartość możliwej do uzyskania rezystancji wejściowej przyrządu /rys.4 i 5/.



Rys.4. Wpływ temperatury na charakterystyki wejściowe tranzystora polowego typu 2N3088



Rys.5. Wpływ temperatury na charakterystyki przejściowe tranzystora polowego typu 2N3088

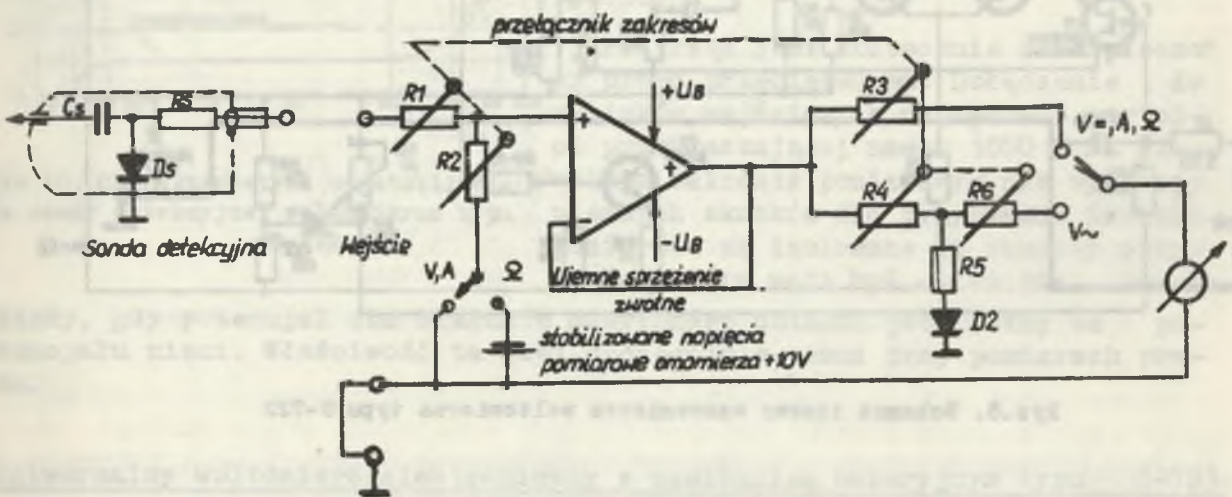
Uniwersalny woltomierz elektroniczny
z zasilaczem sieciowym typu U-722

Woltomierz elektroniczny typu U-722 jest pierwszym całkowicie tranzystorowym uniwersalnym przyrządem produkowanym w "Elpo".



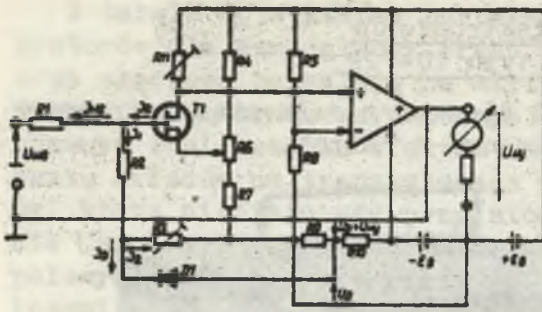
Fot.1. Woltomierz elektroniczny typu U-722

Zasadę działania tego woltomierza przedstawiono na rys.6. Przełączony dzielnik napięcia wejściowego R1, R2 wraz z dzielnikiem wyjściowym R3, R4, R6, umożliwiają wybór właściwego zakresu pomiarowego. Elementy R4, R5, R6 i D2 stanowią układ kompensujący nieliniowość diody sondy detekcyjnej. Dzięki ich zastosowaniu skale miernika dla napięć zmiennych większych od 0,3 V mają charakter liniowy.



Rys.6. Zasada działania elektronicznego woltomierza typu U-722

Uproszczony schemat wzmacniacza prądu stałego zastosowanego w przyrządzie pokazano na rys.7. Tranzystor polowy T1 na wejściu wzmacniacza jest włączony w ten sposób, że sygnał mierzony doprowadzony do jego bramki nie zmienia istotnie napięć między elektrodami.



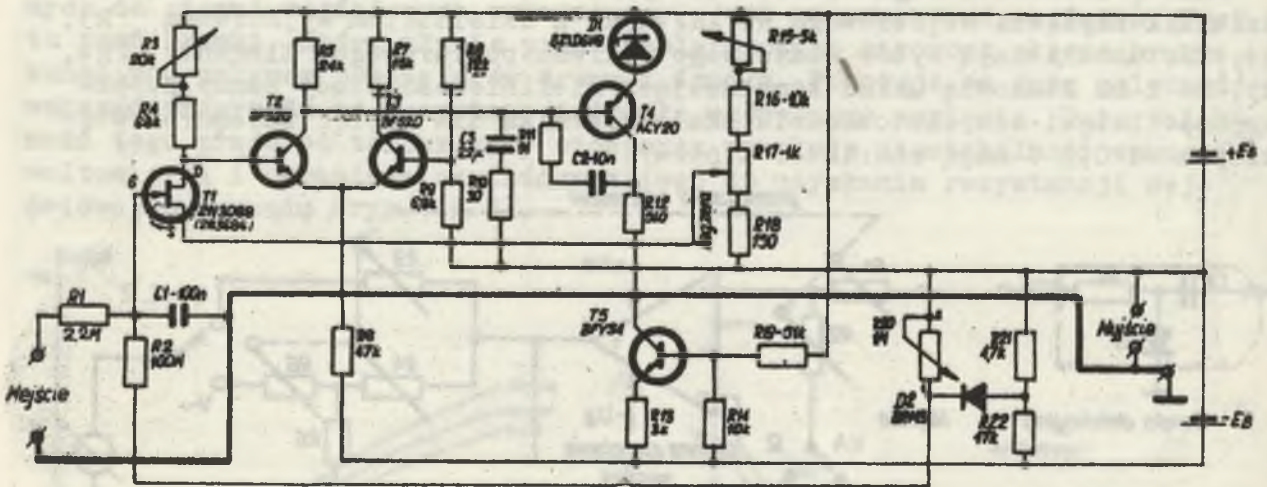
Rys.7. Uproszczony schemat układu wzmacniacza prądu stałego woltomierza typu U-722

Prąd początkowy bramki IB tranzystora T1 jest kompensowany częścią prądu płynącego przez spolaryzowaną zaporowo napięciem UD diodę krzemową D1, włączoną w układzie uniezależniającym prąd kompensujący od napięcia wejściowego wzmacniacza. Dobranie odpowiedniej wartości prądu kompensacji następuje przez zmianę wartości rezystora R3. Ponieważ prąd spolaryzowanego zaporowo złącza diody charakteryzuje się taką samą zależnością temperaturową jak i prąd bramki tranzystora polowego, kompensacja działa

skutecznie w szerokim zakresie temperatury otoczenia, zmniejszając prąd wejściowy wzmacniacza do wartości uzyskiwanych przy użyciu lamp elektrometrycznych.

Regulowany rezystor R11 umożliwia dobranie odpowiedniego punktu pracy tranzystora polowego T1, w którym prąd drenu nie zależy od temperatury otoczenia /rys.5/. Rezystor R6 jest wyprowadzony na płytę czołową i umożliwia "zerowanie" układu. Cały wzmacniacz objęty jest pętlą silnego ujemnego sprzężenia zwrotnego, redukującego wzmacnienie do jedności.

Napięcie zasilające +EB, -EB oraz napięcie pomiarowe do pomiaru rezystancji uzyskuje się z zasilacza sieciowego. Wszystkie napięcia są stabilizowane za pomocą tranzystorowych układów stabilizujących. Schemat idealowy wzmacniacza woltomierza typu U-722 przedstawiono na rys.8.

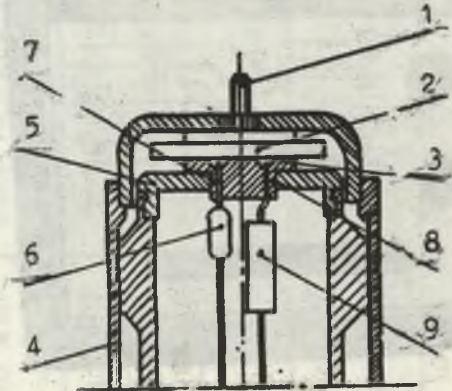


Rys.8. Schemat idealowy wzmacniacza woltomierza typu U-722

Wykorzystanie w konstrukcji przyrządu takiego wzmacniacza pozwoliło na: osiągnięcie zakresu pomiarowego napięcia 100 mV, dołączenie do wejścia wzmacniacza dzielnika rezystorowego o łącznej rezystancji 100 MΩ, zagwarantowanie uchybu pomiaru nie przekraczającego +2,0% i poprawną pracę w zakresie temperatur +5 + +40 °C.

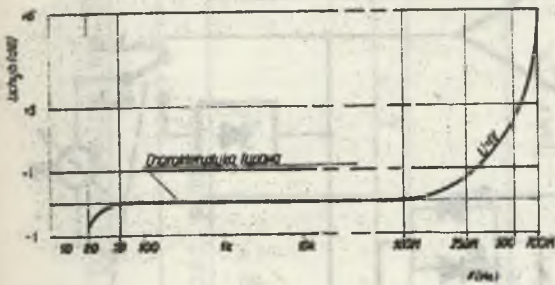
Pomiar prądu i rezystancji realizowany jest w identycznym układzie tak, jak w woltomierzach lampowych opisanych we wstępie. Duża rezystancja wejściowa i czułość wzmacniacza pozwalają na rozszerzenie zakresu pomiaru prądu do dziesiątków pA, o rezystancji do tysięcy MΩ. Takie parametry umożliwiają sprawdzanie nowoczesnych elementów półprzewodnikowych o konstrukcji planarnej.

Przyrząd jest wyposażony w dwie półprzewodnikowe sondy detekcyjne, dzięki którym można dokonać pomiarów napięć zmiennych w zakresie od 50mV do 300 V, w zakresie częstotliwości od 20 Hz do 700 MHz. Konstrukcję półprzewodnikowej sondy detekcyjnej ilustruje rys.9. Dyskowy kondensator



Rys.9. Konstrukcja sondy detekcyjnej w.cz.: 1 - końcówka, 2 - kondensator sprzęgający Cs, 3 - łącznik metalowy, 4 - osłona sondy, 5 - przepust izolacyjny, 6 - dioda Ds, 7 i 8 - zaciski, 9 - opornik Rs

sprzęgający 2 umieszczony jest między końcówką 1, stanowiącą "gorący" zacisk pomiarowy, i metalowym łącznikiem 3 osadzonym w metalowej osłonie sondy 4 za pomocą izolacyjnego przepustu 5. Dioda detekcyjna 6 jest połączona z łącznikiem przez wewnętrzny zacisk 7, obejmujący wyprowadzenie diody. Opornik układu detekcyjnego 9 połączony jest również z łącznikiem za pomocą zacisku 8. Odpowiednio dobrane wymiary zacisku i osłony sondy gwarantują równomierną charakterystykę częstotliwościową sondy w szerokim zakresie częstotliwości. Charakterystykę częstotliwościową sondy przedstawiono na rys.10.



Rys.10. Charakterystyka częstotliwościowa sondy detekcyjnej woltomierza typu U-722

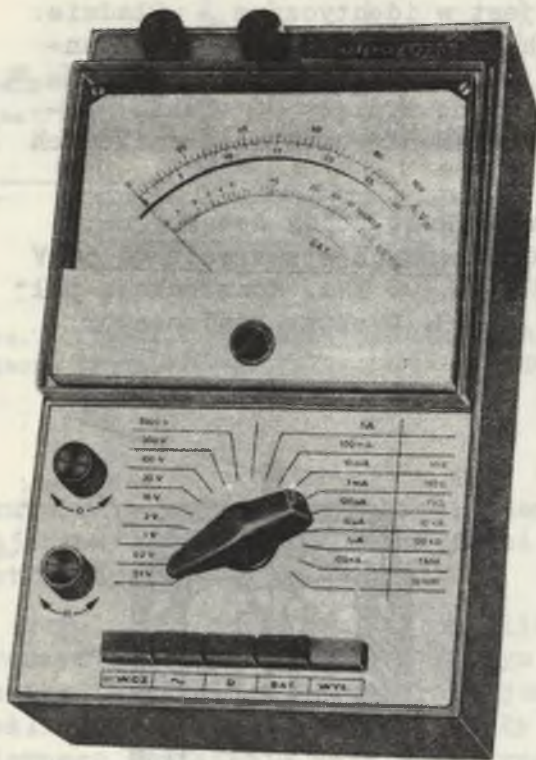
Przyrząd jest skutecznie zabezpieczony przed przeciążeniem. Dołączenie do zacisków wejściowych napięcia o wartości przekraczającej nawet 1000 V na dowolnym zakresie pomiarowym nie wywołuje ujemnych skutków dla przyrządu. Zaciski pomiarowe są izolowane od obudowy przyrządu, która może być uziemiona nawet

wtedy, gdy potencjał obu biegunów mierzonego obiektu jest różny od potencjału ziemi. Właściwość ta jest szczególnie cenna przy pomiarach prądu.

Uniwersalny woltomierz elektroniczny z zasilaniem bateryjnym typu U-723

Najnowszym opracowaniem przygotowywanym do produkcji w "Elpo" jest tranzystorowy woltomierz typu U-723.

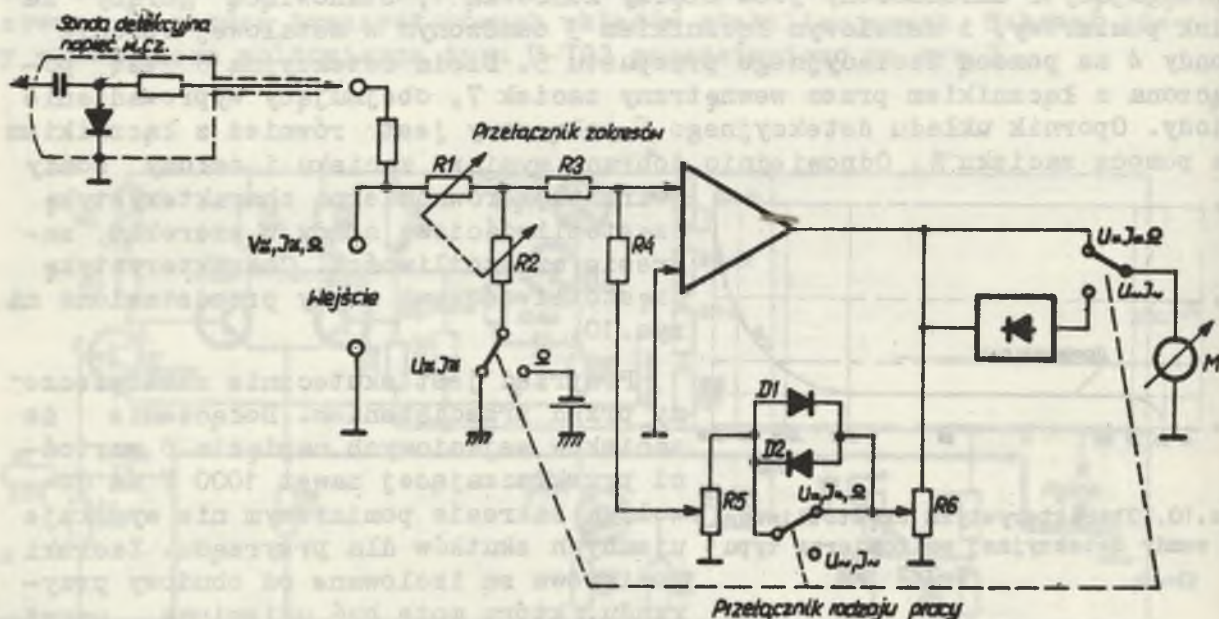
Przyrząd może mieć szerokie zastosowanie ze względu na: możliwość pomiaru dużej ilości parametrów, szerokie zakresy mierzonych wartości, niewielkie wymiary: 240 x 135 x 80 mm, ciężar nie przekraczający 2 kg oraz



zasilanie z baterii wmontowanej do wnętrza przyrządu.

Zasadę działania przyrządu pokazano na rys.11. Mierzone napięcie stałe i zmienne w zakresie częstotliwości do 50 kHz jest doprowadzone do przełączonego dzielnika napięcia R1, R2. Dzielnik ten został skonstruowany z wysokostabilnych rezystorów skompensowanych częstotliwościowo i pracuje poprawnie w całym zakresie częstotliwości mierzonych napięć. Do tych samych zacisków pomiarowych doprowadzony jest mierzony prąd i dołączona jest mierzona rezystancja. Pomiar prądu realizowany jest przez pomiar spadku napięcia na rezystorach dzielnika wejściowego, a mierzone rezystory są porównywane również z re-

Fot.2. Tranzystorowy woltoamperomierz typu U-723



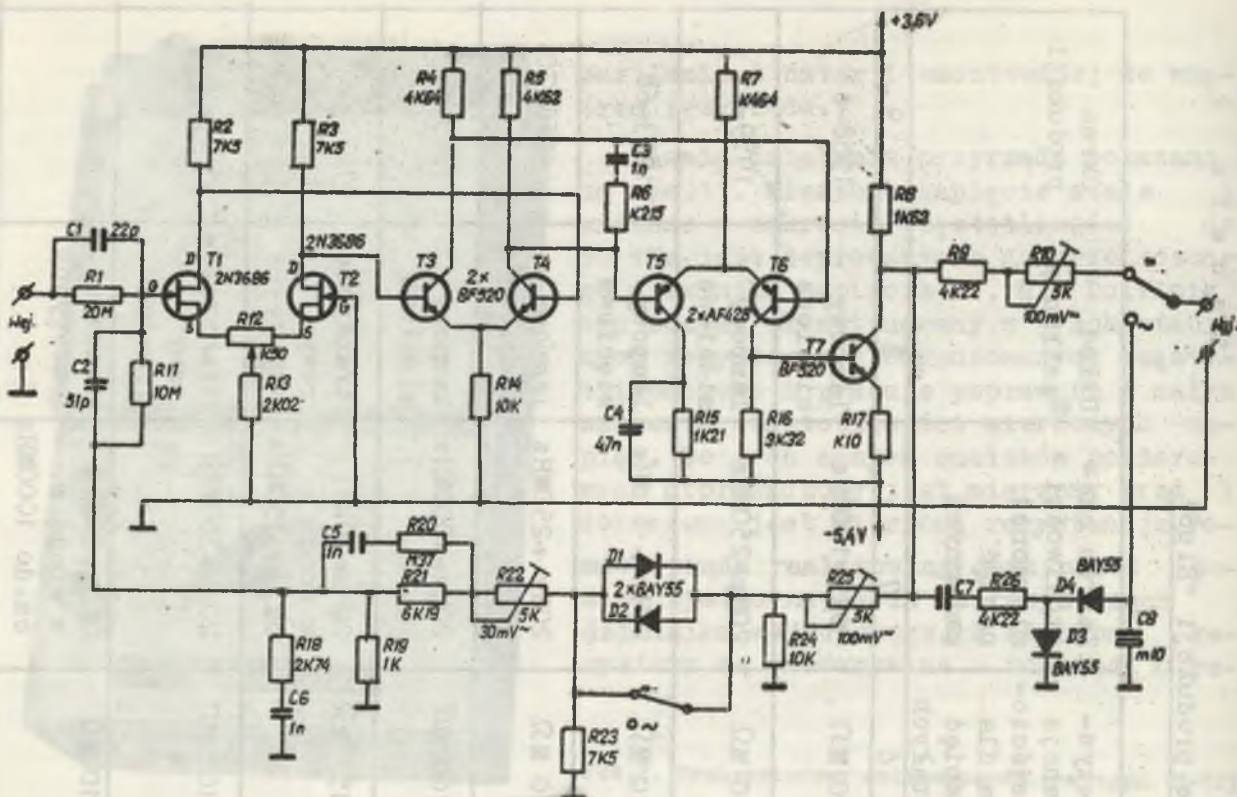
Rys.11. Zasada działania tranzystorowego woltoamperomierza typu U-723

zystorami tego samego dzielnika. Napięcie mierzone z dzielnika doprowadzone jest do wzmacniacza. Czterostopniowy wzmacniacz prądu stałego posiada symetryczny stopień wejściowy zbudowany na tranzystorach polowych. Umożliwia to uzyskanie rezystancji wejściowej rzędu $10\text{ M}\Omega$. Schemat idealowy wzmacniacza woltoamperomierza typu U-723 przedstawiono na rys.12.

W przypadku pomiaru napięć stałych wzmacniacz objęty jest pętlą liniowego ujemnego sprzężenia zwrotnego R4, R5 i R6. Natomiast w przypadku pomiaru napięć zmiennych w obwód sprzężenia włączony jest dwójnik diodowy D1, D2. Dobór rezystorów R5 i R6 kształtuje charakterystykę napięciową całego układu, zapewniając liniową zależność prądu miernika od napięcia

Uniwersalne woltomierze analogowe produkcji "Elpo"

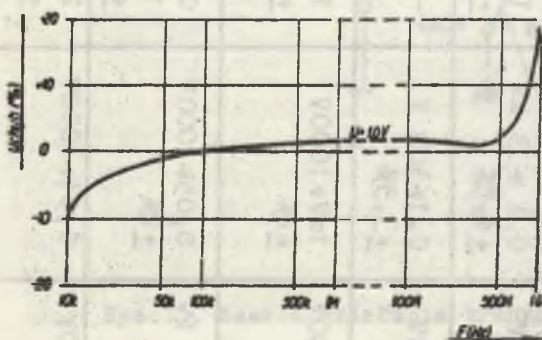
Typ przyrządu	Zakres i dokładność pomiaru				Rezystancja wejściowa dla napięć stałych	Zakres częstotliwości mierzonej napięć zmiennych	Układ zasilania	Okres produkcji
	Napięcie stałe	Napięcie zmienne	Prąd	Rezystancja				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
U-716	0,1+1000 V +3%	0,2+300 V +4%	-	5 +500MΩ +10%	10 MΩ	30Hz+100MHz	lampowy sieciowe	1958-63
U-717	0,1V+30 kV +3,5%	0,1V+3 kV +4,5%	1μA+1 A +4,5%	1 +100MΩ +10%	10 MΩ	20Hz+250MHz	lampowy sieciowe	1959-65
U-718A	0,1+300 V +3,5%	0,1+300 V +4,5%	-	-	10 MΩ	20Hz + 1 GHz	lampowy sieciowe	1963-68
U-720	0,1+30 kV +3,5%	0,1 + 3 kV +4,5%	1μA + 1 A +4,5%	1 +100MΩ +10%	10 MΩ	20Hz +250MHz	lampowy sieciowe	1966-70
U-719	0,01V+30kV +2,5%	0,1+300 V +3,5%	-	2 +1000MΩ +10%	100 MΩ	20Hz+1000MHz	lampowy sieciowe	1969-..
U-721	0,01V+1000V +3%	1mV+1000V +4%	1μA+5 A +3%	2 +50 MΩ +10%	150 kΩ	20Hz+20kHz z sondą w. cz.do 150MHz	tranzystorowy baterijne	1971-..
U-722	0,01V+30 kV +2%	0,05+1000V +2%	0,1nA+ 100 mA +2%	0,5+5000MΩ +10%	100 MΩ	20Hz+700MHz	tranzystorowy sieciowe	1971-..
U-723	0,01+1000V +2%	0,01+1000V	2nA+1 A +2%	0,2 +500MΩ +10%	10 MΩ	20Hz+50kHz z sondą w. cz.do 1000MHz	tranzyst. baterijne	1972



Rys.12. Schemat ideowy wzmacniacza woltomierza typu U-723

wejściowego wzmacniacza z nierównomiernością nie przekraczającą 0,3% pełnej skali miernika. Dzięki temu układowi miernik M na wyjściu wzmacniacza posiada dwie skale liniowe o 30 i 50 działkach dla wszystkich zakresów pomiarowych.

Przyrząd jest dodatkowo wyposażony w półprzewodnikową sondę detekcyjną umożliwiającą pomiary napięć zmiennych w.cz. od 20 mV do 10 V w zakresie częstotliwości do 1000 MHz. Charakterystykę częstotliwościową sondy detekcyjnej przedstawiono na rys.13.



Rys.13. Charakterystyka częstotliwościowa sondy detekcyjnej woltomierza typu U-723

Uniwersalne woltomierze elektroniczne stanowią jedną z grup specjalizacyjnych produkcji "Elpo".

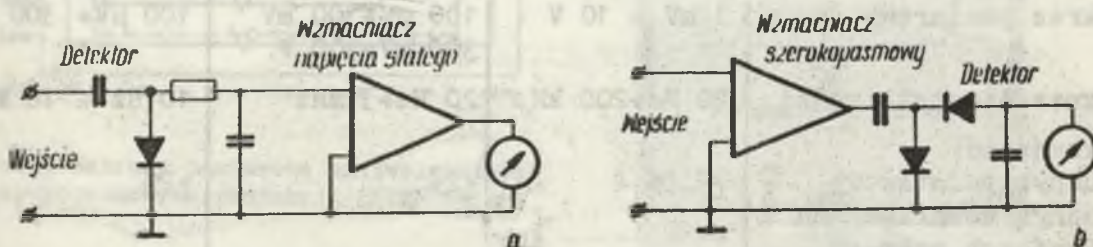
Zestawienie parametrów technicznych z terminami produkcji tych przyrządów od 1958 podano w tabeli 2.

MILIWOLTOMIERZE SZEROKOPASMOWE PRODUKCJI "ELPO"

Współczesne woltomierze elektroniczne przeznaczone do pomiarów napięć zmiennych działają zazwyczaj na zasadzie detekcji mierzonego sygnału za pomocą prostowników diodowych. W zależności od rodzaju układu wejściowego, woltomierze z detektorem diodowym dzielą się na dwie grupy: przyrządy z sondą detekcyjną i przyrządy ze wzmacniaczem wejściowym.

Charakterystyczną cechą woltomierzy należących do grupy pierwszej jest umieszczenie detektora diodowego bezpośrednio na wejściu przyrządu /rys. 1a/, zazwyczaj stanowiącego specjalną sondę pomiarową, połączoną z resztą przyrządu elastycznym kablem wielożyłowym. Składowa stała napięcia, uzyskiwana w rezultacie detekcji, jest w przyrządach tej grupy wzmacniana za pomocą wzmacniacza napięcia stałego, na wyjściu którego znajduje się magnetoelektryczny miernik wychyłowy, wyskalowany bezpośrednio w jednostkach mierzonego napięcia zmiennego.

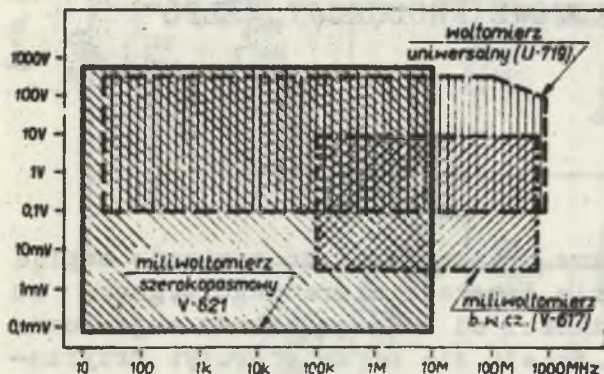
Do tej grupy woltomierzy zalicza się zarówno proste przyrządy uniwersalne, przeznaczone do pomiarów napięć stałych, zmiennych i oporności, jak i czułe miliwoltomierze bardzo wielkiej częstotliwości. W przypadku przyrządów uniwersalnych, wzmacniacz napięcia stałego posiada niewielkie wzmocnienie napięciowe /zazwyczaj równe jedności/ i służy głównie jako separator, oddzielający miernik magnetoelektryczny /pobierający dość znaczny prąd/ od wyjścia detektora diodowego. W miliwoltomierzach przeznaczonych do pomiarów małych sygnałów b.w.cz., sygnały wyjściowe z detektora są słabe i wymagają stosowania bardziej skomplikowanych wzmacniaczy napięcia stałego, wyposażonych w układy przetwarzania lub automatycznej stabilizacji poziomu zerowego.



Rys.1. Zasada działania elektronicznych woltomierzy prostownikowych:
a - przyrząd z sondą detekcyjną /woltomierz uniwersalny, miliwoltomierz b.w.cz./; b - przyrząd ze wzmacniaczem wejściowym /miliwoltomierz szerokopasmowy/

Do drugiej grupy należą miliwoltomierze, w których detektor jest poprzedzony szerokopasmowym wzmacniaczem napięcia zmiennego /rys.1b/. Zastosowanie wzmacniacza wejściowego umożliwia wzmocnienie bardzo małych sygnałów, których nie wykrywa bezpośrednio detektor diodowy: dlatego przyrządy tej grupy odznaczają się wyższą czułością niż inne woltomierze pro

stownikowe. Niezależnie od zakresu pomiarowego w miliwoltomierzach ze wzmacniaczem wejściowym napięcie zmienne dołączone do detektora może mieć znaczną amplitudę, zapewniającą wysoką sprawność i dobrą liniowość prostowania. Brak wzmacniacza napięcia stałego eliminuje w tych przyrządach problemy związane z dryftem i z koniecznością okresowej regulacji zera. Jediną strukturalną wadą omawianych przyrządów jest ograniczenie zakresu pomiarowego, spowodowane niemożnością uzyskania wymaganej stałości wzmocnienia i równej charakterystyki przenoszenia wzmacniacza szerokopasmowego dla częstotliwości większych od kilkunastu MHz.



Rys. 2. Zakresy pomiarowe elektronicznych woltomierzy prostownikowych

Wszystkie trzy rodzaje elektronicznych woltomierzy prostownikowych posiadają właściwe sobie cechy charakterystyczne, określające ich przydatność w konkretnych warunkach pomiarowych. Zakresy mierzonego napięcia i częstotliwości, przedstawione graficznie na rys. 2, wyznaczają możliwości pomiarowe poszczególnych rodzajów omawianych przyrządów.

Własności woltomierzy uniwersalnych i miliwoltomierzy szerokopasmowych zostały szczegółowo opisane w odrębnych artykułach niniejszego numeru Biuletynu "Mera". Porównanie tych własności z podanymi poniżej parametrami najnowszego miliwoltomierza szerokopasmowego, produkowanego w "Elpo", umożliwi użytkownikowi wybór najbardziej odpowiedniego przyrządu.

T a b e l a 1

Parametry miliwoltomierzy szerokopasmowych produkowanych w "Elpo"

Typ miliwoltomierza	V-611	V-615	V-621
Okres produkcji	1958 + 1963	1963 + 1970	od 1970
Zakres pomiarowy	1 mV + 10 V	100 μV + 300 mV ^{1/} 300 mV + 300 V ^{2/}	100 μV + 300 V
Zakres częstotliwości	20 Hz + 200 kHz	20 Hz + 3 MHz	10 Hz + 10 MHz
Dokładność:			
- uchyb podstawowy	+2,5%	+2%	+2%
- uchyb dodatkowy na krańcach zakresu częstotliwości	+5%	+5%	+5%
Zasilanie	sieciowe	siec. lub bateryjne	sieciowe
Zakres temperatury pracy przyrządu	nieokreślony	+10 + +35°C	0 + +45°C

Typ miliwoltomierza	V-611	V-615	V-621
Wyposażenie	-	sonda 1000:1	sonda 100 μ V \pm 300 mV sonda 300 mV \pm 300 V

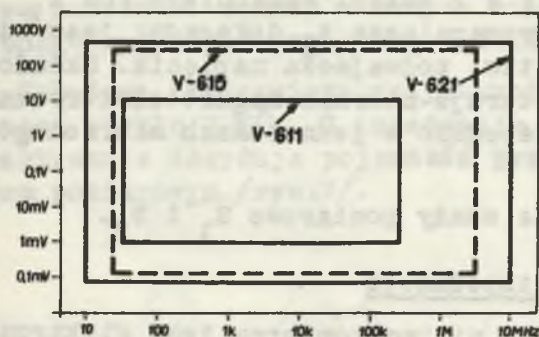
Uwagi: 1/ wejście bezpośrednie
2/ wejście przez sondę 1000:1

Rozwój miliwoltomierzy szerokopasmowych w "Elpo"

Pierwszy miliwoltomierz szerokopasmowy, typu V-611, produkowany od 1958 r. w Zakładzie "Elpo" w Warszawie był przyrządem lampowym, posiadającym stosunkowo szeroki, jak na ówczesne możliwości techniczne, zakres pomiarowy /tablica 1/. Dalsze rozszerzenie zakresu częstotliwościowego i czułości miliwoltomierzy stało się możliwe dzięki zastosowaniu wzmacniaczy, których działanie oparto na elementach półprzewodnikowych. Miliwoltomierz tranzystorowy typu V-615 wprowadzony do produkcji w 1963 r. dorównywał już pod względem możliwości pomiarowych najlepszym rozwiązaniom zagranicznym z tego okresu.

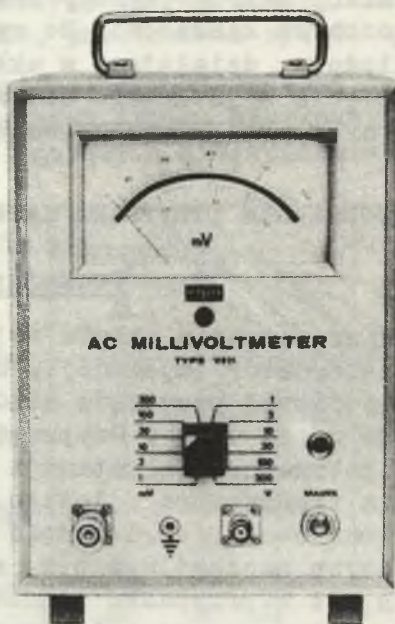
Przyrząd ten spotkał się z dużym uznaniem na rynkach zagranicznych i był przedmiotem wielu poważnych transakcji eksportowych. Duże zapotrzebowanie, uzasadniające roczną produkcję przekraczającą 1000 sztuk, zapewniło wysoką opłacalność wytwarzania, pomimo stosunkowo niskiej ceny zbytu i stworzyło sprzyjające warunki do usprawnienia technologii oraz do zebrania wielu cennych uwag na temat eksploatacji, wykorzystanych przy opracowywaniu następnego modelu miliwoltomierza.

W nowym miliwoltomierzu, wprowadzonym do produkcji w 1970 r. usprawniono przełączanie podzakresów, umożliwiając pomiary napięć w całym zakresie pomiarowym 100 μ V \pm 300 V, zarówno przy bezpośrednim dołączeniu



Rys.3. Zakresy pomiarowe miliwoltomierzy szerokopasmowych produkcji ZZEAP "Elpo"

Fot.1. Miliwoltomierz typu V-621

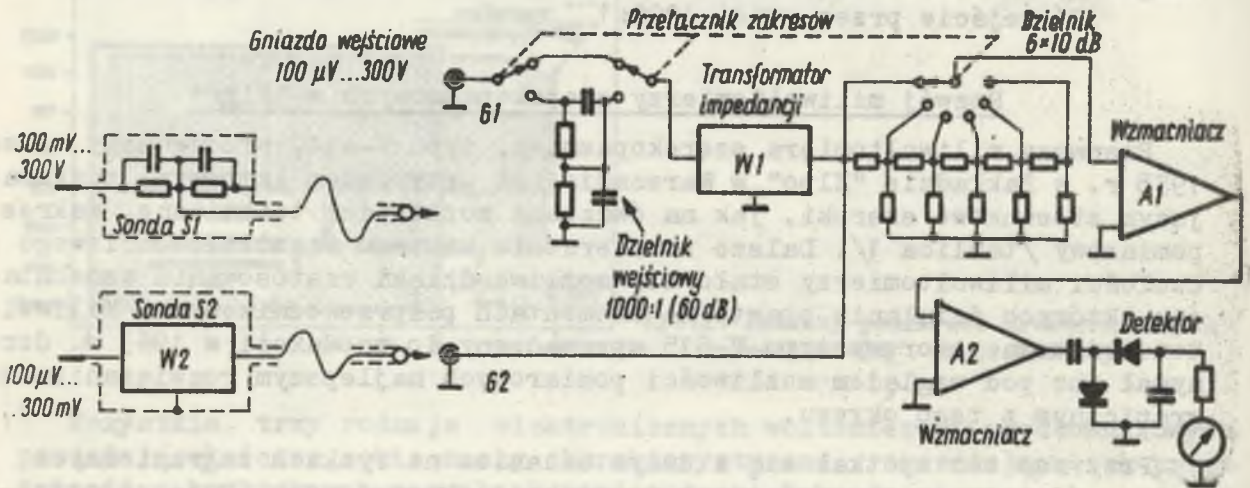


sygnału do gniazda wejściowego przyrządu, jak i za pośrednictwem sond, zmniejszających pojemność obciążającą źródło mierzonego napięcia. Zastosowanie tranzystorów o częstotliwości granicznej rzędu 600 MHz oraz opra-

cowanie nowego układu transformatora impedancji, pozwoliło rozszerzyć charakterystykę częstotliwościową miliwoltomierza do 10 MHz i zmniejszyć poziom szumów, utrudniających pomiary małych sygnałów wejściowych /rys.3/.

Zasada działania miliwoltomierza typu V-621

Zasadę działania miliwoltomierza przedstawiono na rys.4. Zależnie od pozycji przełącznika zakresów, sygnał mierzony jest doprowadzony do wejścia transformatora impedancji bezpośrednio lub za pośrednictwem rezys-



Rys.4. Schemat blokowy miliwoltomierza typu V-621

torowo-pojemnościowego dzielnika wejściowego, wprowadzającego tłumienie 60 dB /1000:1/. Transformator impedancji, o małej rezystancji wyjściowej, zasila rezystorowy dzielnik drabinkowy, posiadający 6 stopni tłumienia po 10 dB każdy /3,16:1/, przełączanych w taki sposób, że sygnał sterujący wejście wzmacniacza szerokopasmowego A_1 , nie zależy od zakresu pomiarowego przyrządu.

Wzmacniacz szerokopasmowy składa się z 2 sekcji wzmacniających A_1 i A_2 , połączonych kaskadowo. Do wyjścia wzmacniacza A_2 dołączony jest detektor diodowy, działający w układzie tzw. podwajacza napięcia. Składowa stała napięcia wyjściowego detektora steruje miernik magnetoelektryczny, zaopatrzony w skalę, wycechowaną bezpośrednio w jednostkach mierzonoego napięcia.

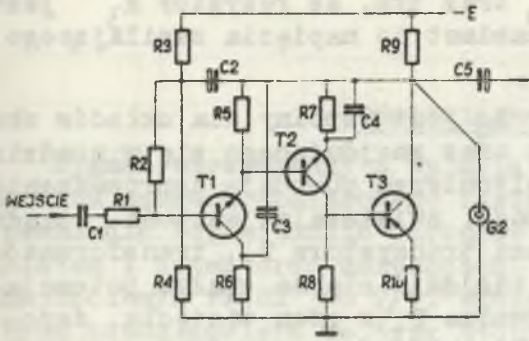
Do wyposażenia przyrządu należą dwie sondy pomiarowe S_1 i S_2 .

Transformator impedancji

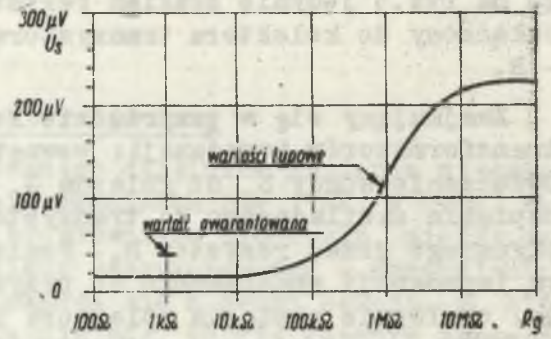
Zasadniczą częścią układu wejściowego miliwoltomierza jest elektroniczny transformator impedancji, umożliwiający uzyskanie wysokiej rezystancji wejściowej przyrządu mimo zastosowania dzielnika drabinkowego i impedancji rzędu 1 k Ω . Najprostszą metodą wykonania półprzewodnikowego układu o potrzebnej rezystancji wejściowej byłoby zastosowanie w stopniu wejściowym tranzystora polowego. Jednak tranzystory polowe odznaczają się niekorzystną cechą /oprócz dość wysokiej ceny/ w postaci szumów własnych występujących szczególnie przy małej rezystancji źródła, a kilkakrotnie większych niż w przypadku złączowych elementów półprzewodnikowych. Ponieważ można było przewidzieć, że w większości przypadków rezystancje źródeł mierzonoego sygnału będą raczej niewielkie, nie przekraczające kilku k Ω , w stopniu wejściowym transformatora impedancji zastosowano tranzystor złączowy, wykonany techniką planarną, zapewniającą niski poziom niskoczęstotliwościowych szumów powierzchniowych. Układ transformatora impedan-

cji, opracowany specjalnie dla miliwoltomierza V-621 przedstawiono na rys.5.

Transformator składa się z dwóch tranzystorów przeciwstawnych T_2 i T_3 , tworzących wzmacniacz, objęty ujemnym napięciowym sprzężeniem zwrotnym, redukującym wzmocnienie obu stopni do jedności. Wzmacniacz posiada dodatkowy tranzystor T_1 , działający w układzie zbliżonym do układu wtórnika emiterowego z tym, że "zimna" końcówka rezystora emiterowego R_5 jest dołączona do punktu wyjściowego, powtarzającego dla napięć zmiennych potencjał wejścia układu. W przedstawionym układzie wszystkie elektrody tranzystora T_1 znajdują się dla sygnałów zmiennych na prawie jednakowym potencjale, co zapewnia dużą impedancję wejściową.



Rys.5. Transformator impedancji

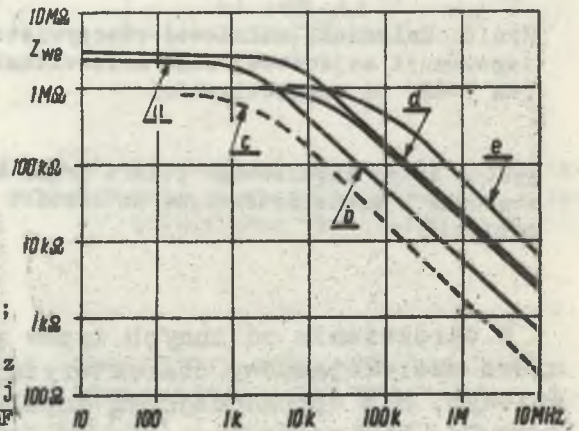


Rys.6. Zależność szumów własnych miliwoltomierza V-621 od rezystancji źródła mierzonego napięcia

Poziom szumów własnych tranzystora złączeniowego zależy w dużym stopniu od prądu emitera i od rezystancji źródła; dla każdej rezystancji źródła istnieje odpowiednia wartość prądu emitera, przy której szумы są najmniejsze. W omawianym układzie, ze względu na wymagane pasmo częstotliwości, prąd tranzystora T_1 nie może być zbyt mały. W miliwoltomierzu V-621 minimalny poziom szumów wejściowych /wyrażony w dB w stosunku do szumów termicznych/ występuje przy rezystancji generatora rzędu $5 \text{ k}\Omega$. Typową zależność szumów własnych miliwoltomierza od rezystancji źródła mierzonego sygnału, wyznaczoną doświadczalnie, przedstawia rys.6.

Składowa rzeczywista rezystancji wejściowej transformatora impedancji wynosi zwykle $2 \text{ M}\Omega$. O impedancji obciążającej źródło mierzonego napięcia praktycznie decyduje pojemność przewodów łączących miliwoltomierz z obiektem pomiarowym /rys.7/.

Rys.7. Zależność impedancji wejściowej miliwoltomierza V-621 od częstotliwości: a - wejście bezpośrednie, $100 \text{ uV} \pm 300 \text{ mV}$, $C_{we} = 30 \text{ pF}$; b - wejście bezpośrednie, $300 \text{ uV} \pm 300 \text{ V}$, $C_{we} = 12 \text{ pF}$; c - wejście bezpośrednie z kablem pomiarowym o długości 150 cm, $C_{we} = 120 \text{ pF}$; d - wejście przez sondę $S_2 / 100 \text{ uV} \pm 300 \text{ mV}$, $C_{we} = 10 \text{ pF}$; e - wejście przez sondę $S_1 / 300 \text{ uV} \pm 300 \text{ V}$, $C_{we} = 2,5 \text{ pF}$

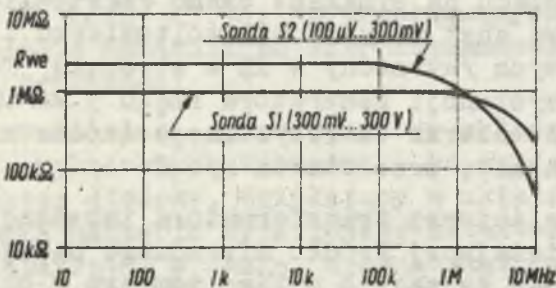


Sondy pomiarowe

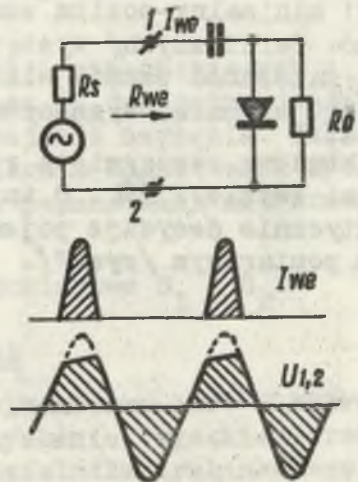
W celu zmniejszenia wpływu pojemności kabla użytego do połączenia obiektu pomiarowego z gniazdem wejściowym miliwoltomierza, przyrząd wyposażono w dwie sondy pomiarowe. Sonda S_1 , umożliwiającą zmniejszenie pojemności połączeń przy pomiarach napięć w zakresie $300 \text{ mV} \dots 300 \text{ V}$, zawiera rezystorowo-pojemnościowy dzielnik o podziale 1000:1. Sondę dołącza się do gniazda wejściowego G_1 i ustawia się przełącznik zakresów przyrządu na wartość 1000 razy mniejszą od mierzonej /w pozycjach odpowiadających 6 zakresom miliwoltowym/. Sonda S_2 , przeznaczona do pomiarów napięć w zakresie $100 \text{ } \mu\text{V} \dots 300 \text{ mV}$, posiada wbudowany elektroniczny transformator impedancji, wykonany w układzie różniącym się od przedstawionego na rys.5 jedynie brakiem rezystora R_3 oraz tym, że rezystor R_2 jest dołączony do kolektora tranzystora T_2 , zamiast do napięcia zasilającego - E.

Znajdujący się w przyrządzie rezystor R_3 jest wspólny dla układów obu transformatorów impedancji: wewnętrznego oraz znajdującego się w sondzie. Dołączenie sondy S_2 do gniazda G_2 miliwoltomierza powoduje doprowadzenie napięcia zasilającego do tranzystorów sondy, zwiększając wartość prądu płynącego przez rezystor R_3 . Ponieważ baza tranzystora T_1 , transformatora impedancji wbudowanego do przyrządu, znajduje się na stałym potencjale, obniżenie napięcia kolektora T_1 wprowadza T_1 w stan odcięcia, zapobiegając przedostawaniu się niepożądanych zakłóceń z gniazda G_1 miliwoltomierza przy pracy z sondą S_2 .

Impedancja wejściowa sond może być przedstawiona w postaci układu zastępczego, składającego się z rezystancji rzeczywistej i równoległej pojemności wejściowej. Pojemność wejściowa jest stała w całym zakresie częstotliwościowym przyrządu, a pewne zmniejszenie składowej rzeczywistej przy większych częstotliwościach nie ma praktycznego znaczenia /rys.8/.



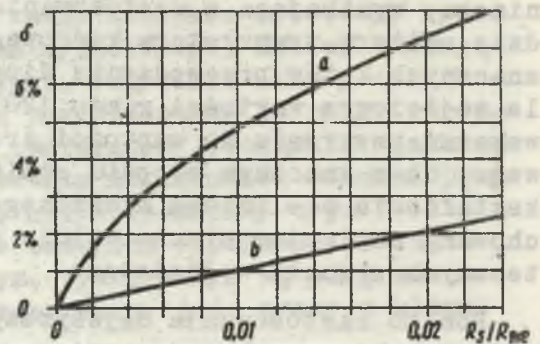
Rys.8. Zależność składowej rzeczywistej impedancji wejściowej sond miliwoltomierza V-621 od częstotliwości



Rys.9. Wpływ impulsowego poboru prądu detektora woltomierza z sondą detekcyjną na kształt mierzonego napięcia

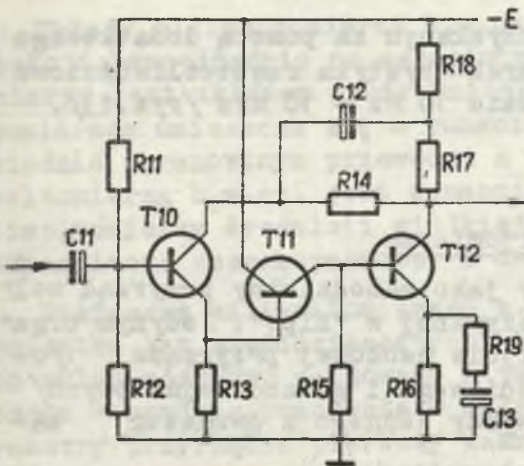
W odróżnieniu od innych typów przyrządów prostownikowych miliwoltomierz szerokopasmowy charakteryzuje się całkowicie liniowym układem wejściowym, nie wprowadzającym impulsowych obciążeń obiektu mierzonego /rys.9/. Miliwoltomierz typu V-621 nie wprowadza zniekształceń nieliniowych mierzonego sygnału i przy określonej impedancji źródła odznacza się mniejszymi błędami pomiarowymi niż przyrząd z sondą detekcyjną o takiej samej nominalnie rezystancji wejściowej /rys.10/.

Rys.10. Zależność błęd wskazań od stosunku rezystancji źródła mierzonego napięcia od rezystancji wejściowej woltomierza: a - woltomierz z sondą detekcyjną; b - miliwoltomierz szerokopasmowy

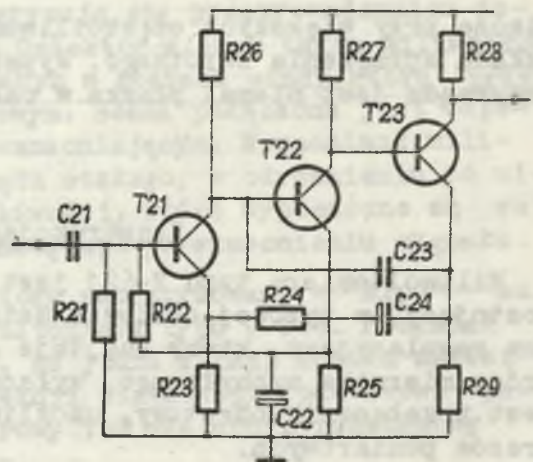


Wzmacniacz i detektor diodowy

Sygnał otrzymywany z wyjścia regulowanego dzielnika napięcia niezależnie od zakresu pomiarowego zawiera się w granicach 0 ± 1 mV. W celu zapewnienia odpowiednich warunków pracy prostowników diodowych, między dzielnikiem i detektorem umieszczono wzmacniacz szerokopasmowy o wzmacnieniu napięciowym rzędu 300 V/V. Wzmacniacz składa się z dwóch sekcji, z których każda zawiera po trzy stopnie wzmacniające, objęte ujemnym sprzężeniem zwrotnym, kształtującą charakterystykę częstotliwościową i uniezależniającą współczynnik wzmacnienia od parametrów elementów półprzewodnikowych /rys.11 i 12/.



Rys.11. Pierwsza sekcja wzmacniacza szerokopasmowego miliwoltomierza typu V-621



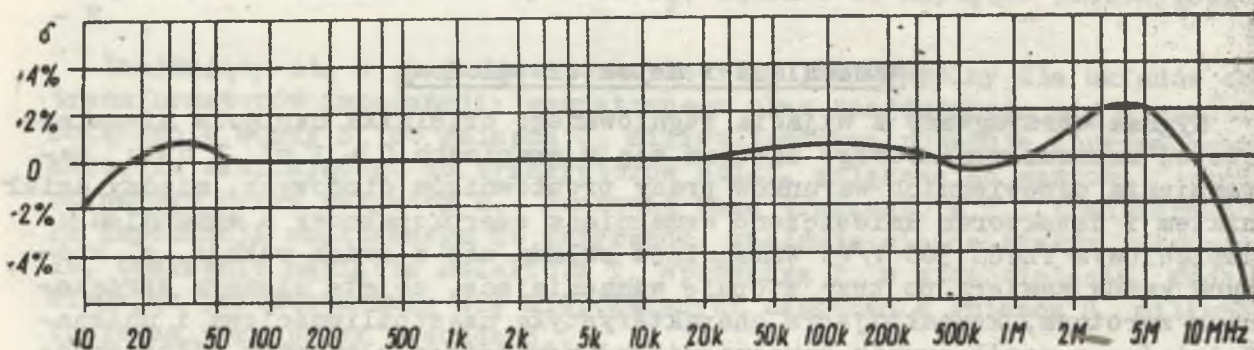
Rys.12. Uproszczony schemat drugiej sekcji wzmacniacza szerokopasmowego miliwoltomierza typu V-621

We wzmacniaczu zastosowano nowoczesne tranzystory wykonane techniką planarną i "mesa", o częstotliwości f_T przekraczającej 600 MHz, co pozwoliło na utrzymanie ujemnego sprzężenia zwrotnego w obrębie każdej sekcji na poziomie rzędu 30 ± 40 dB, zapewniającego dobrą stałość wzmacnienia.

Końcowy stopień wzmacniacza jest połączony z detektorem diodowym, działającym w układzie podwajania napięcia. Duża rezystancja wyjściowa wzmac-

niacza, wynikająca z zastosowania prądowego sprzężenia zwrotnego w obwodzie emitera tranzystora końcowego, powoduje pracę detektora w warunkach znacznych kątów przewodzenia diod, osiągających przy sinusoidalnym sygnale wejściowym wartości rzędu 120° . Rezultatem tego jest proporcjonalność wskazań przyrządu do wartości średniej, a nie szczytowej sygnału wejściowego, co w znacznym stopniu zmniejsza wrażliwość miliwoltomierza na niekształcenia nieliniowe mierzonego sygnału. Przyrząd jest fabrycznie cechowany napięciem sinusoidalnie zmiennym bezpośrednio w wartościach aktywnych sygnału wejściowego.

Pomimo zastosowania najszybszych ze znanych diod przełączających, sprawność detektora wykazuje pewien spadek dla częstotliwości, rzędu 10 MHz. Spadek ten został skompensowany wzrostem wzmocnienia drugiej sekcji wzmac

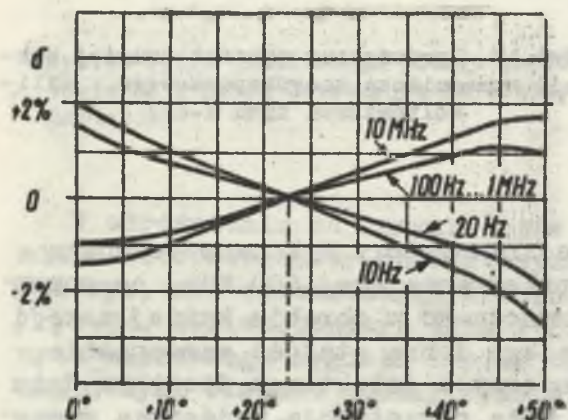


Rys.13. Charakterystyka częstotliwościowa miliwoltomierza typu V-621

niacza przy większych częstotliwościach, uzyskanym za pomocą dodatkowego układu sprzężenia zwrotnego. Wypadkowa charakterystyka częstotliwościowa przyrządu jest niemal płaska w całym zakresie 10 Hz + 10 MHz /rys.13/.

Konstrukcja miliwoltomierza

Miliwoltomierz typu V-621 jest wykonany jako samodzielny przyrząd wolnostojący, w typowej obudowie metalowej, używanej w "Elpo". Jedynym organem regulacyjnym, który znajduje się na płycie czołowej przyrządu /oprócz miernika wychyłowego, wyłącznika sieciowego i gniazd wejściowych/ jest przełącznik obrotowy, umożliwiający wybór jednego z dwunastu zakresów pomiarowych.



Rys.14. Dodatkowy błąd wskazań miliwoltomierza szerokopasmowego typu V-621, wywołany zmianami temperatury otoczenia

W obudowie miliwoltomierza znajduje się także zasilacz sieciowy, wyposażony w tranzystorową stabilizację napięcia wyjściowego, uniezależniającą wskazania przyrządu od zmian napięcia sieci. Wszystkie układy elektroniczne wchodzące w skład miliwoltomierza są przystosowane do pracy w różnych warunkach technoklimatycznych. Zmiany temperatury otoczenia w zakresie $0 \pm +45^{\circ}\text{C}$ nie powodują istotnego pogorszenia dokładności wskazań przyrządu /rys.14/. Wszystkie serie produkcyjne miliwoltomierzy typu V-621 przed przekazaniem użytkownikom są podawane badaniom odporności mechanicznej oraz zaostrozonym badaniom klimatycznym, wykonywanym wg programu obowiązującego w odniesieniu do aparatury przeznaczonej do pracy w klimacie tropikalnym /TS/.



inż. Andrzej POHORECKI

MILIWOLTOMIERZ b.w.cz. DO 1000MHz TYPU V-617

Układy miliwoltomierzy b.w.cz. charakteryzują się przeprowadzaniem detekcji bezpośrednio na wejściu przyrządu. Detektor w.cz. w takim miliwoltomierzu jest układem wyodrębnionym, zbudowanym w postaci sondy, którą przy pomiarach umieszcza się w punkcie pomiarowym. Sonda połączona jest odpowiednio ekranowanym przewodem z układem wzmacniającym. Wzmacniacz miliwoltomierza b.w.cz. jest wzmacniaczem prądu stałego, w odróżnieniu od miliwoltomierzy średniej wielkiej częstotliwości, które wyposażone są we wzmacniacze szerokopasmowe, a detekcja następuje po wzmocnieniu sygnału.

Pierwszym miliwoltomierzem b.w.cz., który skonstruowano w "Elpo" na początku lat sześćdziesiątych, był miliwoltomierz typu V-613. Posiadał on układ mostkowy zbudowany w ten sposób, że jedna z lamp mostka umieszczona w sondzie pracowała w układzie detekcji siatkowej. Podstawowe parametry przyrządu: pierwszy zakres pomiarowy 150 mV; uchyb podstawowy +5%; górna granica częstotliwości 100 MHz.

Zbudowanie czułego wzmacniacza prądu stałego z przetwarzaniem umożliwiło skonstruowanie miliwoltomierza typu V-614. Przyrząd ten ma pierwszy zakres pomiarowy 10 mV i umożliwia pomiary napięć przemiennych o częstotliwości do 500 MHz. Uchyb podstawowy miliwoltomierza typu V-614 wynosi $\pm 3,5\%$. Cechą wyżej wymienionych przyrządów jest istnienie szeregu nieliniowych podziałek na skali miernika wyjściowego, związane z pracą detektora wejściowego w zakresie małych napięć mierzonych na nieliniowej części charakterystyki diody prostowniczej. Utrudnia to odczytywanie pomiarów na skutek obniżenia dokładności odczytu na początku skali i konieczności stosowania wielu podziałek /dla każdego podzakresu odrębna podziałka/. Często też konieczne jest indywidualne skalowanie poszczególnych egzemplarzy przyrządu, co w produkcji seryjnej jest bardzo kłopotliwe. Z powyższych względów koniecznością stało się zaprojektowanie miliwoltomierza b.w.cz. z odpowiednimi układami korekcyjnymi, kompensującymi nieli-

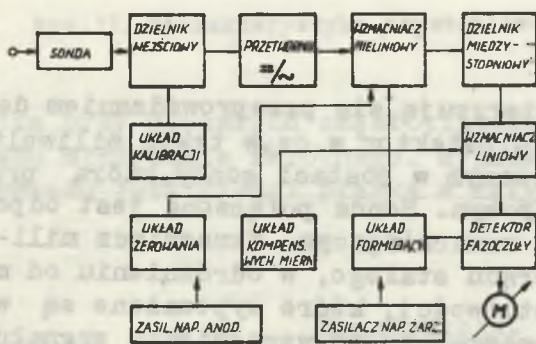


Fot.1. Miliwoltomierz typu V-617

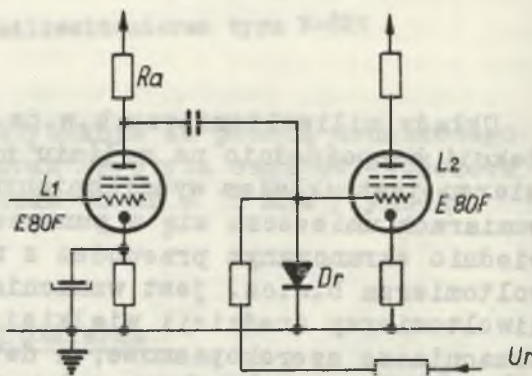
niowość detektora wejściowego. Opracowa-
ny w "Elpo" i wchodzący obecnie do pro-
dukcji miliwoltomierz b.w.cz. typu V-617
jest przyrządem o dużej czułości i po-
siada w pełni liniową skalę /fot.1/.

Parametry przyrządu są następujące:
zakres pomiaru napięć 3 mV - 3 V /w
sześciu podzakresach/; zakres częstotli-
wości mierzonych napięć 30 kHz - 1000
MHz; uchyb podstawowy przyrządu/w zakre-
sie częstotliwości 100 kHz + 50 MHz/
+2,5%; rezystancja wejściowa dla $F = 1$
MHz i $U = 1$ V; ≥ 50 k Ω ; pojemność wejścio-
wa ≤ 2 pF.

Układ miliwoltomierza, przedstawiony na rys.1, składa się z następują-
cych członów: detektora wejściowego, pracującego w układzie detekcji szczy-
towej i zbudowanego w postaci sondy, wysokoomowego dzielnika wejściowego,
układu filtrów wraz z przetwornikiem elektromechanicznym, wzmacniacza o
specjalnie ukształtowanej charakterystyce wzmocnienia w funkcji sygnału
wejściowego, dzielnika międzystopniowego, wzmacniacza wyjściowego o cha-
rakteryście liniowej, detektora fazoczułego wraz z miernikiem wyjścio-
wym, oraz układu formującego napięcie regulacyjne. Wymienione bloki two-
rzą tor sygnału mierzonego.



Rys.1. Schemat blokowy układu miliwol-
tomierza typu V-617



Rys.2. Uproszczony schemat wzmacniacza
nieliniowego

W celu uzyskania dużej dokładności wskazań i wysokich walorów użytko-
wych, przyrząd został wyposażony w układy dodatkowe: układ kalibracji, u-
kład zerowania oraz układ kompensujący początkowe odchylenie miernika, wy-
stępujące na najbardziej czułych zakresach pomiarowych.

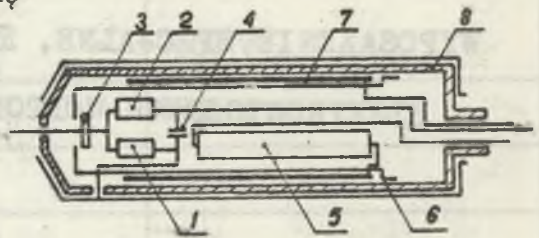
W przyrządzie tym korekcję nieliniowości detektora wejściowego uzys-
kano dzięki odpowiednio ukształtowanej charakterystyce wzmacniacza nieli-
niowego. Fala prostokątna, o amplitudzie proporcjonalnej do wartości sy-
gnału mierzonego i częstotliwości 50 Hz, uzyskana z przetwornika elektro-
mechanicznego, jest wzmocniana we wzmacniaczu nieliniowym. Wartość tego
wzmocnienia jest zależna /w sposób ściśle określony/ od wartości sygnału
wejściowego. Zależność tę uzyskano przez zastosowanie układu wzmacniacza
przedstawionego na rys.2. W obwodzie anodowym pierwszego stopnia tego
wzmacniacza /lampa L_1 / równolegle z rezystorem R_a pracuje krzemowa dioda
regulacyjna D_r /OA 128/. Dioda ta polaryzowana jest w kierunku przewode-
nia napięciem stałym U_r , otrzymywanym z układu formującego. Wartość na-
pięcia polaryzacji jest tak dobrana, że punkt pracy diody znajduje się na

zakrzywieniu charakterystyki. W granicach danego podzakresu wzrost napięcia mierzonego powoduje wzrost napięcia wytwarzanego przez układ formujący. W związku z tym maleje rezystancja diody dla przebiegów zmiennych. Efektem tych procesów jest zmniejszanie się wzmocnienia pierwszego stopnia układu wzmacniacza. Zmiany napięcia regulacyjnego wywierają dodatkowy wpływ, zmieniając punkt pracy lampy L2. Oba te czynniki są tak dobrane, że charakterystyka wzmocnienia wzmacniacza w funkcji napięcia mierzonego ma kształt umożliwiający /w granicach danego podzakresu/ pełne skompensowanie nieliniowości detektora wejściowego.

Układ formujący napięcie regulacyjne pobiera sygnał z detektora fazoczułego i przekształca go w sygnał stały o wartości zależnej od napięcia na wyjściu wzmacniacza liniowego. Układ ten posiada regulację, umożliwiającą uzyskanie właściwej wartości tego napięcia. Wzmacniacz liniowy jest typowym, dwustopniowym wzmacniaczem rezystancyjnym na lampach EF86. Dzięki istnieniu dzielnika międzystopniowego pracuje on w warunkach takiego samego wysterowania dla każdego podzakresu pomiarowego. W celu całkowitego uniezależnienia pracy układu od wpływu napięć zasilających i zakłóceń sieciowych przez obwody żarzenia lamp, w przyrządzie zastosowano rozbudowany system stabilizowanych zasilaczy, częściowo strażysterowanych. Również wyjściowy detektor fazoczuły jest układem półprzewodnikowym.

Dzięki zastosowaniu wyżej opisanych rozwiązań układowych uzyskano przyrząd pomiarowy o bardzo wysokich parametrach użytkowych, prosty w obsłudze, posiadający dwie liniowe skale o działkach końcowych 30 i 100. Zastosowana w miliwoltomierzu typu V-617 sonda detekcyjna z diodą półprzewodnikową CG91AH charakteryzuje się małą zależnością napięcia wyjściowego od częstotliwości napięcia mierzonego, małą pojemnością wejściową i małą zależnością wyników detekcji od temperatury otoczenia. Walory te uzyskano dzięki odpowiedniej konstrukcji sondy, przedstawionej na rys.3.

W rozwiązaniu tym dioda półprzewodnikowa 1 wraz z rezystorem 2, kondensatorem sprzęgającym 3, kondensatorem filtrującym 4, oraz bimetalicznym regulatorem temperatury 5 są umieszczone wewnątrz korpusu metalowego 6, na którym jest nawinięte uzwojenie grzejne 7. Całość umieszczona jest w wewnętrznym korpusie izolacyjnym 8, oddzielającym termicznie układ sondy od warunków zewnętrznych. Zapewnia to stałą temperaturę $\sim 40\text{ C}$ / złącza diody i wydatnie zmniejsza wpływ temperatury na wskazania przyrządu. Zastosowanie odpo-

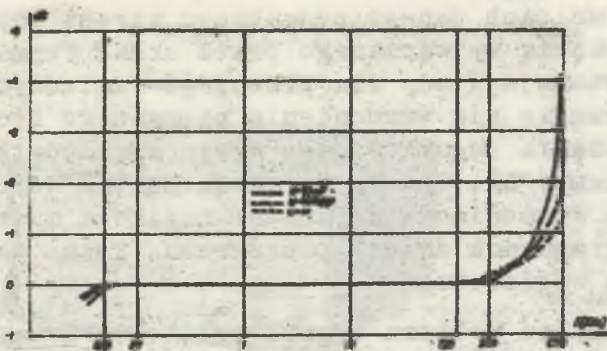


Rys.3. Konstrukcja sondy detekcyjnej

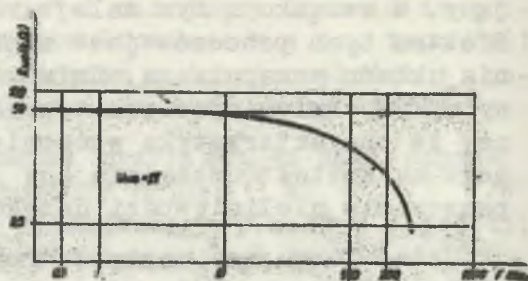
wiedniej konstrukcji mechanicznej i specjalnego kondensatora dyskowego 3 zmniejsza indukcyjność doprowadzeń, zapewniając równomierność charakterystyki częstotliwościowej miliwoltomierza w szerokim zakresie. Charakterystyki te przedstawia rys.4. Sonda detekcyjna w.cz. zastosowana w miliwoltomierzu typu V-617 jest przedmiotem projektu wynalazczego nr P138925.

Istotnym parametrem miliwoltomierza b.w.cz. jest rezystancja wejściowa i jej zależność od częstotliwości sygnału mierzonego. Układ detektora szczytowego zastosowany w miliwoltomierzu typu V-617 umożliwił uzyskanie rezystancji wejściowej rzędu 50 kΩ dla średnich częstotliwości. Zależność rezystancji wejściowej od częstotliwości przedstawia rys.5.

Miliwoltomierz typu V-617 jest pierwszym opracowanym w kraju przyrządem do pomiaru małych napięć b.w.cz. z pełną kompensacją nieliniowości skali. Główną zaletą przyrządu jest stosunkowo prosty układ i łatwość kompensacji nieliniowości, co jest szczególnie istotne w produkcji seryjnej.



Rys. 4. Charakterystyki częstotliwościowe miliwoltomierza typu V-617



Rys. 5. Zależność rezystancji wejściowej miliwoltomierza typu V-617 od częstotliwości

Dzięki zastosowaniu specjalnego wyposażenia b.w.cz., również produkowanego w "Elpo" /np. trójniki pomiarowe i odpowiednie dzielniki rozszerzające zakres pomiarów/, miliwoltomierz typu V-617 jest przyrządem mającym duże zastosowanie w technice wielkiej częstotliwości, nie ustępującym podobnym, nowoczesnym opracowaniom znanych firm zagranicznych.

inż. Bolesław SŁOMIAN

WYPOSAŻENIE SPECJALNE, ROZSZERZAJĄCE MOŻLIWOŚCI POMIAROWE ELEKTRONICZNYCH WOLTOMIERZY b.w.cz. PRODUKCJI "ELPO"

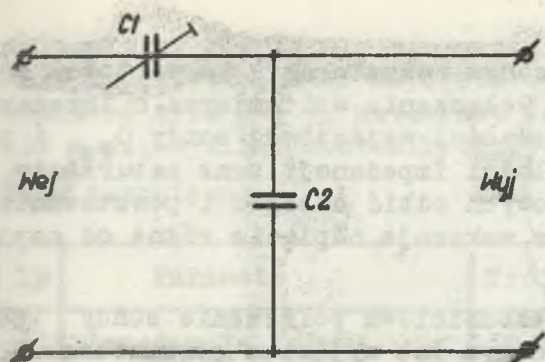
W "Elpo" produkowane są obecnie trzy typy woltomierzy b.w.cz.: V-617, U-719 i U-722, a w niedalekiej przyszłości również U-726.

W celu rozszerzenia możliwości pomiarowych oraz zwiększenia konkurencyjności wyżej wymienionych woltomierzy, na zamówienia odbiorców dostarcza się wyposażenie specjalne, w skład którego mogą wchodzić następujące elementy: pojemnościowy dzielnik napięcia typu P221, trójnik pomiarowy typu P222, trójnik pomiarowy typu P224, trójnik pomiarowy do V-617, obciążenie 50 Ω , oporowy dzielnik napięcia typu P223.

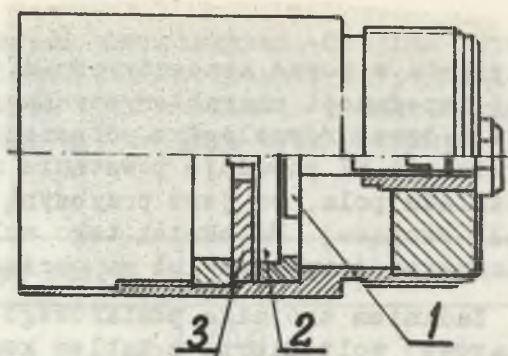
Pojemnościowy dzielnik napięcia typu P221

Pojemnościowy dzielnik napięcia typu P221 przeznaczony jest do współpracy z miliwoltomierzem typu V-617 oraz z woltomierzem typu U-722, w celu rozszerzenia zakresu mierzonych napięć zmiennych do 300 V. Schemat ideowy dzielnika przedstawia rys. 1.

Przez zmianę pojemności C_1 uzyskuje się regulację współczynnika podziału, dzięki czemu dzielnik ten może współpracować z sondami o różnych pojemnościach wejściowych. Dzielnik skonstruowany jest w formie nakładki na detekcyjne sondy pomiarowe, które stanowią podstawowe wyposażenie woltomierzy typu V-617 i U-722. Konstrukcję dzielnika przedstawiono na rys. 2.



Rys.1. Schemat pojemnościowego dzielnika napięciowego typu P221



Rys.2. Konstrukcja pojemnościowego dzielnika napięcia typu P221: 1 - okładzina kondensatora C_1 ; 2 - wspólna okładzina dla kondensatorów C_1 i C_2 ; 3 - okładzina kondensatora C_2

Ze względu na pracę w szerokim zakresie częstotliwości, do dzielnika nie można zastosować żadnych kondensatorów dostępnych w kraju. Dlatego pojemność C_2 zrealizowano w postaci kondensatora dyskowego z dielektrykiem teflonowym, natomiast C_1 ma postać kondensatora powietrznego o zmiennej pojemności. Aby ograniczyć do minimum indukcyjność doprowadzeń, okładzina 2 /rys.2/ jest wspólna dla kondensatorów C_1 i C_2 . Dzięki takiej konstrukcji uzyskano płaską charakterystykę częstotliwości w szerokim zakresie oraz małą pojemność wejściową, co ma zasadnicze znaczenie przy pomiarach napięć b.w.cz.

Dane techniczne:

Lp.	Parametr	Dzielnik z woltomierzem U-722	Dzielnik z miliwoltomierzem V-617
1	Max napięcie zmienne	300 V	300 V
2	Max napięcie stałe	500 V	500 V
3	Podział	100:1	100:1
4	Dokładność podziału	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
5	Zakres częstotliwości	1 kHz do 500 MHz	0,5 MHz do 500 MHz
6	Uchyb dodatkowy	$\pm 1\%$ od 10 kHz do 250 MHz $\pm 10\%$ od 1 kHz do 10 kHz 250 MHz do 500 MHz	$\pm 1\%$ od 0,5 MHz do 250 MHz $\pm 10\%$ od 250 MHz do 500 MHz
7	Pojemność wejściowa	≤ 2 pF	≤ 2 pF

Zastosowanie trójnika pomiarowego

Pomiar napięcia b.w.cz. jest poprawny wtedy, gdy dołączenie woltomierza nie zmienia rozkładu napięcia w sieci przewodów zawierającej element, na którym występuje mierzone napięcie.

Szczególnym przypadkiem zastosowań woltomierza b.w.cz. jest pomiar

napięcia w torze koncentrycznym, zakończonym rezystorem R, o wartości równej impedancji charakterystycznej toru. Dołączenie woltomierza o impedancji będącej równoległym połączeniem pojemności wejściowej sondy C_{Wej} i rezystancji R2 powoduje powstanie nieciągłości impedancji oraz zaburzenie rozkładu pola, co jest przyczyną miejscowych odbić energii i powstawania fali stojącej. Na skutek tego woltomierz wskazuje napięcie różne od napięcia na wejściu toru lub na obciążeniu.

Zadaniem trójnika pomiarowego jest bezodbiciowe połączenie sondy pomiarowej woltomierza z kablem koncentrycznym lub wyjściem generatora. Połączenie takie jest podstawowym warunkiem poprawnego pomiaru napięcia. Wzrost. Uproszczony schemat elektryczny trójnika z dołączoną sondą przedstawiono na rys.3. Uproszczenie polega na zastąpieniu rozłożonych wzdłuż toru L_1 , L_2 i C, indukcyjnościami i pojemnością o stałych skupionych. Zaniedbano również rezystancję wejściową woltomierza, jako na ogół większą od $R=Z_0$.

Dla równoważnego układu zastępczego składowe wynoszą odpowiednio

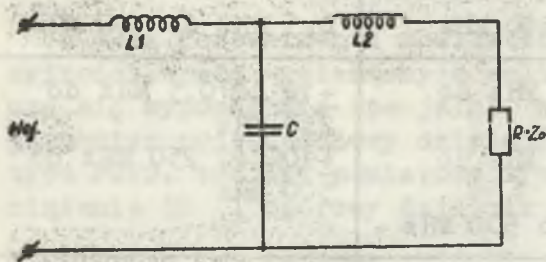
$$R_B = \frac{R}{\omega^2 R^2 C^2 + \omega^2 C^2 \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad /1/$$

$$X_C = \frac{L_2 - \omega R^2 C}{\omega^2 R^2 C^2 + \omega^2 C^2 \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C}\right)^2} + L_1 \quad /2/$$

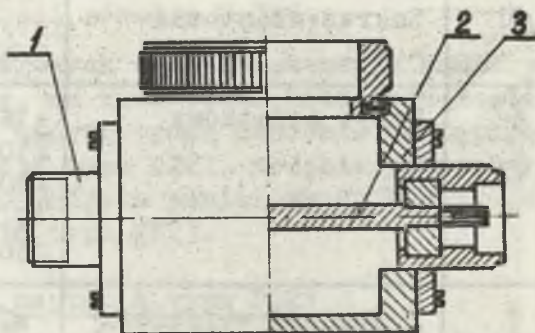
Z powyższych zależności wynika, że optymalną kompensację pojemności wejściowej sondy woltomierza uzyskuje się wówczas, gdy

$$L_1 = L_2 = L = \frac{R^2 C}{2} \quad /3/$$

Dla zadanej wartości R i C można obliczyć szukaną wartość indukcyjności L, a tym samym i wymiary geometryczne, które niezbędne są dla określenia konstrukcji trójnika. Obliczone w ten sposób wymiary trójnika różnią się od rzeczywistych o ok. 15%. Różnica wynika stąd, że skok wymiarów, mający miejsce przy przejściu ze złącza do trójnika, jest równoważny wprowadzeniu znacznej susteptancji bocznikującej.



Rys.3. Uproszczony schemat elektryczny trójnika pomiarowego



Rys.4. Konstrukcja trójników pomiarowych typu P222 i P224: 1 - złącze N; 2 - przewód środkowy; 3 - korpus

Trójniki typu P222 i P224

Konstrukcje tych trójników przedstawiono na rys.4. Ze względu na różne pojemności wejściowe sond woltomierzy typu U-722 i U-719 trójniki do tych

woltomierzy różnią się nieznacznie wymiarami wewnętrznymi. Trójnik typu P222 umożliwia pomiar napięcia w.cz. w linii koncentrycznej za pomocą woltomierza typu U-719, natomiast trójnik typu P224 umożliwia pomiar napięcia w.cz. w linii koncentrycznej za pomocą woltomierza typu U-722.

Dane techniczne:

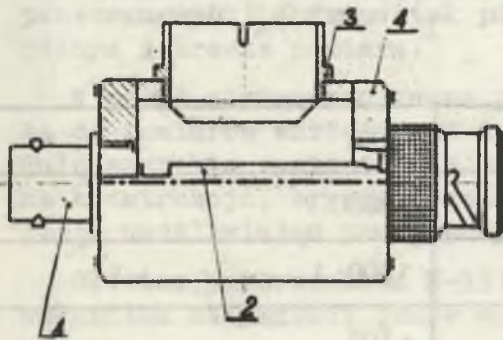
Lp	Parametr	Trójnik typu P222	Trójnik typu P224
1	Impedancja falowa	50 Ω	50 Ω
2	Zakres częstotliwości	0 + 1000 MHz	0 + 600 MHz
3	Współczynnik fali stojącej	1,2	1,25
4	Standard	N	N

Trójnik pomiarowy do V-617

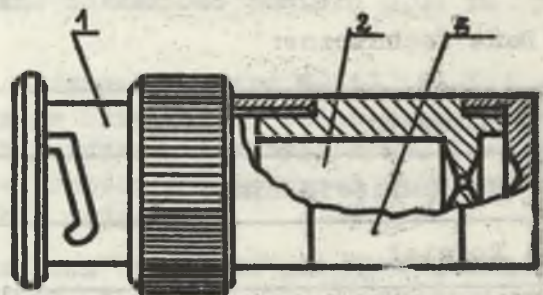
Konstrukcję tego trójnika przedstawiono na rys.5. Trójnik ten może być wykonany w dwóch wersjach: jedna - z gniazdami BNC, druga - z gniazdami N. Umożliwia on pomiar napięcia w.cz. w linii koncentrycznej za pomocą miliwoltomierza typu V-617.

Dane techniczne:

Impedancja falowa	50 Ω
Zakres częstotliwości	0 + 1000 MHz
Współczynnik fali stojącej	1,15
Standard	N lub BNC



Rys.5. Konstrukcja trójnika pomiarowego do V-617: 1 - złącze BNC; 2 - przewód środkowy; 3 - prowadnica sondy; 4 - karmus



Rys.5. Konstrukcja obciążenia 50Ω: 1 - złącze BNC; 2 - rezystor AT-49,9Ω ±0,5%; 3 - obudowa

Obciążenie 50Ω

Celowość obciążeń przy pomiarach napięć b.w.cz. polega głównie na tym, by cała moc doprowadzona do linii została wydzielona w obciążeniu. Osiąga się to wówczas, gdy impedancja obciążenia nie ma składowej urojonej tzn. $Z = R + j0$, a składowa rzeczywista R jest równa impedancji charakterysty-

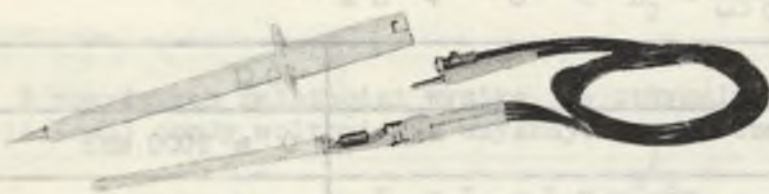
cznej linii Zo. Warunek ten jest stosunkowo prosty do spełnienia przy m.cz. Wraz ze wzrostem częstotliwości szczytkowe indukcyjności i pojemności użytych elementów odgrywają coraz większą rolę i są przyczyną powstawania fali stojącej. Eliminację wpływu parametrów szczytkowych rezystora, używanego do konstrukcji obciążenia, realizuje się przez odpowiednią geometryczną konfigurację osłony ekranującej oraz geometryczną konfigurację doprowadzeń. Konstrukcję obciążenia przedstawiono na rys.6. Obciążenie może być wykonane ze złączami BNC lub N.

Dane techniczne:

Rezystancja	50 Ω
Zakres częstotliwości	0 + 1000 MHz
Współczynnik fali stojącej	1,05
Moc	0,25 W
Standard	N lub BNC

Rezystorowy dzielnik napięcia typu P223

Rezystorowy dzielnik napięcia typu P223 skonstruowany jest w formie sondy pomiarowej i przeznaczony do współpracy z woltomierzami typu U-719, U-722 oraz U-726, w celu rozszerzenia zakresu mierzonych napięć stałych do 30 kV. Jego wygląd i konstrukcję przedstawiono na fotografii obok.



Pot.1. Konstrukcja sondy typu P-223

Dane techniczne:

Parametr	P223
Max napięcie stałe	30000 V
Podział	1000:1
Dokładność podziału	+10%
Rezystancja wejściowa	10000 M Ω

L i t e r a t u r a

- [1] Kohn C.T.: The Desing of a Radio - Frequency Coaxial Resistor "Digest of Institution Monographs".
- [2] Ginzton E.L.: Miernictwo Mikrofalowe. PWT, Warszawa, 1961.
- [3] Stewart L.: Linie Przesyłowe. WNT. Warszawa, 1962.



PROBLEMY WDRAŻANIA DO PRODUKCJI

pH-METRÓW WG LICENCJI FIRMY POLYMETRON

Zgodnie z planami rozwoju produkcji Przedsiębiorstwa "Elpo", Oddział we Wrocławiu wspólnie z ZD "Eureka" przystąpił do wdrażania produkcji w pełni tranzystorowanej rodziny pH-metrów według licencji szwajcarskiej firmy "Polymetron". Licencja objęła cztery typy pH-metrów oraz dwa typy głowic z oczyszczaniem przy pomocy ultradźwięków. Obecnie, po wykonaniu montażu partii szkoleniowych, opartych na zespołach i częściach dostarczonych przez licencjodawcę, uruchamia się serie produkcyjne pH-metru przenośnego typu N-511, pH-metru precyzyjnego typu N-512, oraz wykonuje pierwsze sztuki serii informacyjnych pH-metrów przemysłowych typu N-513 i N-514 wraz z głowicami N-551 i N-552. pH-metr przenośny N-511 o zasilaniu bateryjnym i zwiększonej trwałości umożliwi szybkie pomiary potencjału elektrycznego oraz wykładnika aktywności jonów wodorowych pH przy pomocy elektrod szklanych. Wyjątkowo dobrą stabilność pomiaru i bardzo dużą rezystancję wejścia /ok. $10^{13} \Omega$ / uzyskano przez zastosowanie tranzystora polowego.

pH-metr precyzyjny N-512 przeznaczony jest do dokładnych pomiarów potencjału elektrycznego oraz wykładnika aktywności jonów wodorowych w roztworze wodnym. Przez połączenie dwu metod pomiarowych /częściowej kompensacji i bezpośredniego wskazania wartości przekraczającej część skompensowaną do 1,4 jednostek pH/ uzyskano dokładność pomiaru 0,01 pH przy pełnym zakresie pomiaru.

W pełni tranzystorowane pH-metry przemysłowe typu N-513 i N-514 służą do pomiarów wartości pH i potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych. Znajdują szerokie zastosowanie w trudnych warunkach przemysłowych. Nowoczesna konstrukcja, bryzgoszczelne obudowy zabezpieczają przed wpływami wilgoci, umożliwiając pracę przyrządów bez nadzoru.

Głowica zanurzeniowa N-551 przeznaczona będzie do ciągłych pomiarów wskaźnika aktywności jonów wodorowych pH silnych kwasów i zasad w zbiornikach.

Głowica przepływowa typu N-552 posłuży do ciągłych pomiarów wskaźnika aktywności jonów wodorowych pH kwasów i zasad w warunkach przemysłowych. Zaletą jej jest zdolność pomiaru pH gęstych zawiesin w przepływającym strumieniu, rurociągu, kanale.

Odmienność konstrukcji oraz procesów technologicznych wymagała przeprowadzenia szeregu trudnych prac adaptacyjnych przez zaplecze techniczne Przedsiębiorstwa w Warszawie, ZD "Eureka" i Oddział "Elpo" we Wrocławiu. Dokumentacja licencyjna dostarczona z firmy "Polymetron" dotyczyła przeważnie rozwiązań konstrukcyjnych omawianych aparatów, nie obejmując lub obejmując bardzo powierzchownie procesy technologiczne, a zwłaszcza

wykonanie poszczególnych podzespołów. Tłumaczyć można to tym, że licencjodawca jest zakładem typowo montażowym wykorzystującym w bardzo szerokim stopniu dostawy kooperacyjne.

Utrudnieniem konstrukcyjnym było zastosowanie przez licencjodawcę w aparatach modelowych wielu elementów w kraju nie produkowanych, których nie można było nawet zastąpić innymi. Zagadnienia te wymagały dużej uwagi konstruktorów przy analizie ekonomiczności i niezawodności rozwiązań adaptacyjnych.

Zastosowanie przez licencjodawcę dużej ilości zespołów i detali z tworzyw sztucznych /termoplastycznych i termoutwardzalnych/ wymagało opracowania dużej ilości form i matryc, wykonywanych przy pomocy zaplecza technicznego Przedsiębiorstwa "Elpo" w Warszawie. Sprawne uruchomienie serii produkcyjnych N-511 i N-512 już w III kwartale i serii informacyjnych N-513 i N-514 w IV kwartale 1971 r. będzie wymagało przyspieszenia wykonania detali próbnych dla potwierdzenia prawidłowości kształtów i współdziałania wymiarów nie produkowanych dotychczas elementów /wyprasek/. W toku opracowywania i wdrażania procesów technologicznych montażu zwracaliśmy szczególną uwagę na czystość pomieszczenia produkcyjnego oraz montaż płytek. Ma to ogromne znaczenie przy prowadzeniu prac montażowych wzmocnienia wejściowego typu N-512/I/ST-8/ i wzmacniacza typu N-513/I/ST-15/.

Wzmacniacz wejściowy jest wzmacniaczem prądu stałego z przetwarzaniem na diodach pojemnościowych o częstotliwości modulacji 100 kHz, zbudowany jako oddzielny, miniaturowy, łatwo wymienny moduł na dwóch płytkach drukowanych. Precyzja montażu i ułatwienie późniejszego uruchomienia wymagały wprowadzenia drobiazgowej selekcji elementów, opracowania specjalnego elektronicznego przyrządu technologicznego, nie przewidywanego w normalnej dokumentacji licencyjnej.

Proces montażu i uruchamiania szczególnie precyzyjnego pH-metru N-512 wymaga dobrania i uzupełnienia wzorcowej aparatury kontrolno-pomiarowej klasy 0,01%. Opracowania wymaga jeszcze wykonanie specjalnego stanowiska do starzenia pH-metrów licencyjnych, zaopatrzonych w rejestratory 6-kanalowe. W kooperacji uruchomiona będzie produkcja głowic, które nie są zespołami elektroniki, a wymagają dużego doświadczenia i wysoko sprawnych obrabiarek do skrawania dużych bloków stali kwasoodpornej. Aby zaopatrzyć przyszłych klientów w bardzo nowoczesną i w pełni kompletną aparaturę do pomiarów pH-metrycznych, należy jednocześnie stworzyć możliwości unowocześnienia i rozwoju produkcji szerokiej gamy elektrod pomiarowych. Należy też zobowiązać producentów do podniesienia jakości dotychczas produkowanych roztworów buforowych i zwiększenia asortymentu tych roztworów, tak potrzebnych do skalowania pH-metrów u użytkowników.

Podsumowując uwagi dotyczące nowo uruchomionych w "Elpo" pH-metrów należy stwierdzić, że wprowadzenie do produkcji nowych aparatów pozwoliło na opanowanie nowych rozwiązań technologicznych i ich konfrontację oraz adaptację do innych wytwarzanych u nas aparatów dla dalszego podnoszenia ich jakości, niezawodności i najlepszego zaspokojenia potrzeb klienta, gospodarki narodowej.

Szczegółowe omówienie parametrów technicznych pH-metrów licencyjnych zamieszczono w numerze 4/71 Biuletynu "MERA".

CHARAKTERYSTYKA APARATURY CHROMATOGRAFICZNEJ

PRODUKOWANEJ W "ELPO" WE WROCŁAWIU

Metoda chromatografii gazowej jest fizyko-chemiczną metodą rozdziału mieszanin związków chemicznych, dających się w warunkach analizy przeprowadzić w stan pary. Możliwość szybkiego ilościowego oznaczenia rozdzielonych na kolumnie chromatograficznej składników /a w określonych warunkach także ich identyfikacja jakościowa/, ~~bardzo szeroki~~ /obejmujący setki tysięcy połączeń/ zasięg metody, duża czułość, krótki czas analizy oraz stosunkowo wysoka precyzja uzyskiwanych wyników ilościowych sprawiły, że w okresie ostatnich dwudziestu lat chromatografia gazowa stała się jedną z najbardziej perspektywicznych metod analitycznych.

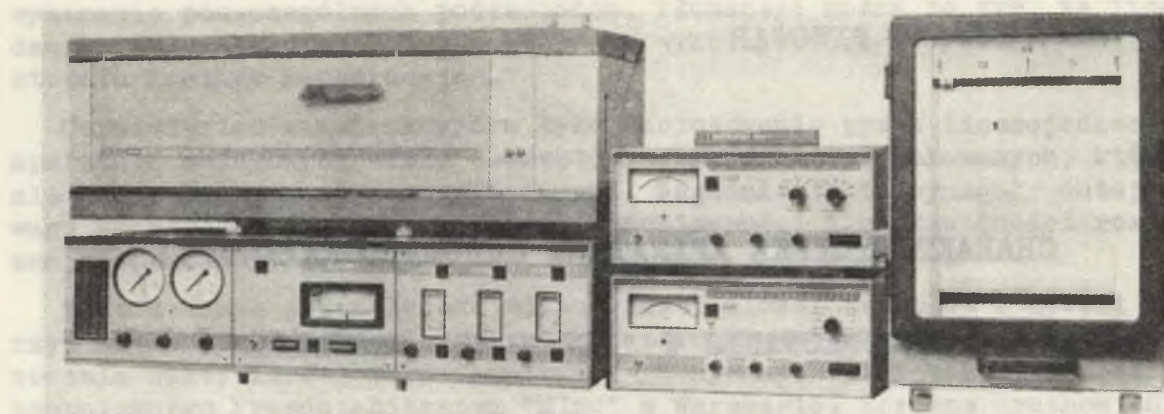
Ewolucja aparatury chromatograficznej w kierunku rozszerzenia zakresu stosowalności metody ma bezpośredni związek przyczynowy ze stale rosnącym zapotrzebowaniem nauki i przemysłu na aparaturę analityczną. W okresie ukazania się pierwszych chromatografów gazowych największe zainteresowanie, a w związku z tym zapotrzebowanie, zgłosił przemysł naftowy. W latach następnych znacznie różnicowały się potrzeby innych gałęzi: nastąpił okres największego rozwoju aparatury i w konsekwencji powszechne stosowanie chromatografów gazowych w wielu dziedzinach nauki, przemysłu i gospodarki.

W uprzemysłowionych krajach chromatografy gazowe wykorzystywane są wszędzie tam, gdzie zaistniała potrzeba pomiarów stężenia submikrośladowych ilości połączeń organicznych i gazów. Problem ten często wiąże się bezpośrednio z wartością produktów przemysłowych, ze zdrowiem i życiem ludzi oraz ochroną ich środowiska.

Rozwój aparatury chromatograficznej w Polsce rozpoczął się w 1966 r. Bazę wyjściową do uruchomienia produkcji aparatury chromatograficznej stanowiły opracowania wykonane przez Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej w Blachowni Śląskiej /model chromatografu N-501/ i przez Politechnikę Gdańską /projekt koncepcyjny chromatografu N-502/.

Aparat N-501 był pierwszym chromatografem produkowanym w kraju na skalę przemysłową w latach 1966-68. Ze względu na zastosowanie tylko jednego typu detekcji /katarometr/, niewielki zakres temperatury $40 \div 200^\circ\text{C}$ oraz minimalne wyposażenie, możliwości analityczne tego aparatu były niewielkie, przy równoczesnej małej niezawodności w eksploatacji.

Drugim chromatografem produkowanym przez "Elpo" we Wrocławiu od 1969r jest aparat N-502 /fot.1/, który w porównaniu ze swoim poprzednikiem gwarantuje szersze możliwości analityczne ze względu na zastosowanie dwóch typów detekcji /katarometr i podwójny płomieniowo-jonizacyjny/, równoległego układu kolumn analitycznych, kolumny kapilarnej, kolumn preparatywnych, mikrokolectorów frakcji oraz bogatego wyposażenia pomocniczego.



Fot.1. Chromatograf typu N-502

Aparat N-502 obejmuje następujące bloki funkcjonalne:

Analizator - podstawowy blok chromatografu zawiera trzy oddzielne komory: dozowniki, termostat kolumn, termostat detektorów.

- Układ dozowników obejmuje dwa dozowniki dla kolumn analitycznych, dozownik kolumny kapilarnej oraz wlotowy annularny dzielnik strumienia do współpracy z kolumną kapilarną.

- Termostat kolumn umożliwia jednoczesną instalację dwóch kolumn analitycznych lub dwóch kolumn preparatywnych, względnie kolumny kapilarnej. Kolumny są montowane do termostatu w ten sposób, że mikrostrzykawką wprowadza się próbkę bezpośrednio w głąb kolumny.

- Termostat detektorów stanowi małą komorę izolowaną cieplnie od termostatu kolumn, w której zamontowane są dwa detektory płomieniowo-jonizacyjne, detektor przewodnościowo-ciepłny /katarometr/ oraz dzielnik strumienia umożliwiający podłączenie odpowiedniego typu detektora w zależności od potrzeb analitycznych.

Blok sterowania składa się z panelu pneumatycznego, panelu sterującego i panelu regulatorów temperatury.

- Panel pneumatyczny zawiera dwa jednakowe układy przepływu gazu nośnego, wyposażone w zawór iglicowy, regulator przepływu, manometr, rotametr i filtr oraz w jednym torze gazu nośnego - zawór dozujący z kapilarą 1 ml. Trzeci tor gazowy jest układem przepływu powietrza /zawór iglicowy, rotametr, filtr/.

- Panel sterujący obejmuje układ sterowania mocą grzejącą termostatu kolumn oraz pomiaru temperatury w komorze kolumn, izolacji i kolektorze frakcji.

- Panel regulatorów temperatury - trzy elektroniczne dwupołożeniowe regulatory temperatury, umożliwiające niezależne termostatowanie dozowników, kolumn i detektorów.

Zasilacz katarometru /typu P-705/ przeznaczony jest do współpracy z detektorem przewodnościowo-ciepłym dwuczujnikowym. Zawiera tranzystorowy zasilacz stabilizowany i układ mostka z regulacją prądu i zerowania. Układ tranzystorowy charakteryzuje się dużą niezawodnością i stabilnością pracy.

Elektrometr /typu P-701/ stanowi wzmacniacz elektrometryczny w układzie symetrycznym z kompensacją prądu tła, współpracujący z detektorami jonizacyjnymi. Konstrukcja umożliwia pomiar prądu w zakresie 5×10^{-11} A do 5×10^{-8} A, który zaspokaja w pełni potrzeby zastosowanych w chromatografii detektorów płomieniowo-jonizacyjnych.

Rejestrator /typu P-704/ dokonuje pomiaru i rejestracji sygnałów z obu typu detektorów. Jest to importowany z NRD rejestrator kompensacyjny typu eKNT-1D, umieszczony w obudowie dostosowanej plastycznie do zestawu N-502. Zakres pomiarowy -0,1 do 1,9 mV.

Podstawowe dane techniczne chromatografu N-502

1/ Kolumny

- analityczne metalowe 2 x 1 m, 2 x 2 m, 2 x 3 m
- analityczne szklane 2 x 2 m
- preparatywne szklane 2 x 2 m
- kapilarna 40 m, \varnothing 0,3

2/ Dozowanie próbki

- gazowej - zawór z kapilarą 1 ml
- ciekłej - mikrostrzykawką 1 μ l i 10 μ l

3/ Zakresy temperatury

- termostatu kolumn 40 ÷ 300°C /nastawiana płynnie/
- termostatu detektorów 40 ÷ 300°C /nastawiana płynnie/
- dozowników 40 ÷ 300°C /nastawiana płynnie/

4/ Stałość temperatury

- komór kolumn $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$
- katarometru $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$

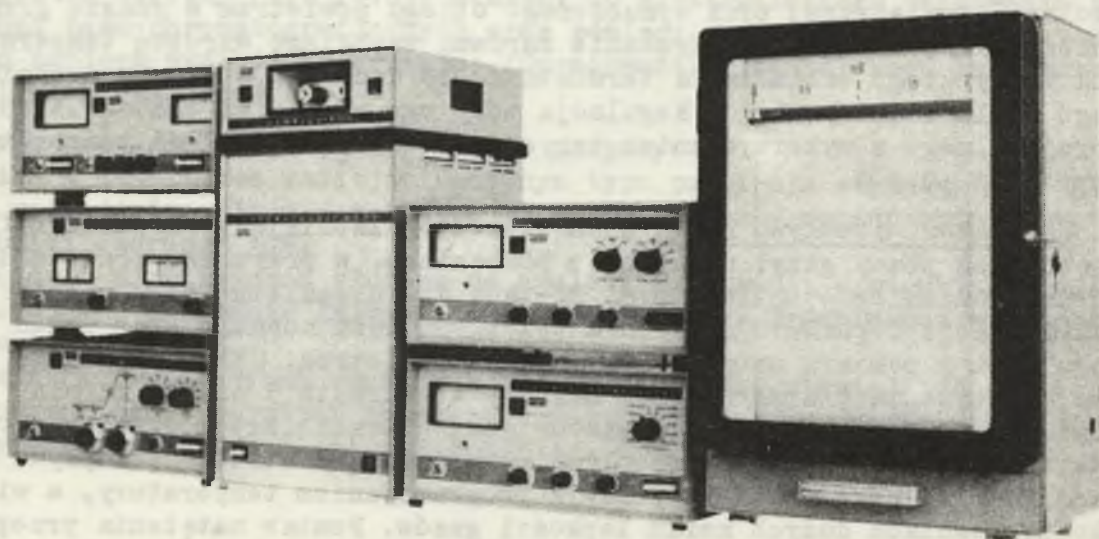
5/ Zakres regulacji natężenia przepływu gazu nośnego 10 ÷ 100 cm³/min.

6/ Zakres regulacji natężenia przepływu powietrza 50 ÷ 500 cm³/min.

7/ Czułość detektorów

- płomieniowo-jonizacyjnych 5 x 10⁻⁷ cm³/min.
- przewodnościowo-ciepłny 2 x 10⁻³ % obj.

Trzecim chromatografem opracowanym w ZD "Eureka" we Wrocławiu jest modułowy zestaw N-503 /fot.2/ w którym wykorzystano doświadczenia konstrukcyjne, technologiczne i produkcyjne zdobyte w czasie wdrażania do produkcji chromatografów N-501 i N-502.



Fot.2. Modułowy zestaw chromatografu typu N-503

Konstrukcja blokowa chromatografu N-503 zapewnia możliwość kompletowania zestawów w zależności od konkretnych potrzeb analitycznych różnych użytkowników. Aktualnie oferowany kompletny zestaw składa się z następujących bloków funkcjonalnych:

- Głowica z detektorem przewodnościowo-cieplnym /PCD typu N-532/
- Głowica z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym /PID typu N-531/
- Termostat /typ N-503/
- Regulator przepływu /typ T-101/
- Regulator temperatury /typ N-401/
- Programer temperatury /typ P-702/
- Zasilacz katarometru /typ P-705/
- Elektrometr /typ P-701/
- Rejestrator /typ P-704/

Głowica PCD stanowi wymienny zespół montowany w górnej części termostatu kolumn. Konstrukcja głowicy umożliwia prowadzenie analizy chromatograficznej metodą dwustrumieniową. Układ zawiera dwa niezależne dozowniki próbek ciekłych, dwie kolumny oraz detektor przewodnościowo-ciepny dwuczujnikowy. Istnieje również możliwość zamontowania na głowicy dozownika próbek gazowych, dostarczanego jako wyposażenie aparatu. Dwustrumieniowy układ gwarantuje poprawną pracę z programowaniem temperatury, zapewniając kompensację sygnału wynikłego z upływu fazy ciekłej z kolumn chromatograficznych. Dozowniki i detektor ogrzewane są niezależnie w zakresie temperatury 40 do 300 °C. Próg wykrywalności detektora $10^{-3}\%$ obj.

Głowica PID podobnie jak PCD, jest blokiem wymiennym, umożliwiającym detekcję w układzie dwustrumieniowym. Zawiera dwa niezależne dozowniki próbek ciekłych, dwie kolumny, dwa detektory płomieniowo-jonizacyjne oraz układy przepływów gazów pomocniczych /powietrza i wodoru/. Ogrzewanie dozowników i detektorów rozwiązane jest podobnie jak w głowicy PCD. Próg wykrywalności detektorów 10^{-8} cm³/min.

Termostat N-503 jest zasadniczym blokiem zestawu chromatografu N-503, przeznaczonym do ogrzewania kolumn chromatograficznych w zakresie temperatur 40 do 300 °C. Jego konstrukcja spełnia wymagania analizy chromatograficznej z programowanym przyrostem temperatur w kolumnach, to znaczy zapewnia możliwość regulacji przyrostu według zadanego programu oraz szybkie ochłodzenie termostatu do temperatury wyjściowej. Czas ochłodzenia komory od 300 do 50 °C nie przekracza 10 min. Zastosowanie kilkuwarstwowej izolacji powietrznej oraz wymuszonego obiegu powietrza w czasie grzania i chłodzenia pozwoliło na uzyskanie zarówno szybkiego wzrostu temperatury jak i szybkiego ochładzania termostatu, co decyduje o czasie trwania jednego cyklu analitycznego. Regulacja mocy ogrzewania za pomocą układu proporcjonalnego z wykorzystaniem tyrystorów zapewnia stałość temperatury lepszą od $\pm 0,1$ °C.

Regulator przepływu T-101 stanowi zespół zasilający chromatograf w niezbędne dla pracy gazy: nośny oraz pomocnicze, w przypadku pracy z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym. Posiada dwa niezależne tory regulacji, stabilizacji i pomiaru natężenia przepływu gazu nośnego oraz jeden tor regulacji i pomiaru natężenia przepływu powietrza. Układ umożliwia regulację natężenia przepływu gazu nośnego w zakresie 5 do 120 ml/min oraz powietrza do 600 ml/min. Wyposażony jest w stabilizator ciśnienia oraz dwa oddzielne regulatory przepływu, gwarantujące stałość przepływu w torach gazu nośnego w czasie pracy z programowaniem temperatury, a więc w okolicznościach dużych zmian lepkości gazów. Pomiar natężenia przepływu oraz ciśnienia na wejściu kolumny zrealizowany jest metodą elektroniczną, która zapewnia dużą dokładność i prostotę obsługi.

Zastosowane w układzie czujnika ciśnienia z przetwornikiem transformatorowym przetwarzają wartość ciśnienia lub różnicę ciśnień /w przypadku pomiaru natężenia przepływu/ na sygnał elektryczny. Układ elektroniczny umożliwia bezpośredni odczyt wartości natężenia przepływu i ciśnienia dla czterech różnych gazów nośnych /argon, azot, wodór, hel/. Zastosowana metoda pomia-

ru jest niewątpliwie nowością w aparaturze chromatograficznej. Konstrukcja elektronicznego pomiaru natężenia przepływu i ciśnienia wejściowego kolumny jest skomplikowana w porównaniu z dotychczas stosowanymi układami klasycznymi /rotometr, manometr/, daje jednak, przy założeniu niezawodnej pracy, olbrzymie korzyści metrologiczne.

Regulator temperatury N-401 zawiera dwa elektroniczne dwupołożeniowe regulatory temperatury, umożliwiające niezależne termostatowanie detektorów i dozowników w głowicach PCD i PID oraz układ pomiaru temperatury w komorze kolumn i przestrzeni izolacyjnej termostatu. Układ pomiarowy posiada specjalny system zabezpieczający przed przegrzaniem kolumn chromatograficznych, który w momencie przekroczenia dopuszczalnej temperatury wyłącza zasilanie zestawu.

Programer temperatury P-702 jest elektronicznym regulatorem proporcjonalnym, który w zasadzie może być zastosowany w dowolnym zestawie wymagającym programowanego ogrzewania w zakresie od 0 do 400°C. Programer P-702 zapewnia w zestawie N-503 liniowy przyrost temperatury od 40 do 300°C oraz stabilizuje temperaturę w czasie pracy izotermicznej z dokładnością $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Przyrost temperatury regulowany jest według jednego z dziewięciu możliwych programów z szybkością 1 do 40°C/min.

Pozostałe moduły: zasilacz katarometru P-705, elektrometr P-701 oraz rejestrator P-704 stanowią bloki zestawu N-502, który omówiono powyżej.

Przyjęta koncepcja opracowania możliwie uniwersalnego zestawu chromatografu laboratoryjnego, zaspokajającego szerokie i różne potrzeby analityczne jest konsekwentnie realizowana. Gotowe do produkcji są zespoły:

- głowica detektora wychwyty elektronów /typ N-535/ wraz z zasilaczem /typ P-706/, służąca do oznaczeń submikrośladowych ilości połączeń halogenopochodnych, m.in. pestycydów /Opracowanie Instytutu Techniki Jądrowej AGH/;
- głowica detektora gęstościowego /typ N-533/ służąca do wstępnej identyfikacji jakościowej w aspekcie możliwości pomiaru ciężaru molekularnego badanej substancji /Opracowanie Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów/;
- integrator cyfrowy /typ P-707/ służący do elektronicznego całkowania powierzchni pasm chromatograficznych oraz pomiaru czasów retencji z automatycznym zapisem wyników na drukarce /Opracowanie Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów/.

W przygotowaniu znajdują się dalsze zespoły:

- głowica z detektorem radiojonizacyjnym typu przekroju czynnego oraz głowica z radiojonizacyjnym detektorem typu argonowego - opracowanie Instytutu Techniki Jądrowej AGH;
- przystawka pirolityczna służąca do analizy substancji o strukturze makrodrobinowej - opracowanie Instytutu Ciężkiej Syntezy Organicznej w Blachowni Śląskiej;
- przystawka preparatywna umożliwiająca otrzymywanie niewielkich ilości chromatograficznie czystych substancji - opracowanie Instytutu Ciężkiej Syntezy Organicznej w Blachowni Śląskiej.

ROZWOJ PRZYRZĄDÓW DLA POTRZEB MIERNICTWA DYNAMICZNYCH WIELKOŚCI MECHANICZNYCH

- OMOWIENIE KONSTRUKCJI I PARAMETRÓW

Produkcją aparatury pomiarowej z dziedziny miernictwa wielkości mechanicznych zajmuje się w "Elpo" Oddział Wrocławski wraz z Wrocławskim Oddziałem Zakładu Doświadczalnego "Eurel". Historia tej produkcji w "Elpo" jest niewiele krótsza od historii Oddziału Wrocławskiego "Elpo". Pierwszy miernik opracowany przez Instytut Lotnictwa został przejęty przez "Elpo" na przełomie lat 1965-66 i pod koniec 1966 r. został wdrożony do produkcji. Był to - produkowany z powodzeniem do tej pory - miernik wielkości mechanicznych typu N-101. W 1968 r. wprowadzono do produkcji dwa następne mierniki: miernik drgań typu N-102 i obrotomierz cyfrowy typu N-103 oraz szereg czujników: czujnik z przetwornikiem fotoelektrycznym do obrotomierza i czujniki przemieszczeń liniowych OT-05, OT-06, OT-08, OT-12 i OT-14.

W latach następnych wdrożono do produkcji miernik wielkości mechanicznych typu N-104, czujniki ciśnień OT-21 i OT-22, czujnik przyspieszeń OT-20 i czujnik amplitudy drgań OT-25. Aktualnie prowadzi się prace zmierzające do wdrożenia do produkcji miernika drgań i uderów typu N-105, miernika małych przepływów typu T-101 /wchodzi do zestawu chromatografu N-503/ i czujnika drgań typu OT-19. W najbliższych latach planuje się wdrożenie szeregu nowych konstrukcji.

Obecnie oprócz wyrobów aktualnie wdrażanych do produkcji, "Elpo" i ZD "Eureka" we Wrocławiu produkują łącznie 6 mierników i 12 czujników służących do pomiaru wielkości mechanicznych. Poza możliwościami pomiarowymi tych urządzeń pozostaje jeszcze cały szereg wielkości mechanicznych, ale i tak asortyment jest dość szeroki. Ilustruje to najlepiej zestawienie mierzonych wielkości mechanicznych.

Pomiar przemieszczeń liniowych

Przemieszczenia liniowe mieszczące się w granicach od 5 μm do 15 000 μm , można mierzyć przy pomocy pięciu czujników, w podzakresach:

+1000 μm	czujnik OT-12,
+2000 μm	czujnik OT-05.
+5000 μm	czujnik OT-14,
+10000 μm	czujnik OT-06,
+15000 μm	czujnik OT-08.

Czujniki te zawierają przetworniki działające na zasadzie transformatora różnicowego i w związku z tym wymagają zasilania napięciem zmiennym 5 V/5000 Hz. Współpracują z miernikami wielkości mechanicznych typu N-101 i typu N-104.

Pomiar amplitudy drgań

Amplitudę drgań względnych / tzn. względem punktu zamocowania czujnika/ można mierzyć przy pomocy omówionych już czujników przemieszczeń liniowych OT-12 i OT-05. Własności dynamiczne tych czujników umożliwiają pomiar amplitudy drgań w zakresie $5 \mu\text{m} + 2000 \mu\text{m}$ w zakresie częstotliwości od zera do ok. 120 Hz. Pomiar można wykonywać za pomocą miernika typu N-101 lub N-104. Amplitudę drgań bezwzględnych mierzy się za pomocą czujników z masą sejsmiczną.

Do takich czujników należy czujnik amplitudy drgań typu OT-25, który nadaje się do pomiaru amplitud w zakresie $5 + 1500 \mu\text{m}$ i w zakresie częstotliwości $25 + 500 \text{ Hz}$. Czujnik zawiera przetwornik transformatorowy i współpracuje z miernikami typu N-101 i N-104. Amplitudę drgań bezwzględnych można także mierzyć przy pomocy czujnika typu OT-19, współpracującego z miernikiem drgań typu N-102. Jest to czujnik czynny wytwarzający napięcie proporcjonalne do prędkości drgań, z przetwornikiem magnetoelektrycznym. Pomiaru amplitudy dokonuje się przez scałkowanie sygnału w obwodach całkujących miernika N-102. Zakres pomiaru jest taki sam jak dla czujnika OT-25.

Pomiar prędkości drgań

Prędkość drgań można mierzyć obecnie tylko za pomocą czujnika typu OT-19 w pasmie częstotliwości $25 + 500 \text{ Hz}$. Czujnik OT-19 z miernikiem drgań N-102 pozwala mierzyć prędkość drgań w zakresie $0,2 + 100 \text{ mm/sek}$. Czujnik OT-19 z miernikiem N-105 pokrywa zakres pomiarowy od $0,01 + 300 \text{ mm/sek}$.

Pomiar przyspieszenia

Czujnik przyspieszeń typu OT-20 pokrywa w sześciu podzakresach zakres przyspieszeń od $0,1 + 50 \text{ gn}$, w pasmie częstotliwości od $0 + 900 \text{ Hz}$. Czujnik zawiera przetwornik transformatorowy, umożliwiając dodatkowo dokonanie pomiaru przyspieszeń w ruchu nieharmonicznym, np. prostoliniowym. Czujnik współpracuje z miernikami N-101 i N-104. Przyspieszenie drgań można mierzyć czujnikiem OT-19, w połączeniu z miernikiem N-102. Pomiar przyspieszenia realizuje się przez zróżniczkowanie sygnału przez obwody różniczkujące miernika N-102. Zakres pomiaru wynosi wtedy od $0,2 + 20 \text{ gn}$, w pasmie częstotliwości $25 + 500 \text{ Hz}$.

W mierniku drgań N-105 użyty został piezoelektryczny czujnik przyspieszeń typu CPP, produkcji Instytutu Lotnictwa. Przy pomocy tego czujnika, w połączeniu z miernikiem N-105, pokrywa się bardzo szeroki zakres od $0,02 + 200 \text{ gn}$, w pasmie częstotliwości $2 + 8000 \text{ Hz}$. Doskonałe własności dynamiczne tego czujnika umożliwiają w zestawie z miernikiem N-105 dokonanie pomiaru pojedynczych uderzeń o minimalnym czasie narostu 1 ms i amplitudzie impulsu do 200 gn .

Pomiar ciśnienia

Ciśnienia statyczne i dynamiczne w cieczach i gazach mierzy się czujnikami typu OT-21 i OT-22 z przetwornikiem transformatorowym. Czujniki te produkowane są w 58 wykonaniach i pokrywają w 17 podzakresach zakres ciśnień $0,005 + 600 \text{ atn}$, w pasmie częstotliwości od zera do ok. 300 Hz . Cenną zaletą czujników OT-21 i OT-22 jest możliwość pomiaru ciśnień szybko narastających, a także możliwość pomiaru składowej zmiennej na tle składowej stałej ciśnienia. Czujniki OT-21 i OT-22 współpracują z miernikami N-101 i N-104. Z miernikiem drgań N-105 współpracuje piezoelektryczny czujnik ciśnienia typu CPP, produkcji Instytutu Lotnictwa. Czujnik CPP jest szczególnie użyteczny przy pomiarze ciśnień szybkozmiennych i udaro-

wych /wybuchy/ w zakresie częstotliwości 2 + 10000 Hz. W sześciu podzakresach pokrywa zakres pomiarowy od 0,0003 + 1000 atm.

Pomiar małych przepływów objętościowych

Pomiar małych przepływów objętościowych gazu w zakresie 3 + 150 ml/min przeprowadza się przy użyciu czujnika z podwójnym przetwarzaniem. Przepływ objętościowy przetwarza się na różnicę ciśnień $\leq 0,1$ atm, którą z kolei, przy użyciu przetwornika transformatorowego, przetwarza się na sygnał napięciowy. Czujnik wymaga zasilania napięciem zmiennym 5 V/5000 Hz i współpracuje z regulatorem przepływu T-101, stanowiącym część zestawu chromatografu N-503. Czujnik może mierzyć przepływy stałe i wolnozmiennne, narastające w granicach kilku dziesiątych części sekundy.

Pomiar prędkości w ruchu obrotowym

Czujnik fotoelektryczny z tarczą tachometryczną umieszczoną na wale, którego prędkość obrotowa jest mierzona, daje ciąg impulsów zliczany w określonym odcinku czasu przez częstotlicznik cyfrowy. Współpracując z obrotomierzem cyfrowym N-103 czujnik pokrywa w trzech podzakresach zakres prędkości obrotowej 0,1 + 200 000 obr./min. Ponieważ czas pomiaru jest krótki i przy użyciu miernika N-103 wynosi 1 s., a układ czujnik + miernik rozróżnia zmianę częstotliwości w granicach 0,05 - 0,5%, możliwa jest kontrola rozruchu maszyn wirujących. W dużych jednostkach prądowtórnych i napędowych kontrola przyrostu prędkości obrotowej należy do podstawowych zagadnień.

Dokonane powyżej zestawienie mierzonych wielkości mechanicznych ujmuje najbardziej istotne dla użytkownika cechy aparatury do pomiaru dynamicznych wielkości mechanicznych, produkowanej w "Elpo". Jednocześnie daje pogląd na najpoważniejszy dla producenta problem związany z wytwarzaniem tego rodzaju aparatury: szeroki asortyment czujników, wymagających szerokiego asortymentu trudnodostępnych materiałów i odpowiedniego parku maszynowego do precyzyjnej obróbki detali. Dodatkowym, bardzo kłopotliwym zagadnieniem, jest wzorcowanie czujników i aparatury pomiarowej. Dla przykładu - stanowisko kontrolno-pomiarowe do wzorcowania czujników małych przepływów nie zawiera żadnych elementów wspólnych ze stanowiskiem do wzorcowania czujników drgań.

Dalszy rozwój aparatury pomiarowej do pomiaru dynamicznych wielkości mechanicznych uzależniony jest od ograniczenia asortymentu produkowanych czujników. Jedną z dróg prowadzących do tego celu jest rozszerzenie możliwości pomiarowych niektórych czujników dla wyeliminowania innych, zbliżonych. Np. osiągnięcie w czujnikach przemieszczeń liniowych stosunku sygnału do szumu większego od 200 i błędu nieliniowości mniejszego od 0,3% umożliwi zamianę produkowanego dotychczas szeregu czujników o zakresach +1 mm, +2 mm, +5 mm, +10 mm, +15 mm, na szereg o zakresach +1 mm, +5 mm, +25 mm. Dlatego też w najbliższych latach będą prowadzone prace modernizacyjne w zakresie czujników przemieszczeń liniowych i czujników ciśnień.

Kolejnym sposobem ograniczenia asortymentu czujników jest przejście na nowy typ przetwornika, którego lepsze własności pozwolą zastąpić jednym czujnikiem kilka, dotychczas produkowanych. Możliwość taka istnieje w zakresie czujników służących do pomiaru drgań. Mianowicie wprowadzenie do produkcji miernika drgań i uderów typu N-105, pracującego z czujnikiem piezoelektrycznym typu CPP, doprowadzi do wyeliminowania w najbliższej przyszłości czujnika przyspieszeń OT-20 /6 odmian/, a w dalszej kolejności - po rozbudowie miernika N-105 - także czujnika amplitudy drgań OT-25 i czujnika prędkości drgań OT-19.

Rozwój miernictwa dynamicznych wielkości mechanicznych jest celowy i konieczny szczególnie w takich zastosowaniach, gdzie przepisy normalizacyjno - prawne narzucają wytwórcom i użytkownikom urządzeń konieczność pomiaru parametrów mechanicznych, a jednocześnie brak jest innych możliwości dokonania pomiaru niż pomiar na drodze elektrycznej, np. w zakresie wytwarzania i użytkowania maszyn wirujących. Chodzi tu o pomiar drgań wytwarzanych w czasie pracy /PN-65/E-04255 - Maszyny elektryczne wirujące. Poziom drgań. Metody badań/.

Mierniki produkowane dotychczas w "Elpo" przeznaczone były głównie dla placówek naukowo-badawczych. Stąd też wynikała ich wielofunkcyjność i w związku z tym skomplikowana obsługa. Dotarcie do szerszych kręgów odbiorców - wytwórców i użytkowników maszyn wirujących - wymaga skonstruowania nowego miernika drgań o dość wysokich parametrach, a jednocześnie prostego w obsłudze i łatwo przenośnego.

Skonstruowanie i wprowadzenie do produkcji takiego ruchomego miernika drgań jest zadaniem, którego realizacja nastąpi w ciągu najbliższych lat.



mgr inż. Waldemar PROCH

PRZYRZĄDY DO POMIARU PRZEPŁYWU POWIETRZA - ANEMOMETRY

OMÓWIENIE KONSTRUKCJI I PARAMETRÓW

Anemometry - przyrządy służące do pomiaru prędkości strumienia powietrza - dzielą się na kilka grup nazwanych zależnie od budowy czujników. Dotychczas budowane u nas anemometry należą do dwu rodzajów, z czujnikami w postaci: wirującego wieloczasowego wirnika /pomiarowi podlega tu prędkość kątowa wirnika lub częstość obrotów zmieniające się w funkcji prędkości powietrza/ oraz drutu platynowego podgrzewanego stałym prądem o ustalonej wartości /mierzona jest rezystancja drutu, zależna od prędkości powietrza/. Przyrządy z czujnikami tego typu noszą nazwę termoanemometrów.

Pierwszy z anemometrów, N-181 został wyposażony w czujnik z czteroczasowym metalowym wirnikiem napędzającym magnes stały wewnątrz statora o 3 parach cewczek, nawiniętych na rdzeniu stalowym. Powstające na wyjściu czujnika napięcie o zmiennej wartości i częstotliwości, po wyprostowaniu mierzono przyrządem magnetoelektrycznym o czułości 60,0 μA . Prąd płynący w obwodzie miernika jest wprost proporcjonalny do kątowej prędkości wirującego magnesu i wartości strumienia magnetycznego w cewkach statora. Aby zmniejszyć wahania prądu podczas ruchu u wirnika i zwiększyć czułość anemometru, zastosowano wielobiegunowy magnes i odpowiadającą mu liczbę par cewek. Skala miernika przyrządu ma liniowy przebieg w przedziale mierzonych prędkości powietrza 5 + 30 m/s. Stałość skalowania przyrządu zależy głównie od stałości natężenia pola magnetycznego, co osiąga się przez zastosowanie magnesów, wykonanych z materiałów o dużej koercji. W przypadku N-181 magnes wykonano z AlNi 90K. Inną przyczyną powstawania uchybu pomiaru jest zmiana rezystancji cewek czujnika

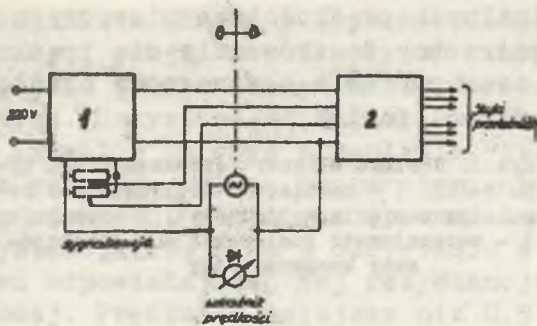
anemometru pod wpływem temperatury. Zmniejszyć wpływ temperatury można przez włączenie szeregowo w obwód miernika dostatecznie dużej rezystancji. Zmusza to jednakże do stosowania mierników o dużej czułości. Osiągnięta dokładność wskazań przyrządu N-181 $\pm 8\%$ wynika z obecności wspomnianych wyżej źródeł błędów w przyrządzie. Anemometr N-181 przeznaczony jest do pracy w przedziale temperatur $-30 \pm +50$ °C dla czujnika $-10 \pm +30$ °C dla odbiornika i używany jest na dźwigach produkowanych i eksportowanych przez Szczecińską Fabrykę Maszyn Budowlanych. Dlatego przyrząd wyposażony jest w układ sygnalizujący dwie dowolnie wybrane prędkości powietrza z przedziału 5 ± 30 m/s.

Układ stanowią dwa wzmacniacze napięcia stałego, równego różnicy ustawionego ręcznie napięcia wzorcowego i napięcia wyprostowanego z czujnika anemometru. Przy przekroczeniu przez strumień powietrza ustalonej prędkości, wzmożony sygnał napięcia uruchamiał przełączniki sterujące obwodami elektrycznymi dźwigu, a na płycie czołowej anemometru zapalała się lampka sygnalizacyjna. Zmiana sygnalizowanej prędkości powietrza jest możliwa po zastąpieniu napięcia z czujnika zmiennym co do wartości napięciem z innego źródła i zmianie potencjometrem wartości napięcia wzorcowego. Zaobserwowano tu wzajemny wpływ ustawionych wartości sygnalizowanych prędkości, z uwagi na zasilanie obu wzmacniaczy z jednego źródła napięcia wzorcowego o dość znacznej rezystancji wewnętrznej.

Dalsze prace zmierzały do wyeliminowania zauważonych i szkodliwych wpływów zewnętrznych oraz wynikających z konstrukcji przyrządu. Chodziło także o obniżenie dolnej mierzonej prędkości powietrza co najmniej do wartości 1 m/s. Przyczyną wysokiej prędkości $/5$ m/s/, przy której anemometr N-181 rozpoczynał pracę, była budowa czujnika. Występowały w nim znaczne siły hamujące obrót wirnika, przy ograniczonej powierzchni czasz. Powstała przejściowa wersja anemometru, w której wykorzystano związek między częstotliwością sygnału wyjściowego czujnika i prędkością powietrza. Sygnał sinusoidalny przekształcano w rząd impulsów prostokątnych. Układ elektryczny anemometru komplikował się jednak i przyrząd stawał się bardzo wrażliwy na zakłócenia o częstotliwości sieci, indukowane w długim 40-metrowym kablu łączącym czujnik z odbiornikiem. Jednakże zasada przekształcenia prędkości wiatru na sygnał impulsowy okazała się zasadniczo bardziej przydatna niż poprzednio przyjęta, gdyż częstość impulsów nie zależy tu od źródeł błędów występujących w anemometrze z czujnikiem indukcyjnym. Zwrócono uwagę na zestyki hermetyczne produkowane przez Zakład "Dolam" we Wrocławiu. Próby dostosowania ich do współpracy z przełączającym je magnesem stałym powiodły się, zaś duża liczba możliwych łącznych zapewniała trwałość czujnika.

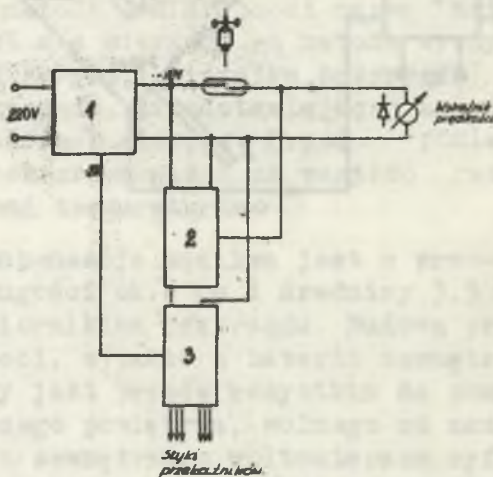
Zbudowano nową wersję anemometru, oznaczoną symbolem N-184. Charakteryzuje się on znacznym uproszczeniem budowy czujnika, składającego się obecnie z wirnika 3-czaszowego, napędzającego zespół magnesów stałych i zestyku zwiernego umieszczonego na płytce z laminatu. Wymiary czujnika znacznie się zmniejszyły, zmniejszyły się także wymiary wirnika i jego ciężar. W czasie badań modelu i prototypów w tunelu aerodynamicznym Politechniki Warszawskiej ustalono, że przyrządem tym można mierzyć prędkość powietrza od 0,5 m/s.

Charakterystyka przedstawiająca zależność między częstością impulsów na wyjściu czujnika połączonego ze źródłem napięcia stałego i prędkością powietrza, jest prostą o nachyleniu 2,75 imp/m/s. Górna wartość mierzonej prędkości ograniczona jest czasem zadziałania i zwalniania zestyku. W przyrządzie N-184 ustalono wartość 30 m/s wynikającą z praktycznych potrzeb. Układ elektryczny anemometru zawiera stabilizowane źródło napięcia o wartości 10 V, układ sygnalizujący dwie prędkości powie-



Rys.1. Schemat blokowy anemometru typu N-181: 1 - zasilacz; 2 - wzmacniacze prądu stałego i przekaźniki

Rys.2. Schemat blokowy anemometru typu N-184: 1 - zasilacz 10 i 20 V; 2 - zespół 2 przerzutników Schmidta i pompy diodowe; 3 - wzmacniacze prądu stałego i przekaźniki



trza z przerzutnikami Schmidta i przekaźnikami oraz 3 pompy diodowe i generator wewnętrzny impulsów prostokątnych. Jedna z pomp diodowych współpracuje z miernikiem wyskalowanym w m/s zaś dwie, o regulowanych płynnie stałych czasowych, są połączone z przerzutnikami Schmidta, służąc do ustalenia sygnalizowanych prędkości powietrza w przedziale 8 ± 30 m/s, z błędem $\pm 0,2$ m/s, jak wykazały badania przyrządu. Skala miernika ma przebieg zbliżony do liniowego z zagęszczeniem działek na końcu podziałki. Taki przebieg skali jest uwarunkowany równaniem opisującym zależność napięcia v na wyjściu pompy diodowej od częstości impulsów na wejściu. Równanie to ma postać

$$v = V \cdot \frac{nT}{1 + nT}$$

gdzie:

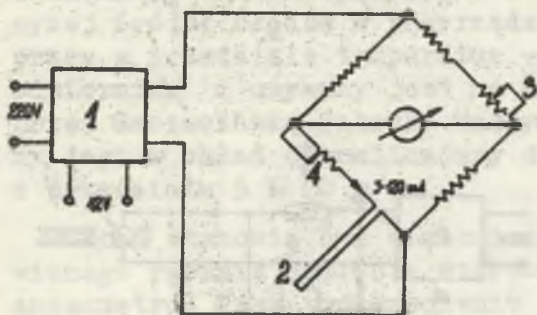
v - napięcie na wyjściu pompy diodowej,

n - częstość impulsów,

T - stała czasowa równa iloczynowi R.C.

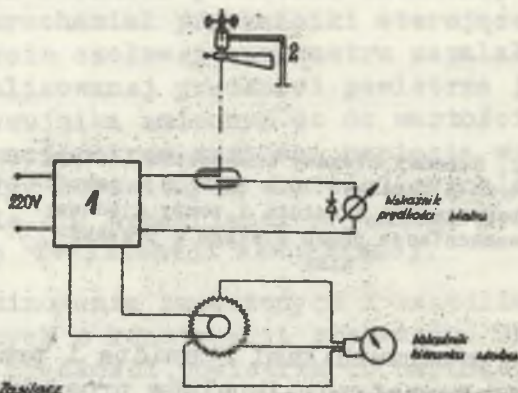
Dla uzyskania prawie liniowego przebiegu skali należy ustalić iloczyn $nT < 1$. Pompy diodowe sterujące przerzutnikami Schmidta mają niezależnie regulowane stałe czasowe. Przy stałym poziomie napięcia wyzwolenia układu Schmidta rozwiązanie to umożliwi osiągnięcie tego poziomu dla różnych częstości impulsów odpowiadających prędkościom powietrza 7 ± 30 m/s. Układ sprawdzony praktycznie nie wykazał dostrzegalnych wzajemnych wpływów na wartość sygnalizowanych prędkości, niezależnie od ich wyboru. Umieszczony wewnątrz przyrządu generator impulsów prostokątnych o regulowanej częstości pozwala, bez dodatkowych przyrządów, dowolnie zamieniać wartości sygnalizowanych prędkości. Po ustawieniu potencjometrów zabezpiecza się je przed obrotem dokręcając specjalne nakrętki blokujące. W przyrządzie zastosowano nowoczesne licencyjne przekaźniki serii P15, zamiast poprzednio używanych RU-910. Produkowane przyrządy posiadają czujnik z wirnikiem wykonanym z tworzywa sztucznego i osadzonym na osi z mineralnym łożyskiem oporowym. Łączny ciężar czujnika nie przekracza 0,5 kg. Zabiegi te zmierzają do podniesienia trwałości przyrządu i zmniejszenia oporów tarcia w

czujniku, istotnych zwłaszcza przy minimalnych prędkościach mierzonych. Niewielki ciężar wirnika skraca czas potrzebny do zrównania się prędkości wiatru i prędkości liniowej wirnika oraz poprawia skuteczność działania przyryządu przy nagłych zmianach prędkości powietrza.



Rys. 3. Schemat blokowy termocjanometru typu N-183: 1 - zasilacz stabilizowany z regulacją napięcia wyjściowego; 2 - czujnik; 3 - potencjometr pomiarowy; 4 - potencjometr kompensacyjny

Rys. 4. Schemat blokowy anemometru typu N-185: 1 - zasilacz; 2 - czujnik kierunku i prędkości wiatru



Wyniki uzyskane podczas prac nad anemometrem N-184 posłużyły do zbudowania następczej wersji N-185, przyrządu wyposażonego w miernik kierunku wiatru. Przyrząd nie zawiera układów sygnalizacji, w związku z czym jego układ elektryczny bardzo się uprościł. Czujnik szybkości powietrza i czujnik kierunku umieszczono we wspólnej obudowie o niewielkich wymiarach, połączonej wielożyłowym przewodem z odbiornikiem. Do pomiaru kierunku użyto specjalnego precyzyjnego potencjometru o trzech szczotkach rozmieszczonych na obwodzie i połączonych ze wskaźnikiem kierunku w odbiorniku. Potencjometr umieszczony w czujniku jest zasilany napięciem 24 V i może swobodnie obracać się wokół osi, na końcu której przymocowano płytkę, wychylającą się zgodnie z kierunkiem wiatru. Obrót potencjometru powoduje zmianę potencjałów między szczotkami i zmianę wartości prądów w cewkach wskaźnika kierunku. Zmiana wartości prądów zaś zmienia ustawienie magnesu stałego wewnątrz wskaźnika. Różnica między kierunkiem wskazywanym przez płytkę czujnika i kierunkiem odczytywanym ze wskaźnika zależy od liczby szczotek potencjometru, malejąc wraz z jej wzrostem. Dla 3 szczotek wartość tej różnicy równej uchybowi układu nie jest większa niż $+1^\circ$. Przyrząd N-185 posiada rozszerzony do 40 m/s zakres pomiaru szybkości powietrza z błędem wskazań nie przekraczającym /podobnie jak w przyrządzie N-184/ $+0,6$ m/s, dla maksymalnej prędkości mierzonej. Cały przyrząd z dwoma wskaźnikami umieszczony jest w znormalizowanej obudowie.

Na odmienniej zasadzie oparty jest pomiar szybkości powietrza termocjanometrem N-183 zbudowanym na podstawie przyrządu opracowanego w Instytucie Mechaniki Stosowanej Politechniki Warszawskiej pod kierunkiem dr. Z. Smólskiego. N-183 umożliwia pomiar szybkości powietrza $0,05 \pm 10$ m/s, z uchybem względnym nie większym niż 5% w całym mierzonym zakresie prędkości. Przyrząd składa się z zasilacza stabilizowanego z regulacją napięcia w niewielkim przedziale wartości i połączonego z nim mostka oporowego Wheatstone'a. W jednej z gałęzi mostka znajduje się czujnik z drutem platynowym Wollastoné'a o średnicy 7,62 mm i długości czynnej 1 mm. W szereg

z czujnikiem włączony jest niewielki opór służący do kompensacji zmian rezystancji czujnika pod wpływem temperatury. Drut platynowy czujnika ogrzewany jest prądem stałym do temperatury $+450^{\circ}\text{C}$ przy zerowej prędkości powietrza. Rezystancja czujnika wynosi wtedy 5Ω przy wyłączonym ogrzewaniu "na zimno" i zerowym przepływie rezystancji maleje do 2Ω . Przepływ powietrza powoduje zmianę temperatury czujnika i zmianę rezystancji drutu. Pomiar szybkości powietrza sprowadza się więc w tym przyrządzie do pomiaru rezystancji czujnika i odczytaniu z jego charakterystyki - prędkości przepływu odpowiadającej tej rezystancji. Ta metoda pomiaru nosi nazwę metody zerowej. Prędkości mniejsze niż $0,5 \pm 0,05$ m/s mierzone są metodą wychyłową. Pomiar polega na odczytywaniu wskazań ze skali miernika przyrządu i szybkości przepływu z charakterystyki przyrządu, przedstawiającej zależność między wychyleniem miernika w μA i szybkością powietrza. Przed pomiarem przyrząd należy wyzerować, to znaczy mostek zrównoważyć na wartość rezystancji gorącego czujnika 5Ω i skompensować temperaturowo

W dotychczas budowanych przyrządach kompensacja możliwa jest w przedziale temperatur $20^{\circ} \pm 10^{\circ}\text{C}$. Czujnik o długości ok. 4 cm i średnicy 3,5 mm połączony jest 5-metrowym przewodem z odbiornikiem przyrządu. Budowa przyrządu umożliwia zasilanie go napięciem sieci, a także z baterii zewnętrznej o napięciu 12 V. Przyrząd przeznaczony jest przede wszystkim do pomiarów laboratoryjnych prędkości przepływającego powietrza, wolnego od zanieczyszczeń. Połączenie gniazda przyrządu z zewnętrznym woltomierzem cyfrowym np. V-524 produkcji "Elpo" umożliwia rozszerzenie zakresu pomiarowego anemometru do wartości ~ 150 m/s. Mała bezwładność cieplna czujnika pozwala na obserwację przy pomocy oscyloskopu nierównomierności badanego przepływu o częstotliwości od zera do kilkuset Hz. Termoanemometry pozbawione części obracających się odznaczają się dużą stałością parametrów, wymagają jednak uważnej obsługi ze względu na budowę czujnika.



mgr inż. Jan KURILEC

mgr inż. Bolesław SZCZĘŚNIK

mgr inż. Kazimierz SZULC

NOWE APARATY SYSTEMU URS-KSA

Równolegle z normalną produkcją elementów automatyki systemu URS w Oddziale "Elpo" we Wrocławiu /regulatory ciągłe ARC-1w, regulatory krokowe ARK-1w, przetworniki wykonawcze ADK-2, stacyjki sterowania ADS-4, przetworniki pomiarowe APU-4w/ oraz w Wydziale Wrocławskim Zakładu Doświadczalnego "Eureka" /regulatory ciągłe ARC-2w, ARC-3w, ograniczniki sygnału ADL-1w, wzmacniacze standaryzujące ASW-2, zadajniki ANS-1w, wybieraki ekstremum ADE-1/w/, separatory ASS-1/w/, rozdzielacze sygnału ADR-1/w/ - w Zakładzie Doświadczalnym "Eureka" prowadzone są intensywne prace konstrukcyjno-technologiczne nad nowymi wyrobami w zakresie automatyki elektronicznej URS/KSA.

Do szczególnie interesujących w tym zakresie należą prace nad uruchomieniem produkcji nowych aparatów pulpituowych systemu URS oraz nad przygotowaniem produkcji nowych regulatorów i przetworników pomiarowych.

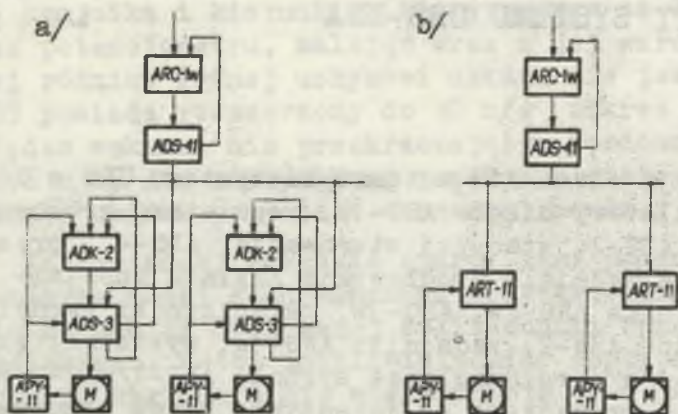
Grupa funkcjonalna aparatów pulpitowych URS zawiera urządzenia łączące układ automatycznej regulacji z obsługą ludzką. Umożliwiają one, wraz z miernikami i rejestratorami wybranych parametrów technologicznych, kontrolę regulowanego procesu technologicznego oraz ingerencję w przypadkach awaryjnych. Obecnie grupa ta obejmuje następujące aparaty:

- stacyjkę sterowania ADS-3 dla regulatorów krokowych ARK-1w i przetworników wykonawczych ADK-2;
- stacyjkę sterowania ADS-41 dla regulatorów ciągłych ARC-1w;
- zadajnik stałowartościowy ANS-11;
- potencjometr nastawczy ANY-11;
- regulator trójpołożeniowy ART-11;
- stacyjkę sterowania ADS-5.

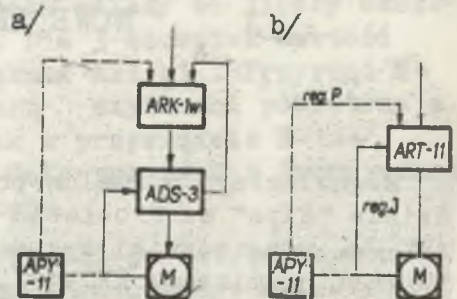
Powyższy zestaw aparatów spełnia wymagania funkcjonalne zgłaszane przez głównych odbiorców i stanowi uzupełnienie produkowanych w "Elpo" i ZD "Eureka" we Wrocławiu elementów automatyki URS. Część tych aparatów stanowi nową wersję realizacyjną /pod względem rozwiązań układowych oraz konstrukcji mechanicznej/ wcześniej w systemie przewidzianych bloków funkcjonalnych. Niektóre z nich są nowością w porównaniu z pierwotnymi założeniami systemu, a zwłaszcza:

- stacyjka ADS-3 zastępuje dawniej dostępną stacyjkę sterowania ADS-1,
- stacyjka ADS-41 jest odpowiednikiem funkcjonalnym stacyjki sterowania ADS-4 przewyższającym ją zarówno parametrami technicznymi jak i walorami manipulacyjnymi;
- zadajnik ANS-11 eliminuje z produkcji i dostaw aparaty ANS-1w; charakteryzujące się nieoptymalną konstrukcją mechaniczną;
- potencjometr ANY-11, w połączeniu z przetwornikiem położenia APY-11, zastępuje zadajnik ANS w przypadkach krytycznego braku miejsca w części operacyjnej pulpitu;
- regulator ART-11 zastępuje generalnie przetworniki wykonawcze ADK-2, ADS-3 w układach automatycznej regulacji, opartych na regulatorach ARC-1w oraz regulatory ARK-1w ADS-3 w prostych układach regulacji, w których dynamika tych ostatnich nie była wykorzystywana;
- stacyjka ADS-5 eliminuje z pulpitu klasyczne elementy sterowania w zastosowaniach do indywidualnego sterowania siłownikami.

Dla zorientowania w możliwościach zastosowań omawianych aparatów podano niżej przykładowo schematy układów, wykorzystujących dotychczas produkowane aparaty URS oraz wybrane nowe aparaty pulpitowe. Rys.1 przedstawia schemat strukturalny układu automatycznej regulacji opartego na regu-



Rys.1. Schematy strukturalne układów automatycznej regulacji z równoległym prowadzeniem siłowników



Rys.2. Schematy strukturalne układów automatycznej regulacji z regulatorami ARK-1w i ART-11

latorze ARC-1w, o zwielokrotnionym siłowniku, w realizacji tradycyjnej /wersja a/, wykorzystującej przetworniki wykonawcze ADK-2 w połączeniu z odpowiednią ilością stacyjek ADS-3 oraz realizacji nowej /wersja b/, opartej na regulatorach ART-11. Rys.2 przedstawia schemat strukturalny układu automatycznej regulacji prostego obiektu, opartego w wersji tradycyjnej /a/ na regulatorze krokowym ARK-1w w połączeniu ze stacją ADS-3, zaś w wersji nowej /b/ wykorzystującego jedynie regulator ART-11.

Omówione wyżej aparaty pulpituowe posiadają wspólne cechy konstrukcyjne, zwłaszcza zaś jednorodną konstrukcję mechaniczną /wymiarzy czoła 80 x 160 dla ADS-3, ADS-41 i ART-11; 80 x 120 dla ANS-11 i ADS-5; 80 x 80 dla ANY-11/ oraz jednolity wygląd zewnętrzny, uzyskany przez zastosowanie wspólnych podzespołów składowych. Cechy te w połączeniu z nowoczesnymi rozwiązaniami układowymi dają możliwość atrakcyjnych rozwiązań pulpituów sterowniczych pod względem funkcjonalnym, jak i estetycznym.

Regulatory

W niedługim czasie produkowane dotychczas regulatory zastąpione zostaną w programie produkcyjnym "Elpo" aparatami ARC-21 /regulator ciągły PI, PID/ oraz ARK-21 /regulator krokowy PI, PID/, stanowiącymi wynik prac badawczo-konstrukcyjnych Zakładu Automatyki Elektrycznej PIAP.

Regulatory ARC-21 i ARK-21, oparte na najnowocześniejszych elementach składowych, charakteryzują się znacznie bogatszymi właściwościami funkcjonalnymi w porównaniu z aparatami ARC-1w i ARK-1w. Rozszerzenia funkcji tych aparatów dokonano w celu zastosowania ich w przemyśle chemicznym, co pozwoli temu resortowi na znaczne obniżenie nakładów na import aparatury z KK.

Oprócz swej zasadniczej funkcji, określonej przez charakterystykę typu PID, której parametry nastawiane są płynnie, omawiane regulatory spełniają dodatkowo szereg innych funkcji, a szczególnie:

1. Regulatory ARC-21 i ARK-21 posiadają miernik wartości bezwzględnej sygnału wejściowego, umożliwiający równoczesny odczyt uchybu regulacji oraz miniaturowy wskaźnik wielkości sygnału wyjściowego /położenie organu wykonawczego/.
2. Oba regulatory posiadają możliwość sygnalizowania przekroczenia granic uchybu regulacji.
3. Zarówno regulator ARC-21, jak i ARK-21 mogą współpracować z maszyną cyfrową w systemie sterowania bezpośredniego i sterowania programowego.
4. Regulator ARC-21 posiada pamięć analogową, umożliwiającą bezkolizyjne przejście z regulacji automatycznej na sterowanie ręczne i odwrotnie oraz ograniczenie całkowania z możliwością zdalnego sterowania z odsycaniem, umożliwiającym pracę kaskadową dwóch regulatorów tego typu.
5. Obwody wyjściowe regulatora ARK-21 zbudowane są na triakach, umożliwiającym wyeliminowanie elementów stykowych w obwodzie sterowania silników.

Przetworniki pomiarowe

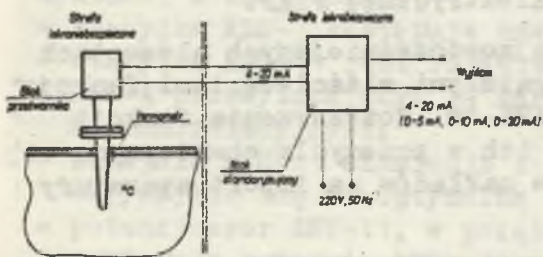
Grupa funkcjonalna przetworników pomiarowych systemu URS/KSA reprezentowana jest w programie produkcyjnym Oddziału "Elpo" we Wrocławiu przez urządzenia służące do liniowego przetwarzania niskich napięć stałych, z czujników termometrów termoelektrycznych lub rezystancji czujników termometrów oporowych, na standardowe sygnały prądu stałego 0 - 5 mA lub inne /zerowe lub niezerowe/. Są to urządzenia umożliwiające współpracę aparatów części centralnej systemu URS/KSA /szczególnie regulatorów, bloków matematycznych, aparatów pomocniczych i innych/ z czujnikami temperatury.

Grupa przetworników pomiarowych rozszerzana jest aktualnie o następujące aparaty: przetwornik pomiarowy APU-11, przetwornik pomiarowy APR-11, przetwornik pomiarowy APU-111. Spełniają one wymagania techniczne zgłaszane przez głównych odbiorców i stanowią uzupełnienie produkowanych obecnie w "Elpo" przetworników pomiarowych APU-4w.

Przetwornik pomiarowy APU-11 jest odpowiednikiem funkcjonalnym aparatu APU-4w o zawężonym zakresie pomiarowym $/1 \text{ mV}/$, lepszych właściwościach metrologicznych $/\text{uchyb podstawowy } 0,4\% \text{ lub } 10 \mu\text{V}$ w odniesieniu do wejścia/ oraz rozszerzonym zakresie warunków eksploatacji $/\text{temperatura otoczenia } -30^\circ \text{ do } +60^\circ \text{ C}/$.

Przetwornik APR-11 przeznaczony jest w zasadzie do współpracy z czujnikami termometrów oporowych z minimalnym zakresem pomiarowym 5Ω i uchybem podstawowym $0,4\%$. Zastąpić ma w przyszłości dostępne aktualnie na rynku przetworniki oporności o gorszych parametrach techniczno-ekonomicznych.

Przetwornik iskrobezpieczny APU-111, zasilany po linii dwuprzewodowej, jest nowością na krajowym rynku sprzętu automatyzacji. Składa się on z dwóch funkcjonalnie niezależnych bloków: bloku przetwornika, montowanego na głowicy termoelementu lub bezpośrednio przy niej w strefie iskroniebezpiecznej, oraz bloku standaryzującego montowanego w strefie iskrobezpiecznej. Blok przetwornika zasilany jest z tzw. bariery Zenera zamontowanej w bloku standaryzującym. Schemat blokowy urządzenia przedstawia rys.3.



Rys.3. Schemat funkcjonalny przetwornika APU-111

Całość przeznaczona jest do pracy głównie w przemyśle chemicznym, gdzie wymagane jest spełnienie odpowiednich warunków iskrobezpieczeństwa. Przetwornik APU-111 rozszerza zakres zastosowania produkowanego obecnie systemu URS/KSA na te gałęzie przemysłu, w których wymagania iskrobezpieczeństwa nie dopuszczają systemów elektrycznych.

Wymienione przetworniki pomiarowe zbudowane zostały z elementów profesjonalnych wysokiej klasy. W myśl zaleceń PIAP bazują one na nowej zunifikowanej konstrukcji mechanicznej, zbliżonej do konstrukcji oferowanych przez ZZUJ "Polon" dla urządzeń instalowanych w pobliżu obiektu technologicznego.

Omówione prace wdrożeniowe w zakresie elementów automatyki mają za zadanie "generalne odświeżenie" aktualnie oferowanego zestawu aparatów przez zastosowanie najnowszych elementów i podzespołów $/\text{układy scalone, tranzystory polowe i jednozłączowe, triaki itd.}/$ oraz nowych rozwiązań konstrukcji mechanicznej. Prace te pozwolą na rozszerzenie rynku zbytu krajowej automatyki elektronicznej, m.in. na zaspokojenie potrzeb przemysłu chemicznego, który dotychczas korzysta głównie z urządzeń importowanych.

Prowadząc omawiane prace, w możliwie maksymalnym stopniu uwzględniono zasady: zachowania ciągłości dostaw zastosowanych w projektach wyrobów nieperspektywicznych; zastępowania wyrobów eliminowanych z programu produkcyjnego wyrobami przewyższającymi poprzednie atrakcyjnością techniczną i $/\text{w miarę możliwości}/$ ekonomiczną; dążenia do wymienialności wyrobów pochodzących z różnych okresów działalności; obserwacji zarówno kierunków działania firm zagranicznych, jak i aktualnych tendencji krajowych biur projektowych; uwzględniania krytycznych uwag użytkowników oraz doświadczeń instytucji współpracujących.

PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI OBWODÓW DRUKOWANYCH

DO OPERACJI LUTOWANIA

Dobra jakość połączeń lutowanych jest sprawą niezmiernie ważną w warunkach masowego rozwoju urządzeń elektronicznych. Nabiera ona jeszcze większego znaczenia przy produkcji urządzeń elektronicznej aparatury pomiarowo-kontrolnej.

Jedną z zasadniczych czynności gwarantującą wysoką jakość lutowania, jest prawidłowe przygotowanie miedzianej powierzchni obwodów drukowanych. Wiadomo, że niezabezpieczona powierzchnia miedzi ulega wolniejszemu lub szybszemu utlenianiu, a w trakcie procesu technologicznego lub w czasie magazynowania mogą się jeszcze dołączyć zabrudzenia mechaniczne. Przygotowanie powierzchni obwodu drukowanego polega więc na usunięciu tlenków i zabrudzeń, oraz na zabezpieczeniu powierzchni przed powtórny utlenianiem.

Problemy przygotowania powierzchni obwodów drukowanych rozwiązywane są w różny sposób przez producentów aparatury elektronicznej lub przez producentów specjalizujących się w produkcji obwodów drukowanych. Można wyróżnić trzy zasadnicze metody usuwania tlenków z powierzchni obwodów: mechaniczną, chemiczną i mechaniczno-chemiczną. Znane są też różne sposoby zabezpieczania powierzchni obwodów przed dalszym utlenianiem, do których należą: pokrycie topnikiem /lub lakierem/ ochronnym, pokrycie powierzchni obwodu metalami szlachetnymi oraz pokrycie powierzchni obwodu cyną lub stopem cynowo-ołowiowym.

Mechaniczne usuwanie tlenków z powierzchni obwodów drukowanych

Jest to sposób często stosowany w krajowym przemyśle elektronicznym. Polega on na zdjęciu tlenków z powierzchni miedzi przy pomocy materiałów ściernych, takich jak np. proszek pumeksowy czy gąbka ścierna. Proces ten może być wykonywany ręcznie lub w sposób zmechanizowany. Urządzenia do zautomatyzowanego, mechanicznego czyszczenia obwodów drukowanych oferuje np. firma "O.M.A.C." /Włochy/, która jako elementu ściernego używa specjalnych szczotek, o uwłóseniu wykonanym z poliamidu z włączonym materiałem ściernym.

Chemiczne usuwanie tlenków z powierzchni obwodów drukowanych

Przy wykorzystaniu tej metody stosuje się specjalne kąpiele dotrawiające, np. kąpiele stosowane przez Zakłady "Elwro" we Wrocławiu. Dotrawianie można wykonywać na stosunkowo prostych urządzeniach, lub na jednym z urządzeń trawiających, stosowanych do trawienia miedzi z obwodów drukowanych. Do takich urządzeń należą trawiarki firmy Chemcut /USA/ czy Transaco Machine /Szwecja/.

Mechaniczno-chemiczne usuwanie tlenków z powierzchni obwodów drukowanych

Jest to system rzadziej spotykany, chociaż daje dobre efekty, zwłaszcza przy występowaniu grubej warstwy tlenków na powierzchniach obwodów. W procesie czyszczenia mechanicznego zostają zgrubnie usunięte tlenki, a powierzchnia miedzi zostaje dobrze rozwinięta. W procesie dotrawiania chemicznego tlenki usuwa się ostatecznie.

Pokrycie powierzchni obwodów drukowanych topnikiem ochronnym

Sposób ten jest szeroko stosowany przez licznych producentów. Jako topnika ochronnego używa się z reguły roztworu kalafonii z alkoholem /najlepiej izopropylowym, ze względu na małą chłonność wody/. Metoda ta wykorzystywana jest bezpośrednio po procesach usuwania tlenków.

Pokrycie powierzchni obwodów drukowanych metalami szlachetnymi

Metoda ta jest rzadko wykorzystywana, a np. pokrywanie obwodów złotem stosuje się tylko w bardzo odpowiedzialnych układach elektronicznych. Częściej używa się srebra. W wielu firmach srebrzy się obwody w celu podniesienia jakości lutowania /srebrzenie powierzchni obwodów nie zdało jednak egzaminu w naszym Zakładzie, ze względu na złą lutowalność posrebrzonych powierzchni/. Oczywiście, nie dotyczy to kontaktów obwodów drukowanych, które większość firm złoci, srebrzy lub roduje.

Pokrycie powierzchni obwodów drukowanych cyną lub stopem cynowo-ołowiowym

Jest to sposób, stosowany przez licznych producentów. Pokrycie powierzchni obwodu warstwą cyny lub stopu cynowo-ołowiowego, nałożonego chemicznie lub galwanicznie, stosuje się z reguły przy metalizowaniu otworów w obwodach dwustronnych i wielowarstwowych. Na powierzchnię obwodów jedno- i dwustronnych nakłada się w sposób ogniowy warstwę spoiwa cynowo-ołowiowego np. urządzeniem typu "Roltinner" firmy Folwsolder /zakupionym przez "Elpo" w Warszawie/ lub urządzeniem "Acta 10" firmy Electrovert.

Doceniając wagę zagadnienia, w "Elpo" w Warszawie przeprowadzono badania, mające na celu ustalenie procesu technologicznego przygotowania powierzchni obwodów drukowanych do lutowania. W tym celu przebadano wiele metod usuwania tlenków z powierzchni obwodów drukowanych, jak również metody zabezpieczania powierzchni tych obwodów przed ponownym utlenieniem. Ze względu na ograniczoną objętość niniejszego artykułu podano jedynie zasadnicze końcowe wnioski wynikające z przeprowadzonych badań. Stwierdzono, że:

- Czysto mechaniczne usuwanie tlenków przez czyszczenie proszkiem pumek-sowym lub gąbką ścierną, firmy Artifex na zmechanizowanym stanowisku do czyszczenia, nie zapewnia dobrego przygotowania powierzchni obwodów do lutowania; jednocześnie stwierdzono, że użycie proszku pumeksowego daje gorsze wyniki niż użycie gąbki ścierniej. Przeprowadzone badania wykazały, że w procesie tym grubość folii miedzianej obwodów drukowanych zmniejszyła się nieznacznie i nie zachodzi obawa przetarcia lub uszkodzenia nawet bardzo cienkich ścieżek.

- Czysto chemiczne usuwanie tlenków/dotrawianie w roztworze nadsiarczanu amonu lub w płynach dotrawiających, stosowanych w Zakładach "Elwro", lub w płynie Flowclaan firmy Flowsolder, może być wystarczająco dobrym sposobem przygotowania powierzchni obwodu drukowanego do lutowania, pod warunkiem użycia świeżych i czystych kąpielii oraz ścisłego przestrzegania procesu technologicznego. Metoda ta może być stosowana w przypadku bardzo słabo utlenionej powierzchni obwodów.

- Mechaniczno-chemiczne usuwanie tlenków /różne warianty dwóch poprzednich metod/ zapewnia dobrą jakość przygotowania powierzchni obwodów drukowanych do lutowania. Metoda ta daje dobre rezultaty nawet wtedy, gdy powierzchnia obwodów jest mocno utleniona i zabrudzona. Najlepszym sposobem okazało się tutaj mechaniczne usuwanie tlenków z powierzchni obwodów przy pomocy gąbki ścierniej i dotrawianie ich w roztworze nadsiarczanu amonu lub w płynach stosowanych przez Zakłady "Elwro".

Po wyżej wymienionych procesach przygotowawczych, powierzchnię obwodów pokrywano:

- topnikiem ochronnym /roztwór kalafonii balsamicznej w alkoholu izopropylowym/;
- stopem cynowo-ołowiowym, nakładanym w sposób ogniowy na urządzenia "Roltinner".

Przeprowadzone badania wykazały, że cynowanie ogniowe znacznie podnosi jakość późniejszego lutowania i daje lepsze wyniki niż pokrywanie topnikiem ochronnym.

Po rozpatrzeniu wyników badań oraz kosztów materiałów technologicznych i urządzeń przy różnych metodach przygotowania powierzchni obwodu drukowanego do lutowania, postanowiono zastosować metodę mechaniczno-chemicznego usuwania tlenków i użyć jako pokrycia stopu cynowo-ołowiowego, nakładanego ogniowo na urządzeniu "Roltinner".

Opracowano proces technologiczny, złożony z następujących operacji:

- zmywania topnika zabezpieczającego z powierzchni obwodów drukowanych;
- mechanicznego usuwania utlenionej powierzchni miedzi za pomocą gąbki ścierniej firmy Artifex;
- mycia wodą, dla usunięcia pozostałości po czyszczeniu mechanicznym;
- dotrawiania w roztworze nadsiarczanu amonu;
- mycia wodą dla usunięcia pozostałości kąpieli dotrawiającej;
- suszenia;
- topnikowania topnikiem Flowcoat firmy Flowsolder, przed operacją cynowania ogniowego;
- cynowania ogniowego na urządzeniu "Roltinner" firmy Flowsolder;
- mycia wodą, dla usunięcia pozostałości topnika;
- suszenia.

Technologia ta została zastosowana w "Elpo" w Warszawie i zdaje doskonale egzamin w naszych warunkach produkcyjnych. Po jej wprowadzeniu znacznie zmniejszyła się ilość nieprawidłowych punktów lutowniczych przy lutowaniu ręcznym, a przy lutowaniu na agregacie lutowniczym typu fali stojącej /firmy Electrovert/ wyniki lutowania możemy określić jako dobre.

L i t e r a t u r a

- [1] Prospekty firm: "Flowsolder", "Electrovert", "Chemcut", "Transaco Machine", "Hollis".
- [2] Szymański St.: Opracowanie wytycznych do konstrukcji urządzenia do zmechanizowanego oczyszczania utlenionej powierzchni miedzi na obwodach drukowanych /praca dyplomowa na Wydz.Mech.Prec.Politechniki Warsz. 1970/.
- [3] Waśkowski A., Romer J.: Instrukcje technologiczne lutowania miękkiego aparatury elektronicznej /opracowanie PIAP Wrocław/.



LUTOWANIE PŁYTEK OBWODÓW DRUKOWANYCH

PRZY ZASTOSOWANIU URZĄDZEŃ DO LUTOWANIA NA PALI STOJĄCEJ

Burzliwy rozwój elektroniki w ostatnich latach stwarza konieczność stosowania niezawodnych, masowych metod wytwarzania. Obecnie szeroko stosuje się obwody drukowane zarówno w sprzęcie radiowo-telewizyjnym i innym powszechnego użytku, jak również w aparaturze kontrolno-pomiarowej i maszynach matematycznych. Wraz z rozwojem aparatury elektronicznej obserwujemy stały rozwój urządzeń technologicznych zapewniających wydajne i niezawodne wykonywanie operacji w procesie produkcji. Do urządzeń tych należą m. in. agregaty lutownicze. Wytwórcy agregatów stale doskonalą swoje konstrukcje starając się nadażyć za rosnącymi wymaganiami dotyczącymi niezawodności aparatury elektronicznej, a więc i jakości lutowania, która jest jednym z podstawowych czynników decydujących o niezawodności, obok jakości elementów i podzespołów.

1. Kryteria oceny jakości

O wysokiej jakości lutowania decydują:

- 1/ Uzyskanie wysokiej adhezji lutowia do łączonych powierzchni, zapewniające dobrą wytrzymałość mechaniczną i obciążalność elektryczną złącz.
- 2/ Uzyskanie możliwie jak najcieńszych warstw międzymetalicznych Cu_6Sn_6 , które charakteryzują się dużą twardością i kruchością, obniżając wytrzymałość złącza.
- 3/ Niewystępowanie zacieków i sopli /icicles/.
- 4/ Niewystępowanie złącz "zimnych" /cold joints/.
- 5/ Niewystępowanie tzw. lutowiny nadmiernej /excess solder/, tzn. takiej, w której ilość spoiwa jest zbyt duża; jest to zjawisko niekorzystne: nie zwiększa obciążalności elektrycznej złącza ani wytrzymałości mechanicznej, a uniemożliwia ocenę jakości zwilżania powierzchni łączonych przez spoiwo i zwiększa jego zużycie.
- 6/ Nieprzyczepianie się spoiwa do powierzchni izolacyjnej płytki drukowanej między ścieżkami /solder webbing/.
- 7/ Niewystępowanie "mostkowania" /bridging/.
- 8/ Uzyskanie jednolitej, błyszczącej i cienkiej warstwy spoiwa.
- 9/ Niewystępowanie nalotów i osadów na powierzchni pakietu.

2. Warunki procesu lutowania

Ilość czynników wpływających na uzyskanie wysokiej jakości lutowania jest bardzo duża; ze względu na ograniczoną objętość niniejszego artykułu wymienić tu należy najważniejsze:

1/ Odpowiednie przygotowanie powierzchni łączonych elementów /końcówek wyprowadzeń podzespołów oraz miedzi na płytkach drukowanych/.

Przygotowanie to polega na usunięciu warstwy zanieczyszczeń, zatłuszczeń i tlenków z powierzchni miedzi oraz "rozwiniecie" jej, w celu nadania odpowiedniej lutowności. Operacja ta musi być wykonywana szczególnie starannie. Minimalna nawet ilość tlenków na powierzchni płytek jest przyczyną niezwilżania lub odwilżania powierzchni miedzi, co z reguły pociąga za sobą powstawanie sopli. Powierzchnia po lutowaniu jest nierówna, warstwa lutownia na płytce nierównomierna - od obszarów całkowicie niezwilżonych lub odwilżonych - do nadmiernych lutowin i spoli. Oczyszczanie powierzchni może się odbywać na drodze chemicznej /trawienie, dekapowanie w odpowiednich roztworach/, bądź też na drodze mechaniczno-chemicznej /np. gąbka ścierna + dotrawianie/, przy czym obydwie metody obróbcze przeprowadzone prawidłowo dają wyniki porównywalne. Nawet znaczne uaktywnianie topnika użytego do późniejszego lutowania nie jest w stanie zapewnić otrzymania dobrych wyników w przypadku utlenionej powierzchni miedzi. Znaczne poprawienie lutowności daje wstępne cynowanie, szczególnie ogniowe.

2/ Sposób montażu elementów

Ukształtowanie końców wyprowadzeń elementów powinno zapewnić nieporuszenie elementu w operacji lutowania, aby uniknąć powstawania "zimnych" złącz; innym sposobem jest stosowanie elastycznych dociskaczy unieruchamiających elementy wobec płytki. Zaginanie końców wyprowadzeń elementów na powierzchnię ścieżek obok unieruchamiania elementu zwiększa wytrzymałość mechaniczną złącz [1]. Ma to szczególne znaczenie w przypadku, gdy luz między drutem wyprowadzenia a otworem jest większy od 0,25 mm; poczynając bowiem od tej wartości gwałtownie rośnie procent punktów zalutowanych niepełnie, to znaczy szwy lutownicze nie są na całym obwodzie wyprowadzenia [2].

3/ Topnikowanie

Duże znaczenie dla jakości lutowania ma zarówno dobór topnika pod kątem jego własności lutowniczych i korozyjnych, jak i równomierność pokrycia całej lutowanej powierzchni płytki. Przy wysokiej jakości przygotowania elementów i wstępnym ocynowaniu dobre wyniki lutowania można uzyskać stosując jako topnik roztwór kalafonii balsamicznej w alkoholu bez dodatku środków uaktywniających.

4/ Wsuszenie topnika i podgrzanie wstępne pakietu

Przed rozpoczęciem lutowania należy odparować rozpuszczalnik z topnika. Stopień wysuszenia płytki przed lutowaniem nie ma, jak wynika z doświadczeń, zasadniczego wpływu na jakość lutowania, ważniejsze jest natomiast wstępne podgrzanie pakietu przed jego wejściem na falę spoiwa. Zbyt niska temperatura lub zbyt krótki czas podgrzewania wstępnego powodują powstanie sopli, mostków, zacieków i nadmiernej lutowiny. Podgrzanie ma również na celu zmniejszenie "udaru cieplnego" przy wejściu pakietu na falę spoiwa.

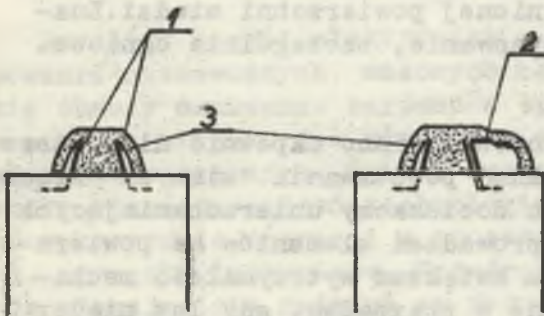
5/ Rodzaj spoiwa i parametry lutowania

Stosowane powszechnie lutowie to stop autektyczny cynowo-ołowiowy o wysokiej czystości. Prawidłowe lutowanie wymaga doprowadzenia odpowiedniej ilości ciepła do złącza, to znaczy ustalonej temperatury spoiwa i odpowiednio długiego czasu dostarczania ciepła, a więc szybkości przesuwu płytki przez falę spoiwa i szerokości tej ostatniej.

W przypadku dostarczenia zbyt małej ilości ciepła obserwujemy powstawanie sopli, zacieków, mostków, nadmiernej lutowiny. Natomiast za wysoka temperatura i zbyt długi czas lutowania powodują:

- powstawanie grubej warstwy Cu_6Sn_6 ;
- przegrzanie materiału płytki drukowanej, szczególnie w przypadku laminatów papierowo-bakelitowych;
- przegrzanie elementów zamontowanych na płytce, a przede wszystkim półprzewodnikowych - germanowych;
- powstawanie pęcherzy gazowych między powierzchnią laminatu a warstwą miedzi, szczególnie przy występowaniu dużych, ciągłych powierzchni folii.

Ilość dostarczonego ciepła można regulować nie tylko temperaturą spoiwa, lecz również czasem zetknięcia pakietu z roztopionym spoiwem. Zmniejszenie szybkości posuwu transportera daje pożądany efekt techniczny, powoduje jednak zmniejszenie wydajności agregatu. Innym sposobem zwiększenia czasu zetknięcia pakietu ze spoiwem jest poszerzenie dyszy wylotowej spoiwa lub stosowanie dodatkowych elementów tzw. przedłużek /rys. 1/. Fala spoiwa powinna być laminarna i posiadać równą wysokość na całej długości



Rys. 1.: 1 - dysza; 2 - wydłużka; 3 - spoiwo

dyszy, w przeciwnym razie nastąpi niepełne zalutowanie pakietu. Musi być również wolna od zużła i innych, drobnych zanieczyszczeń, które są jednym z powodów powstawania mostków na ścieżkach.

Dużą pomocą przy lutowaniu jest wtryskiwanie do fali spoiwa oleju lutowniczego. Uzyskuje się wtedy bardzo dobre wyniki lutowania przy temperaturach spoiwa o kilkadziesiąt stopni niższych niż w przypadku lutowania bez oleju. Zastosowanie oleju pozwala na uzyskanie minimalnych grubości spoiwa na płytce; olej przeciwdziała soplowaniu, mostkowaniu, daje powierzchnię gładką i błyszczącą. Tolerancje: temperatury spoiwa, szybkości przesuwu transportera, głębokości zanurzenia pakietu w falę mogą być znacznie szersze niż przy lutowaniu bez oleju. Systemy wtrysku oleju do fali są przedmiotem szeregu patentów. Firmy produkujące agregaty lutownicze zalecają stosowanie olejów roślinnych /palmowego, arachidowego/ lub specjalnych mieszanin na bazie olejów mineralnych.

Ostatnim z ważnych parametrów lutowania jest pochylenie transportera, aby pakiet przechodził stycznie do fali. Spływanie spoiwa pod działaniem siły ciężkości daje efekt w postaci cienkich powłok bez nadmiernych lutwin i sopli.

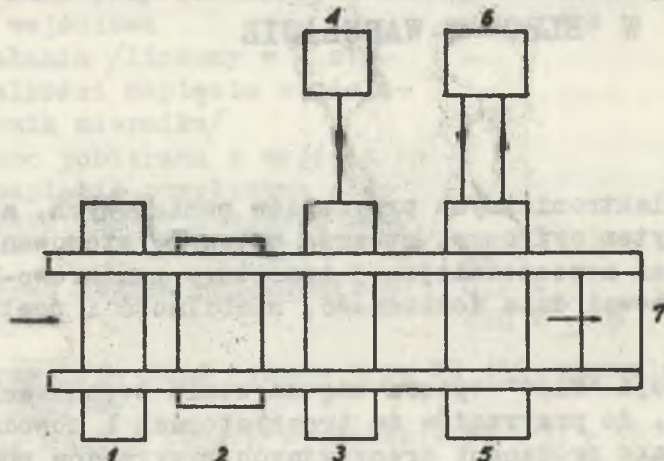
6/ Mycie po lutowaniu. Po zalutowaniu pakiety należy umyć, przy czym efektywność mycia musi być szczególnie wysoka, jeżeli stosowany był topnik wysokoaktywny /a zatem korozyjny/ oraz olej lutowniczy. Stosowanie nieodpowiednich topników lub niewłaściwych środków myjących powoduje powstawanie nalotów na płytkach.

Po dokonaniu szczegółowej analizy techniczno-ekonomicznej Zakładu "El-po" zakupiły agregat lutowniczy firmy Electrovert. Urządzenie składa się z następujących paneli:

- 1/ Zespołu topnikowania falowego typu FWI, który daje równą, laminarną falę topnika o regulowanej wysokości.
- 2/ Zespołu podgrzewacza wstępnego typu HBC 10, o regulowanej temperaturze pracy.
- 3/ Zespołu fali spoiwa typu STE-0 wraz z pompą wtrysku oleju typu P-2. Fala jest równa, laminarna, o regulowanej wysokości i szerokości /przez rozsuwanie dyszy wylotowej/. Temperatura spoiwa jest regulowana i stabilizowana. Pompa pozwala na precyzyjne dawkowanie wtryskiwanego oleju.

- 4/ Zespołu myjki falowo-ultradźwiękowej typu USWA, o szerokiej fali wypływu środka myjącego. We wnętrzu dyszy umieszczony jest przetwornik ultradźwiękowy - kawitacja płynu myjącego znacznie podnosi efektywność mycia.
- 5/ Transportera PCS, którego zadaniem jest przemieszczanie ramek z pakietami przez poszczególne urządzenia agregatu. Posiada płynną regulację szybkości przesuwu.
- 6/ Zespołu do regeneracji środka myjącego typu RSTB, współpracującego z myjnią, który w obiegu zamkniętym regeneruje około 40 l na godzinę.

Schemat ustawienia paneli agregatu przedstawiony jest na rys.2.



Rys.2.: 1 - fala topnika; 2 - podgrzewacz; 3 - fala giny; 4 - pompa oleju; 5 - myjnia; 6 - destylarka; 7 - transporter

Próby eksploatacyjne agregatu wypadły pomyślnie. Jakość lutowania jest dobra. Wdrożenie procesu na skalę produkcyjną nastąpi w II półroczu b.r., po wykonaniu niezbędnych prac adaptacyjnych w pomieszczeniu produkcyjnym.

L i t e r a t u r a

- [1] Waśkowski A.: Badania wytrzymałościowe połączeń lutowanych. Biuletyn "Mera" 1/63/1969.
- [2] Wegener W.: Reliable mass soldering techniques. Biuletyn "Hollis Engineering".
- [3] Manko: Handbook of Printed Circuit.
- [4] Katalogi urządzeń firm "Hollis Engineering", "Electrovert", "Flow-solder", "Zeva".



ELEKTRONICZNE OPRZYRZĄDOWANIE TECHNOLOGICZNE

W "ELPO" W WARSZAWIE

Rozwój produkcji elektronicznych przyrządów pomiarowych, a szczególnie przyrządów z czytaniem cyfrowym, stwarza potrzebę stosowania przy produkcji i odbiorze coraz nowocześniejszej aparatury pomiarowo-kontrolnej. Aparaturę tę musi cechować duża dokładność, stabilność i powtarzalność pomiarów.

Technologia produkcji "Elpo" opiera się na wielu technikach, od konwencjonalnej lampowej, do przyrządów na tranzystorach i obwodach scalonych. Zakład "Elpo" jako producent precyzyjnych przyrządów pomiarowych potrzebuje wysokiej klasy oprzyrządowania elektronicznego. Dużą część tego oprzyrządowania stanowią najwyższej klasy przyrządy renomowanych firm światowych.

Pod naciskiem potrzeb rozwijającej się produkcji przyrządów cyfrowych powstała w "Elpo" w 1965 r. komórka elektrycznego oprzyrządowania produkcji. Obecnie, po kolejnych reorganizacjach, komórka ta stanowi Wydział Gospodarki Przyrządami Elektronicznymi T6 w Dziale Technologicznym. W skład Wydziału wchodzi: Sekcja Opracowań i Wykonawstwa Elektronicznej Aparatury Technologicznej, Brygada Napraw i Konserwacji oraz Gospodarka Przyrządowa — Wypożyczalnia.

Zadaniem wydziału T6 jest zaspokojenie zapotrzebowania działów technicznych i produkcyjnych na aparaturę kontrolno-pomiarową oraz technologiczną.

Sekcja Opracowań i Wykonawstwa Elektronicznej Aparatury Technologicznej Wydziału T6 nastawiona jest głównie na produkcję przyrządów technologicznych specjalnego zastosowania. Są to przyrządy do uruchamiania, strojenia wstępnego i sprawdzania po montażu płytek obwodów drukowanych, stanowiących bloki funkcjonalne przyrządów produkcyjnych. Przyrządy służące w procesie końcowego uruchomienia, strojenia i kontroli produktów finalnych oraz przyrządy do szybkiej selekcji i kontroli elementów elektronicznych i elektrycznych /lampy, tranzystory, diody, rezystory, cewki, transformatory itp/. Oprócz przyrządów specjalistycznych wykonywane są przyrządy ogólnego zastosowania. Ponieważ przyrządy technologiczne szerszego zastosowania w elektronice, opracowane w "Elpo" mogą zainteresować innych producentów lub użytkowników aparatury elektronicznej, celowe jest przedstawienie dotychczasowych osiągnięć i zamierzeń na najbliższą przyszłość.

Ostatnio opracowano i wykonano następujące przyrządy:

1. Tranzystorowe zasilacze stabilizowane, do stabilizacji prądu lub napięcia o wysokich parametrach, opisane w artykule na str.111.

2. Przetwornik analogowo-skokowy typu PO 179, przeznaczony jest wraz z mostkiem odchyłek /tolerancji/ do sterowania automatu służącego do selekcji elementów radiotechnicznych /rezystory, kondensatory itp./ Przetwornik może być ponadto wykorzystywany jako: czujnik sygnalizujący przekroczenie wybranego poziomu napięcia /stałego/ wyjściowego; czujnik spadku napięcia poniżej wybranej granicy; wskaźnik /sygnalizator/ przekroczenia granic ustawionego sektora napięcia wyjściowego /np. z zacisków wychyłowych mierników magnetoelektrycznych/.

Dane techniczne przetwornika:

- Zakres działania przy przestrojeniu $\pm 0 \pm 250$ mV
- Rezystancja wejściowa $< 0,5$ M Ω
- Uchyb zadziałania /liczony w stosunku do wielkości napięcia wejściowego wychylenia miernika/ $+3\%$
- Maksymalna moc pobierana z wyjścia 5 W
- Maksymalne napięcie przyłożone do styków przekaźników wyjściowych PK-2, PK-3 24 V
- Maksymalny prąd styków przekaźników $0,2$ A
- Zasilanie 220 V $\pm 10\%$

3. Miernik parametrów diod Zenera typu PO 159, pozwala na dokonywanie następujących pomiarów:

- Identyfikację napięć Zenera w zakresie $U_z = 0 \pm 50$ V, z możliwością pomiarów na wyprowadzonych gniazdkach zewnętrznych np. woltomierzem cyfrowym, z dokładnością i rozdzielczością $0,1$ V w następujących punktach pracy $1; 2,5; 5; 10; 25; 250; 500$ mA.
- Rezystancję dynamiczną w zakresach $R_z = 0 \pm 30$ i $R_z = 0 \pm 300$ z dokładnością $\pm 10\%$ /w punkcie pracy dla małych przyrostów/;
- Odchyłek U_z dla wartości nominalnej $\frac{U_n - U_z}{U_n} \cdot 100\%$ lub $U_n - U_z$.
- Prądu wstecznego I_R przy $U_R = 1$ V $- 1\%$, przy zastosowaniu miernika zewnętrznego.
- Spadku napięcia na diodzie w kierunku przewodzenia U_f z dokładnością $\pm 2\%$, przy wymuszonym prądzie I_f 100 lub 500 mA ustalonym z dokładnością $\pm 1\%$.

4. Miernik parametrów tranzystorów typu PO 180, przeznaczony jest do szybkich masowych pomiarów tranzystorów germanowych i krzemowych małej i średniej mocy typu PNP i NPN. Pozwala na dokonywanie następujących pomiarów:

- Pomiaru prądów zerowych: $I_{CBO}, I_{CEO}, I_{EBO}, I_{CES}$ /podzakresy $10, 100$ μ A, $1; 10; 100$ mA/, przy użyciu zewnętrznego miernika prądu V-616 lub U-722 możliwy jest pomiar prądów zerowych w podzakresach od 1 nA /pełna skala/ do j.w. Dokładność podstawowa pomiaru przy zastosowaniu miernika U-722 wynosi $\pm 2\%$ wartości podzakresu, pełnienie zera $3\%/8$ godz. Źródło napięć pomiarowych wspólne dla wszystkich pomiarów 0 ± 150 V regulowane w sposób ciągły, dokładność ustawienia napięcia $2\% \pm 0,5$ V, tętnienia 10 mV pp, źródło zabezpieczone przed przeciążeniem.
- Pomiaru h_{21E} lub h_{21e} w zakresie 10 ± 3000 . Przyrząd umożliwia bezpośredni odczyt h_{21E} lub h_{21e} w żądanym punkcie pracy, wymuszonym automatycznie, niezależnie od egzemplarza tranzystora. Wartość prądu emitera wybierana w sposób skokowy $1; 2,5; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500; 1000$ mA z dokładnością 1% napięcie VCE regulowane płynnie w granicach $0,2 \pm 30$ V, nastawiane z dokładnością $2\% \pm 0,3$ V. Częstotliwość pomiaru h_{21e} $f_p = 400$ Hz. Dokładność pomiaru h_{21E} $\pm 4\%$ wartości parametru h_{21e} $\pm 5\%$ wartości parametru. Przyrząd posiada zabezpieczenia przed przeciążeniem

Wymiary przyrządu 330 x 170 x 230 mm
Ciężar ok. 10 kg

5. Transformator probierczy jest źródłem napięcia przemiennego 50 Hz regulowanego w zakresie 0 ± 5000 V i mocy nominalnej 1 kVA. Służy do badania izolacji przyrządów wg PN-63/E-04404.

6. Komora termiczna została wykonana do jednoczesnej kompensacji termicznej 10 sztuk płytek obwodów drukowanych tranzystorowych woltomierzy analogowych typu U-722. Automatyka komory utrzymuje wewnątrz temperaturę w granicach 50 ± 55°C. Jednocześnie istnieje możliwość szybkiego doprowadzenia kompensowanych płyt do temperatury otoczenia.

Ponadto wiele interesujących przyrządów znajduje się w trakcie opracowywania konstrukcyjnego.

1. Wysokostabilny generator szerokopasmowy o założonych parametrach:
- częstotliwość przestrajana płynnie /w pięciu podzakresach/ od 10 Hz do 10 MHz ustawiana z dokładnością 2%
 - napięcia wyjściowe sinusoidalne regulowane skokowo i płynnie w zakresie 0 ± 3 V na rezystancji obciążenia 50 Ω plus fala prostokątna do 100 kHz
 - zniekształcenia nieliniowe przy 1000 Hz $h < 1\%$
 - stabilność napięcia wyjściowego ok. 1% na 8 godz.

Wykonano model potwierdzający te założenia.

2. Przetwornik szerokopasmowy AC/DC do współpracy z woltomierzem cyfrowym. Zakres pomiarowy przetwornika 20 Hz ± 10 MHz o liniowości w całym pasmie nie gorszej niż 1%. Przetwornik przewidziany jest do zdejmowania charakterystyk liniowości woltomierzy szerokopasmowych.

3. Przyrząd do pomiaru parametrów tranzystorów planarnych typu FET i MOS FET.

4. Przyrząd do sprawdzania obwodów scalonych liniowych i cyfrowych /maks. ilość wyprowadzeń 16/.

5. Termometr termistorowy, przeznaczony do sprawdzania m.in. temperatury grotów lutownic monterskich oraz lutów w wanienkach cynowniczych o zakresie pomiarów temperatury od 20 do 450°C /przyrząd opisany w osobnym artykule niniejszego numeru/.

6. Rozpoczęto wstępne prace konstrukcyjne nad stanowiskiem do automatycznych pomiarów stabilności i dokładności woltomierzy cyfrowych w procesie starzenia i kontroli.



ELEKTRONICZNY POMIAR TEMPERATURY DO 440°C

CZUJNIKIEM TERMISTOROWYM Z LINEARYZACJĄ SKALI

Opracowany w Pracowni Oprzyrządowania Elektronicznego "Elpo" prosty układ do pomiaru temperatury w zakresie do 440°C, przeznaczony jest do pomiaru temperatury grotów lutownic i wanierek lutowniczych.

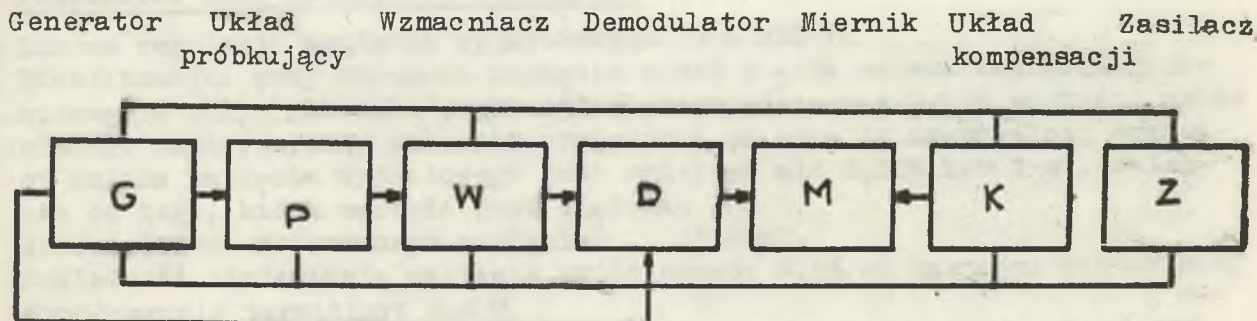
Pomiar temperatury do kilkuset stopni C może być realizowany przy pomocy czujników termoelektrycznych /termopary/ lub czujników rezystancyjnych - metalowych i termistorowych. Termopary generują napięcie stałe, co przy ich małej czułości wymaga /w warunkach produkcyjnych/ ciągłej uwagi w celu wyeliminowania stałoprądowych uchybów pomiarowych, pochodzących np. z napięć kontaktowych. Czujniki rezystancyjne umożliwiają pracę przy prądzie zmiennym, odcinając w ten sposób uchyby stałoprądowe.

Czujniki termistorowe charakteryzują się większą czułością /mniej więcej o rząd wielkości/ od czujników metalowych oraz najczęściej mniejszymi wymiarami. Wadą termistorów jest silna nieliniowość zależności rezystancji od temperatury:

$$R_T = A \exp\left(\frac{B}{T}\right)$$

gdzie A i B - stałe materiałowe.

Ze względu na prostotę pomiaru zrezygnowano z pomiaru mostkiem zrównoważonym, wymagającego każdorazowej kompensacji i odczytu z krzywej skalowania. Zastosowano zmodyfikowaną odmianę mostka niezrównoważonego. W układzie zastosowano termistor perełkowy produkcji ITE o parametrach $A \cong 0,2$, $B \cong 5000^\circ\text{C}$, $T_{\text{max}} = 450^\circ\text{C}$, stała czasu rzędu 1 s. Schemat blokowy układu pomiarowego przedstawiono na rys.1.



Rys.1. Schemat blokowy układu pomiarowego

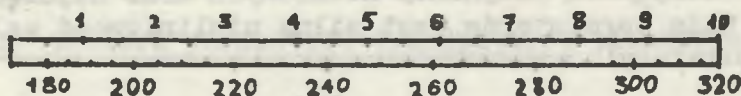
Generator G pracuje w układzie multiwibratora na częstotliwości ok. 250 Hz. Sygnał zmienny przychodzący z dzielnika napięcia podawany jest na układ próbkujący z termistorem. Układ próbkujący zaprojektowano tak, aby uzyskać kompensację nieliniowości wykładniczej charakterystyki termistora przez hiperboliczną charakterystykę układu próbkującego. Kompensację można uzyskać w tym większym zakresie, im wyższa jest temperatura bezwzględna środka zakresu pomiarowego.

Na wejściu wzmacniacza W zastosowano tranzystor polowy, ze względu na dużą rezystancję układu próbkującego w niższych temperaturach $R_{T20^{\circ}\text{C}} \approx 5 \text{ M}\Omega$. Wzmacniacz pracuje w układzie 3-stopniowym z silnym ujemnym sprzężeniem zwrotnym.

Po synchronicznej detekcji sygnału /w celu zmniejszenia wpływu sygnałów zakłócających/, sygnał podawany jest na miernik M. Jednocześnie różnicowo na miernik podawane jest napięcie kompensacji, zmniejszające wpływ zmian napięcia zasilającego, oraz ustalające temperaturę odpowiadającą zerowemu wychyleniu miernika. Układ pomiarowy umożliwia korekcję zmian obu parametrów termistora /stałych A i B/, a więc stosowanie tych samych skal dla różnych egzemplarzy termistorów.

Dla uniknięcia błędu, spowodowanego nagrzewaniem się termistora od prądu pomiarowego, maksymalna tracona w nim moc ograniczona została do 10 mW. Zastosowanie zmiennego napięcia zasilającego układ próbkujący ułatwia wzmocnienie.

Skalowanie układu do 125°C przeprowadza się w suszarce, a dla wyższych temperatur - w rtęci i stopionej cynie, których temperatura utrzymywana jest na żądanym poziomie za pomocą termoregulatora RE-5 /prod. "Lumel"/.



Rys.2. Rozłożenie punktów na skali w porównaniu ze skalą dziesiętną

Dokładność pomiaru jest rzędu +3%. Zakresy pomiarowe: 20 do 100, 90 do 200, 180 do 320, 300 do 440 $^{\circ}\text{C}$. Rozłożenie punktów na skali na trzecim zakresie w porównaniu ze skalą dziesiętną przedstawiono przykładowo na rys.2. Układ jest zasilany z baterii 9 V.



STABILIZOWANE ŹRÓDŁA PRĄDU STAŁEGO

TYPÓW PO-165, PO-175, PO-200

W Wydziale Gospodarki Przyrządami Elektrycznymi T6 w Zakładach "Elpo" w Warszawie opracowano tranzystorowe źródła prądu stałego jako oprzyrządowanie do konkretnych procesów technologicznych.

Tranzystorowy zasilacz stabilizowany typu PO-165

Jest to źródło prądu stałego o stabilizowanym napięciu wyjściowym i stabilizowanym prądzie wyjściowym. Zakres regulacji napięcia wyjściowego: 0 ± 300 V, zakres regulacji prądu wyjściowego: $5 \text{ mA} \pm 200 \text{ mA}$.

Skokowa, dziesiętna oraz wysokorozdzielcza płynna regulacja napięcia, i bezstopniowa, ciągła regulacja prądu, przystosowanie do zdalnego sterowania, możliwość łączenia wielu zasilaczy, możliwość wykorzystania zasilacza jako wysokorozdzielczego źródła małych napięć stałych wysokostabilnych - czynią przyrząd bardzo przydatnym do niemal wszystkich zastosowań laboratoryjnych i przemysłowych.

Automatyczne przejście od stabilizacji napięcia do stabilizacji prądu zabezpiecza zarówno sam zasilacz, jak i układy zasilane, przed przypadkowymi przeciążeniami. Podczas pracy w zakresie stabilizacji napięcia - regulacja prądu służy jako ogranicznik prądu zasilacza, a przy pracy w zakresie stabilizacji prądu - regulacja napięcia służy jako ogranicznik napięcia. Zupełne zwarcie zacisków wyjściowych zasilacza przez długi okres czasu nie powoduje jego przeciążenia. Aktualny stan stabilizacji źródła jest sygnalizowany przez wyświetlenie napisu "Uconst" lub "Iconst" na skali miernika.

Pracę układu obrazuje schemat blokowy rys.1 i wykres rys.2.

Podstawowe dane techniczne zasilacza

Zakres regulacji napięcia wyjściowego: 0 ± 300 V.

Stabilizacja: przy zmianach napięcia sieci o $\pm 10\%$ zmiana napięcia wyjściowego w całym zakresie regulacji jest mniejsza niż $0,01\%$ wartości ustalonego napięcia, przy zmianach obciążenia od zera do maksymalnej wartości zmiana napięcia wyjściowego jest mniejsza niż $0,02\%$ lub 2 mV , zależnie od tego, która wartość jest większa.

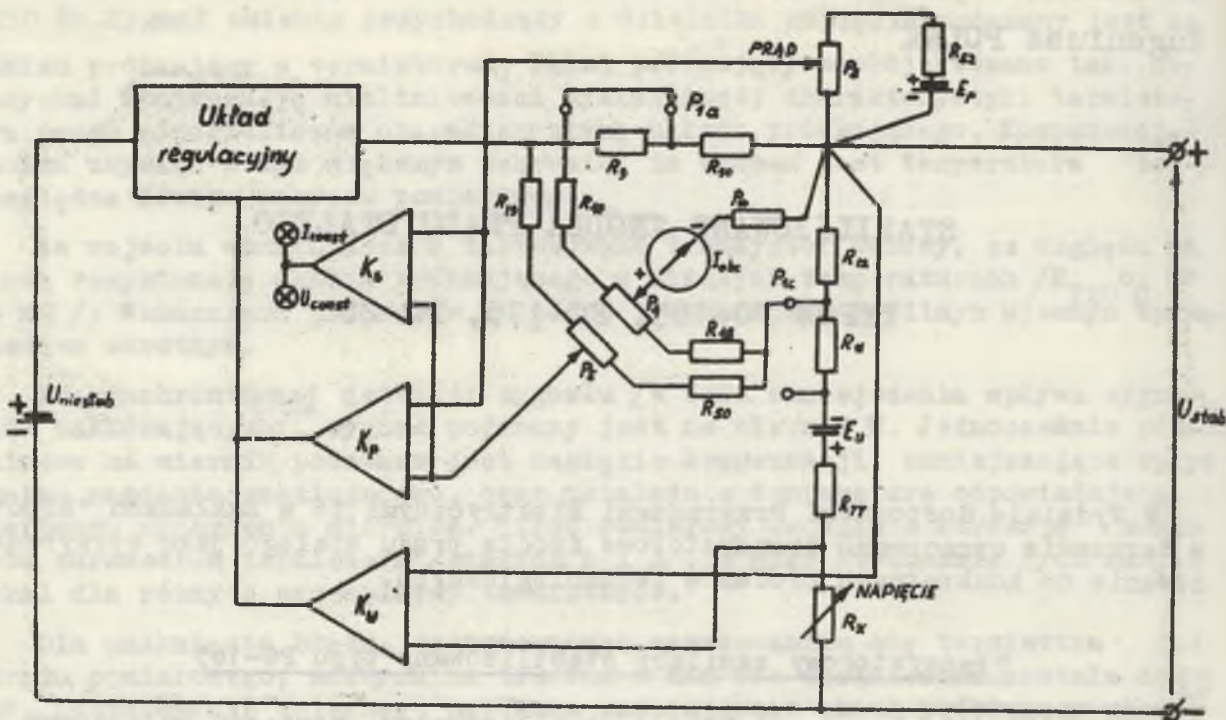
Rozdzielczość ustawianego napięcia: $300 \mu\text{V}$.

Dokładność nastawiania napięcia wyjściowego: $0,5\%$ od wartości nastawianej
Współczynnik termiczny: $0,01\%$

Przydźwięk sieci i szumy: mniejsze niż 10 nV /wartość międzyszczytowa/.

Regulacja wartości stabilizowanego prądu: $5 \text{ mA} \pm 200 \text{ mA}$.

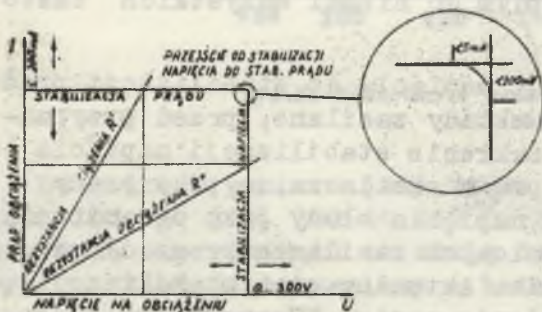
Stabilizacja prądu od zmian napięcia sieci o $\pm 10\%$ i od zmian rezystancji obciążenia jest nie gorsza niż $\pm 100 \mu\text{A}$.



Rys.1. Schemat blokowy zasilacza typu PO-165

Stabilizowany tranzystorowy zasilacz prądu stałego typu PO-175 i PO-200

Główną część składową stanowiska pomiarowego do cechowania pirometrów optycznych produkowanych przez Zakłady "Elpo" stanowi stabilizowane źródło prądu stałego, które zasila włókna żarzenia termometrycznych lamp wzorcowych. Poprzednio stosowano do tego celu kompensatory ręczne zasilane z akumulatorów. Metoda ta była żmudna i czasochłonna. Dzięki zastosowaniu zasilacza typu PO-175 skrócono czas cechowania i kontroli pirometrów, wydatnie zmniejszono wymiary stanowiska cechowniczego oraz zwiększono precyzję ustawiania potrzebnego prądu.



Rys.2.

Zasilacz typu PO-175 działa na podobnej zasadzie jak typu PO-165. Wyróżnia się natomiast dużym zakresem prądów wyjściowych: 1 + 21 A.

Regulacja nastawianych prądów wyjściowych jest skokowa i płynna, z rozdzielczością nie gorszą niż 1 mA. Stabilność prądu wyjściowego w funkcji zmian napięcia sieci o +10% i w funkcji zmian rezystancji obciążenia jest nie gorsza niż +0,05% wartości ustawionej. Dokładność kalibracji prądu wyjściowego +0,1%.

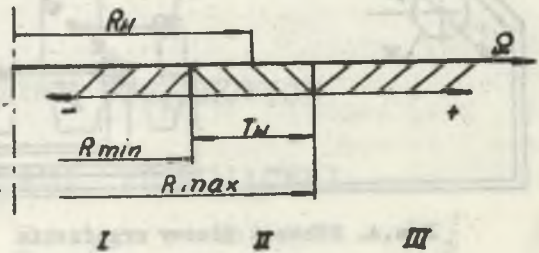
Zmodernizowaną wersją tego źródła prądu jest zasilacz typu PO-200. Zakres ustawiania stabilizowanego napięcia stałego wynosi: 0,1 + 30 V. Zakres ustawiania stabilizowanego prądu wyjściowego 0,1 + 20 A. Szeroki zakres regulacji wartości wyjściowych, duża rozdzielczość i stabilność ustawianych napięć i prądów, pełne zabezpieczenie przed przeciążeniem samego zasilacza, jak i urządzenia zasilanego, czynią to źródło bardzo przydatnym do wielu zastosowań.

URZĄDZENIE DO AUTOMATYCZNEGO SPRAWDZANIA

I SORTOWANIA REZYSTORÓW

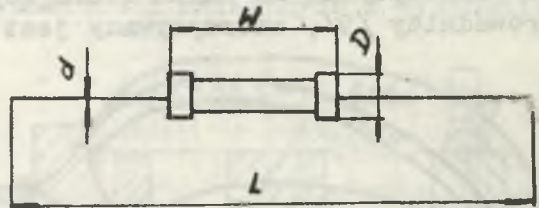
Urządzenie do automatycznego sprawdzania i sortowania rezystorów skonstruowane w "Elpo", służy do sortowania rezystorów na trzy grupy. Przyjęta w tym urządzeniu zasada sortowania zilustrowano na rys.1.

Rys.1.: R_w - dowolna wartość rezystancji zadawana rezystorów wzorcowym; T_w - tolerancja nastawiana; I grupa rezystorów - dla $R < R_{min}$; II grupa rezystorów - dla $R_{min} < R < R_{max}$; III grupa rezystorów - dla $R > R_{max}$



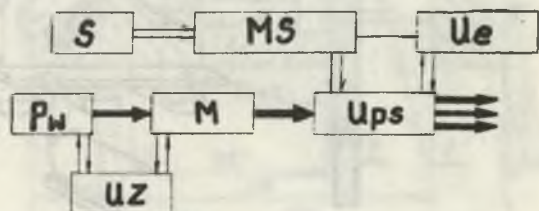
W omawianym urządzeniu można poddawać sortowaniu tylko pewną grupę rezystorów, które muszą spełniać warunki podane na rys.2. Są to np. rezystory typów: MELT, OWS, AT, OBW, oraz inne.

Rys.2.: $L = 60 \pm 100$ mm /w wersji specjalnej $L > 100$; $D = \varnothing 3 \pm 7$ mm /w wersji specjalnej $D > 7$; $W = 8 \pm 30$ mm; $d = \varnothing 0,6 \pm 1,2$ mm /w wersji specjalnej $d > 1,2$; Ciężar rezystorów $0,5 \pm 3$ G; Końcówki - współosiowe i proste.

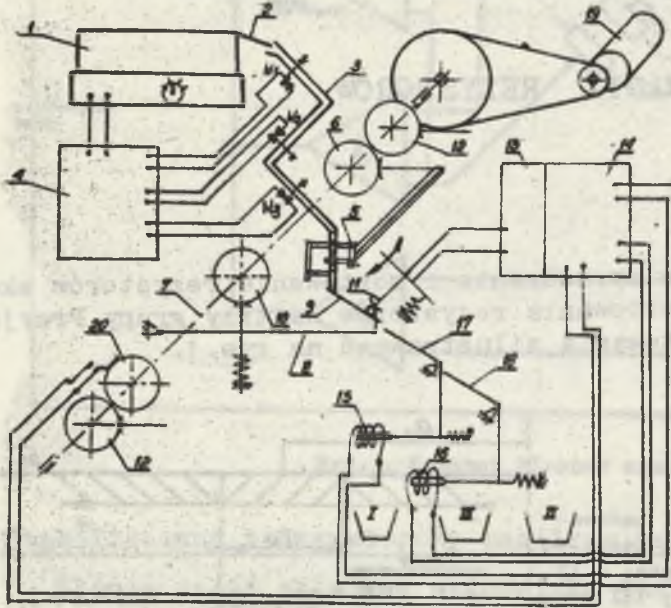


Urządzenie to składa się z części mechaniczno-elektrycznej obejmującej: podajnik wibracyjny, magazyn, urządzenie pomiarowo-sortujące, silnik napędowy, mechanizm sterujący, urządzenie zabezpieczające oraz z części elektronicznej, stanowiącej odrębny zespół.

Rys.3.: S - silnik napędowy; P_w - podajnik wibracyjny; M - magazyn; U_{ps} - urządzenie pomiarowo-sortujące; MS - mechanizm sterujący; U_e - układ elektroniczny; UZ - urządzenie zabezpieczające



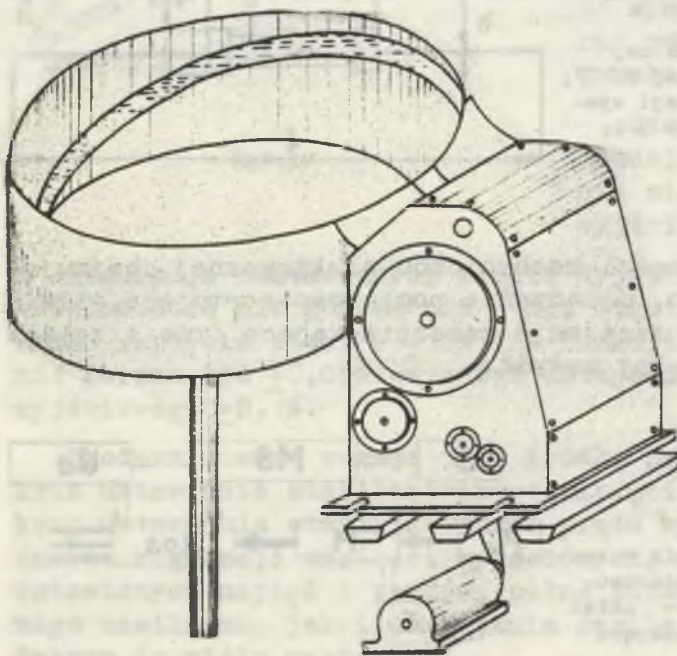
Rezystory są wrzucane do podajnika wibracyjnego, z którego wędrują poprzez magazyn do urządzenia pomiarowo-sortującego, gdzie odbywa się pomiar, a następnie są kierowane do odpowiednich pojemników sortownika. Układ elektroniczny współpracuje z urządzeniem pomiarowo-sortującym przez mostek porównawczy firmy Brüel & Kjøer. Sygnał niezrównoważenia /wynikający z porównania rezystora mierzonego z wzorcowym/ podawany jest z mostka do urządzenia elektronicznego, gdzie przetworzony zostaje na skok napięcia uruchamiającego elektromagnes kłapek sortownika urządzenia pomiarowo-sortującego. Działanie urządzenia przedstawiono na rys.4. Rezystory



Rys.4. Schemat ideowy urządzenia

z podajnika wibracyjnego /1/ zsuwają się po prowadnicy /2/ do magazynu /3/. Prowadnice zygzakowate magazynu zapewniają prawidłowe /prostopadłe do ruchu/ położenie rezystorów, które zsuwają się pod własnym ciężarem. Podczas transportu w urządzeniu rezystory opierają się tylko na końcówkach. Rozstawienie prowadnic magazynu jest regulowane, w zależności od wymiaru "W" rezystora /rys.3/. Stały poziom rezystorów /od "W1" do "W2"/ jest utrzymywany przez układ regulacyjny /4/. Przerwanie strumienia światła, padającego na fotodiode "W1" przez czas dłuższy niż zsuniecie się

rezystora, powoduje wyłączenie podajnika. Gdy poziom rezystorów opadnie poniżej "W2" podajnik zostaje włączony. W wypadku gdy magazyn zostanie opróżniony /brak rezystorów w podajniku/, strumień światła pada na fotodiode "W3", co powoduje wyłączenie podajnika. Mechanizm dozujący /5/ wypuszcza pojedynczo rezystory z magazynu. Dozowanie sterowane jest krzywką /6/ umieszczoną na wałku sterującym /7/. Rezystor, przesuwając się po prowadnicy /9/, zatrzymywany jest w gnieździe pomiarowym przez blokadę /8/ sterowaną krzywką /10/. Styki /11/ mechanizmu pomiarowego sterowanego przez krzywki /12/ opadają na rezystor. Po dokonaniu pomiaru, który odbywa się w stałym czasie, styki odsuwają się, a blokada przepuszcza rezystor do sortownika. Impuls pomiarowy jest doprowadzany do mostka firmy Brüel & Kjøer, który jest połączony z elektronicznym układem sterującym /14/. W zależności od wyniku pomiaru impulsy sterujące uruchamiają elektromagnes /15/ lub /16/, który z kolei odkrywa kłapkę /17/ lub /18/. Jeżeli rezystor mieści się w narzuconej tolerancji, wówczas brak jest impulsu uruchamiającego elek-



Rys.5. Ogólny widok urządzenia sortującego

tromagnesy i rezystor spada do pojemnika II. W przeciwnym wypadku kierowany jest do pojemnika I lub III. Wałek sterujący napędzany jest silnikiem /19/ przez przekładnię pasową. Synchronizacja między wałkiem sterującym a układem elektronicznym jest realizowana przez krzywkę /20/.

Niektóre dane techniczne urządzenia:

Wydajność ok. 2 tys. sztuk/godz.

Po jednorazowym wsypaniu rezystorów do podajnika zapewniana jest ciągła praca na okres ok. 20 minut.

Po wyczerpaniu się zapasu rezystorów w magazynie urządzenie automatycznie zostaje wyłączone.

Możliwość regulacji w zależności od wymiaru "W" rezystora /rys.2/.

Zasilanie prądem ok. 220 V, 50 Hz.

Możliwość współpracy z urządzeniem taśmującym posortowane rezystory.

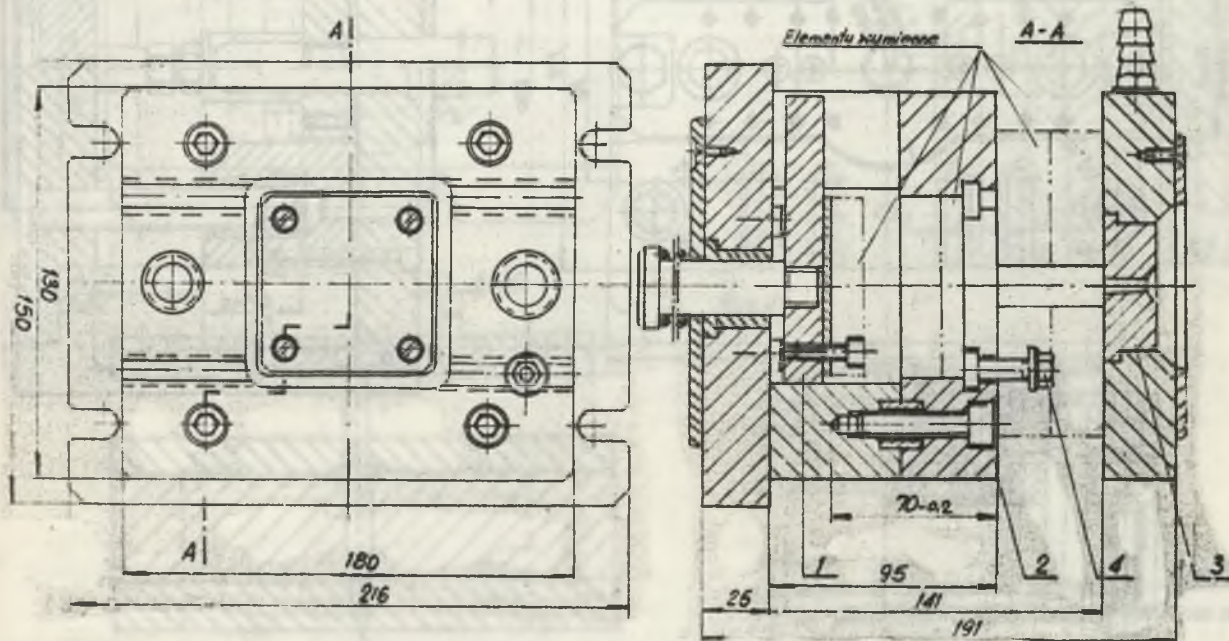


Edmund KASPRZAK

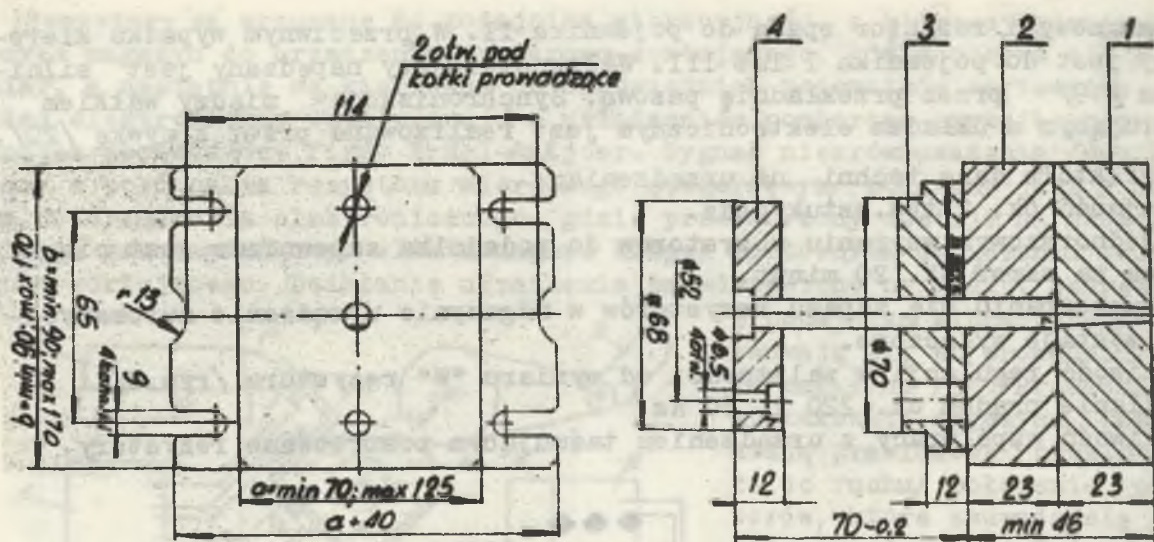
UNIWERSALNE OBUDOWY FORM WTRYSKOWYCH

Z WYMIENNYMI ELEMENTAMI FORMUJĄCYMI

Przetwórstwo tworzyw termoplastycznych przy zastosowaniu metody wtryskowej jest bardzo ekonomiczne zwłaszcza w produkcji wielkoseryjnej i masowej. Wysokie koszty wykonania form mają zasadniczy wpływ na opłacalność wyrobów produkowanych w małych seriach. Stąd niezmiernie ważnym zagadnieniem jest opracowanie takiego rozwiązania form, które pozwoli na produkcję wyrobów małoseryjnych przy niższych nakładach związanych z wykonaniem oprzyrządowania.



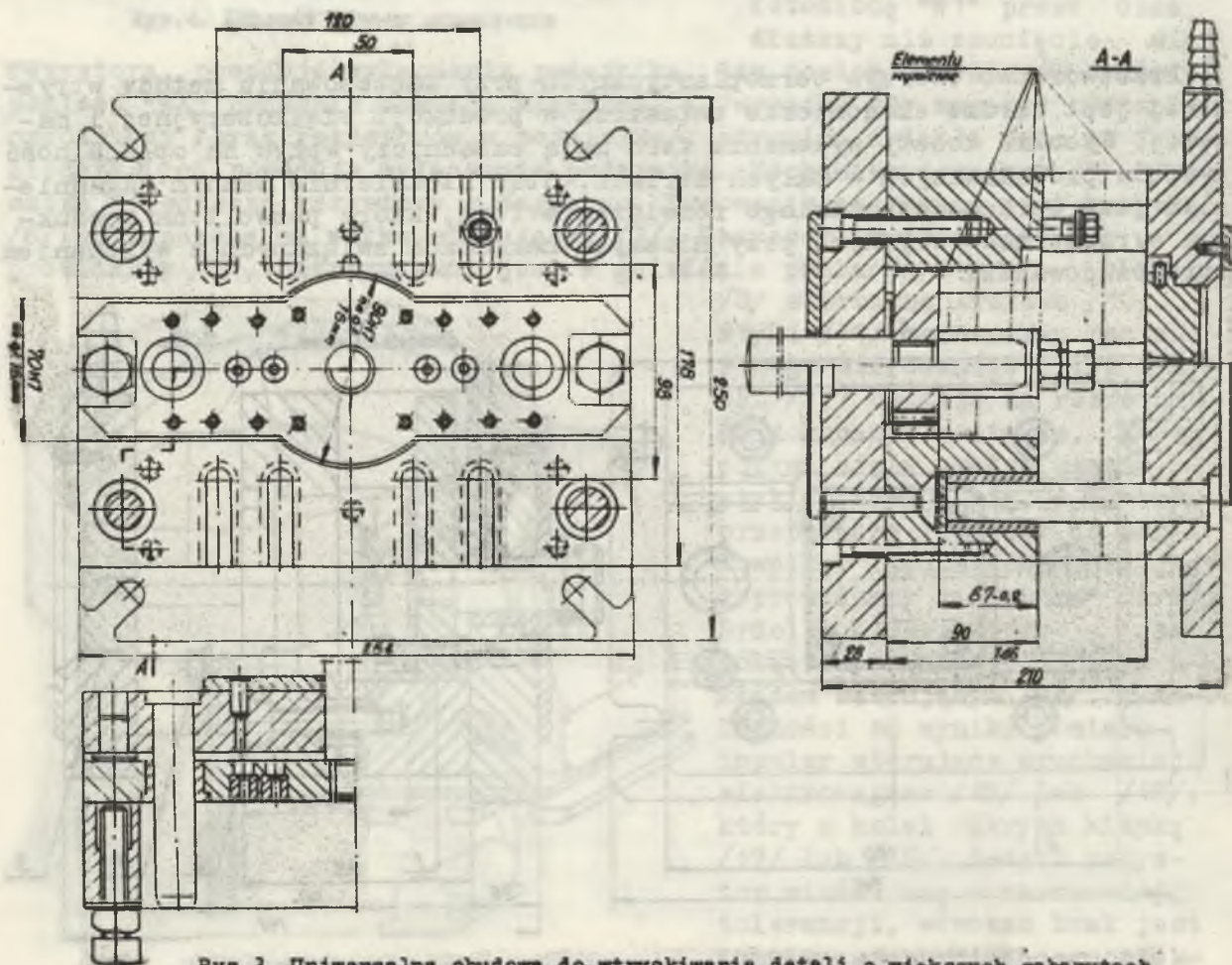
Rys.1. Uniwersalna obudowa do form wtryskowych dla detali



Rys. 2. Zalecane wymiary wkładów formujących

Formę wtryskową dzielimy zazwyczaj na: obudowę wraz z urządzeniem do wypychania wyprasek, oraz elementy formujące detal.

Koszt wykonania kompletnej formy jest różny i uzależniony od kształtu, wielkości wypraski, ilości gniazd w formie itp. Obniżenie kosztów wykonania kompletnej formy jest możliwe przez zastosowanie uniwersalnych obudów. Uwzględniając rodzaj wtryskarki, wielkość i kształt detalu, krótki czas i łatwość wymiany elementów formujących, można obniżyć koszt wykonania formy od 40 do 60% całkowitych kosztów wykonania formy.



Rys. 3. Uniwersalna obudowa do wtryskiwania detali o większych gabarytach

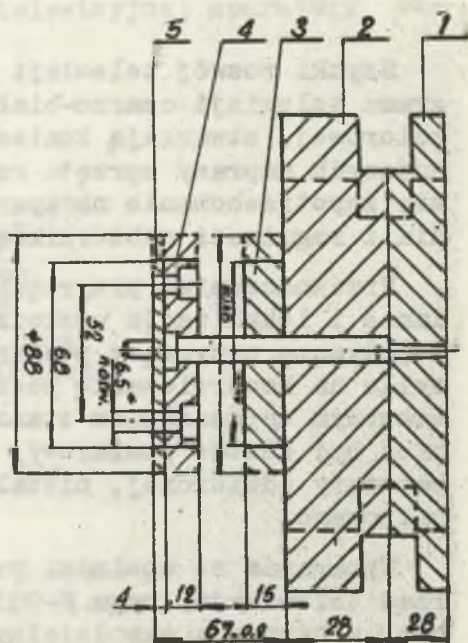
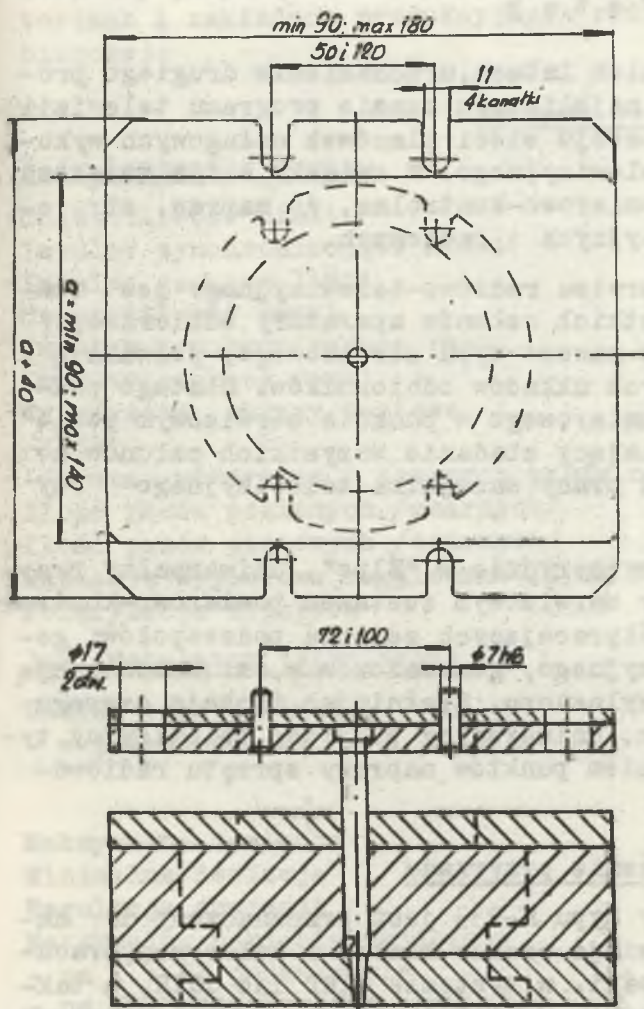
Przy opracowaniu takich obudów należy uwzględnić: rodzaje wtryskarek, wielkość i kształt produkowanych detali, łatwość i krótki czas wymiany elementów formujących i wypychaczy bez demontażu obudowy itp.

Na rys.1. pokazano uniwersalną obudowę do form wtryskowych dla detali produkowanych w małych i średnich seriach.

W celu zapewnienia zamienności części należy przy wykonawstwie obudowy zwrócić uwagę na zachowanie współosiowości otworów mocujących w płycie wyrzutnika /cz.nr 1/, otworu osadczego w płycie podpierającej /cz. nr 2/ i otworu dolotowego w tulei wtryskowej /cz. nr 3/. Uniwersalność obudowy polega na dorobieniu niezbędnych części wymiennych, które po zmontowaniu w obudowie stanowią zespół formujący detalu.

Na rys.2 pokazano zalecane wymiary wkładów formujących. Części zamienne: 1 - płyta formująca wymienna I, 2 - płyta formująca wymienna II, 3 - płyta wymienna, 4 - zespół wypychaczy. Montaż i demontaż zespołu formującego odbywa się bez zdejmowania obudowy wtryskarki. Zespół wypychaczy mocowany jest do płyty wyrzutnika przez otwór osadczy w płycie podpierającej; płyty formujące wymienne I, II przymocowuje się do obudowy za pomocą śrub /cz. nr 4/.

Podobny typ obudowy przeznaczonej do wtryskiwania detali o większych gabarytach detali /typu pudełek, pokrywek itp./, pokazano na rys.3.



Rys 4

- 1- płyta formująca wymienna I
- 2- płyta formująca wymienna II
- 3- płyta wymienna
- 4- płyta wyrzutnika
- 5- przekładka

Uwaga!

1. Wym. oznacz. ¹⁾ niezależności od kształtu i wielkości cz.nr 4
2. Linia przerywana oznacz. wkłady wymienne okrągłe

Montaż i demontaż elementów formujących odbywa się podobnie jak przy obudowie /rys.1/.

Na rys.4 pokazano zalecane wymiary wkładów formujących.

W Zakładzie "Elpo" rzadko wykonywane są formy kompletne, indywidualne do każdego detalu. Do obudowy /rys.1/ skonstruowano dotychczas ponad 50 wkładów formujących dla detali prostych. Dla detali bardziej skomplikowanych oprócz zespołu formującego i wypychaczy należy wykonać kilka dodatkowych elementów.



inż. Zdzisław SZTOBRYN

UNIWERSALNY PRZYRZĄD POMIAROWY TYPU K-933

DLA SERWISU ODBIORNIKÓW RADIOFONICZNYCH I TELEWIZYJNYCH

1. W s t ę p

Szybki rozwój telewizji w ostatnich latach, uruchomienie drugiego programu telewizji czarno-białej, a w najbliższym czasie programu telewizji kolorowej, stwarzają konieczność rozwoju sieci placówek usługowych wykonujących naprawy sprzętu radiowo-telewizyjnego. W związku z tym zwiększa się zapotrzebowanie na aparaturę pomiarowo-kontrolną, do napraw, strojenia i regulacji odbiorników telewizyjnych i radiowych.

Przeznaczeniem przyrządów dla serwisu radiowo-telewizyjnego jest zbadanie i lokalizacja uszkodzeń wszystkich członów aparatury odbiorczej. Pojedyncze przyrządy pomiarowe, nie zawsze typu serwisowego, pozwalają tylko na kontrolowanie poszczególnych układów odbiorników. Dlatego podstawowym wyposażeniem stanowiska pomiarowego w punkcie serwisowym powinien być zestaw pomiarowy, umożliwiający zbadanie wszystkich członów aparatury odbiorczej, niezależnie od pracy nadajnika telewizyjnego czy radiowego.

Wymagania te spełnia, produkowany seryjnie w "Elpo", uniwersalny przyrząd telewizyjny typu K-933, będący serwisowym zestawem pomiarowo-kontrolnym, złożonym z samodzielnych, współpracujących ze sobą podzespołów: generatora obrazu, wobulatora telewizyjnego, generatorów w.cz. z modulacją amplitudy i częstotliwości oraz oscyloskopu. Spełniając funkcje szeregu pojedynczych przyrządów serwisowych, uniwersalny przyrząd telewizyjny typu K-933, jest niezbędnym wyposażeniem punktów naprawy sprzętu radiowo-telewizyjnego.

2. Przeznaczenie przyrządu

Uniwersalny przyrząd telewizyjny typu K-933 jest przeznaczony do naprawy i strojenia odbiorników telewizji czarno-białej i kolorowej, pracujących w I i III pasmie częstotliwości, w systemie OIRT lub CCIR, a także do strojenia zakresu UKF odbiorników radiofonicznych. Dzięki wytwarza-



Fot.1. Uniwersalny przyrząd telewizyjny typu K-933 z wyposażeniem

niu własnych obrazów testowych przyrząd typu K-933 pozwala na badanie odbiorników telewizyjnych niezależnie od emisji programu telewizyjnego.

Oprócz punktów serwisowych naprawy sprzętu radiowo-telewizyjnego, uniwersalny przyrząd telewizyjny typu K-933 znajduje zastosowanie w laboratoriach i zakładach produkcyjnych radiowej i telewizyjnej aparatury odbiorczej.

3. Dane techniczne

3.1. Generator obrazu

Częstotliwość linii	15625 Hz $\pm 0,5\%$
Impulsy synchronizujące linii	5 ± 1 μ sek
Impulsy gaszące linii	12 ± 1 μ sek
Częstotliwość ramki	50 Hz $\pm 2\%$
Impulsy synchronizujące ramki	640 ± 192 μ sek
Impulsy gaszące ramki	2050 ± 380 μ sek
Wytwarzane obrazy testowe	
- biel	
- krata, utworzona z czarnych pasów na białym tle	
Ilość pasów poziomych /czarnych/	10
Ilość pasów pionowych /czarnych/	15 ± 1
Napięcie wyjściowe regulowane płynnie	od 0 do 3 Vpp
Polaryzacja impulsów	dodatnia i ujemna

3.2. Wobulator telewizyjny

Zakres częstotliwości	5 \pm 230 MHz
- w podzakresach	I 5 \pm 65 MHz
	II 65 \pm 130 MHz
	III 165 \pm 230 MHz
Maksymalna dewiacja	± 10 MHz
Minimalna dewiacja	± 300 kHz $\pm 20\%$
Regulacja dewiacji	płynna
Maksymalne napięcie wyjściowe	
- na I i II podzakresie	100 mV
- na III podzakresie	200 mV
Tłumienie napięcia wyjściowego	od 0 do 65 dB

Znaczniki częstotliwości

- znacznik przestrajany w zakresie 18 ± 230 MHz
- znacznik przestrajany w zakresie 18 ± 60 MHz
- ze znacznikami towarzyszącymi odległymi o $\pm 6,5$ MHz / $\pm 5,5$ MHz/
- znaczniki stałe 6,5 MHz / 5,5 MHz / 10,7 MHz częstotliwości stabilizowanych kwarem.

3.3. Generator przestrajany w.cz.

Zakres częstotliwości nośnej w podzakresach	18 ± 230 MHz I 18 ± 60 MHz II 60 ± 230 MHz
Niedokładność skalowania	+0,5%
Modulacja amplitudy w zakresie	18 ± 230 MHz
- sygnałem sinusoidalnym o częstotliwości	1 kHz
- zespolonym sygnałem wizji	
Modulacja częstotliwości w zakresie	60 ± 230 MHz
- sygnałem sinusoidalnym o częstotliwości	1 kHz
Maksymalne napięcie wyjściowe	100 mV
Tłumienie napięcia wyjściowego	od 0 do 65 dB

3.4. Generator FM

Częstotliwość nośna	6,5 MHz $\pm 0,5\%$ / 5,5 MHz $\pm 0,5\%$
Częstotliwość modulująca	1 kHz
Dewiacja częstotliwości	40 ± 60 kHz / 25 ± 50 kHz/
Maksymalne napięcie wyjściowe	30 mV
Tłumienie napięcia wyjściowego	od 0 do 65 dB

3.5. Generatory kwarcowe znaczników stałych

Częstotliwość	6,5 MHz / 5,5 MHz / 10,7 MHz
Stażość częstotliwości	2×10^{-4}

3.6. Oscyloskop i wzmacniacz odchylenia pionowego

Pasmo częstotliwości	
- szerokie	10 Hz ± 1 MHz ± 4 dB
- wąskie	10 Hz ± 1 kHz ± 3 dB
Czułość wzmacniacza	
- przy szerokim pasmie	50 mV/cm
- przy wąskim pasmie	10 mV/cm
Regulacja wzmocnienia	ciągła
Dzielnik wejściowy	1 : 10; 1 : 100
Impedancja wejściowa	1 M Ω przy $f = 1$ kHz
Częstotliwość podstawy czasu	30 Hz ± 30 kHz
- regulowana skokowo i płynnie w sześciu podzakresach	
Srednica lampy oscyloskopowej	70 mm

3.7. Zasilacz napięcia ARW

Napięcie wyjściowe	-1 ± -7 V $\pm 20\%$
Regulacja napięcia	płynna

3.8. Zasilanie przyrządu

220 V $\pm 10\%$, 50 Hz

3.9. Moc pobierana

125 VA

3.10. Temperatura pracy przyrządu

$\pm 10^{\circ}$ ± $\pm 35^{\circ}$ C

3.11. Wymiary

490 x 220 x 380 mm

3.12. Ciężar

22 kg

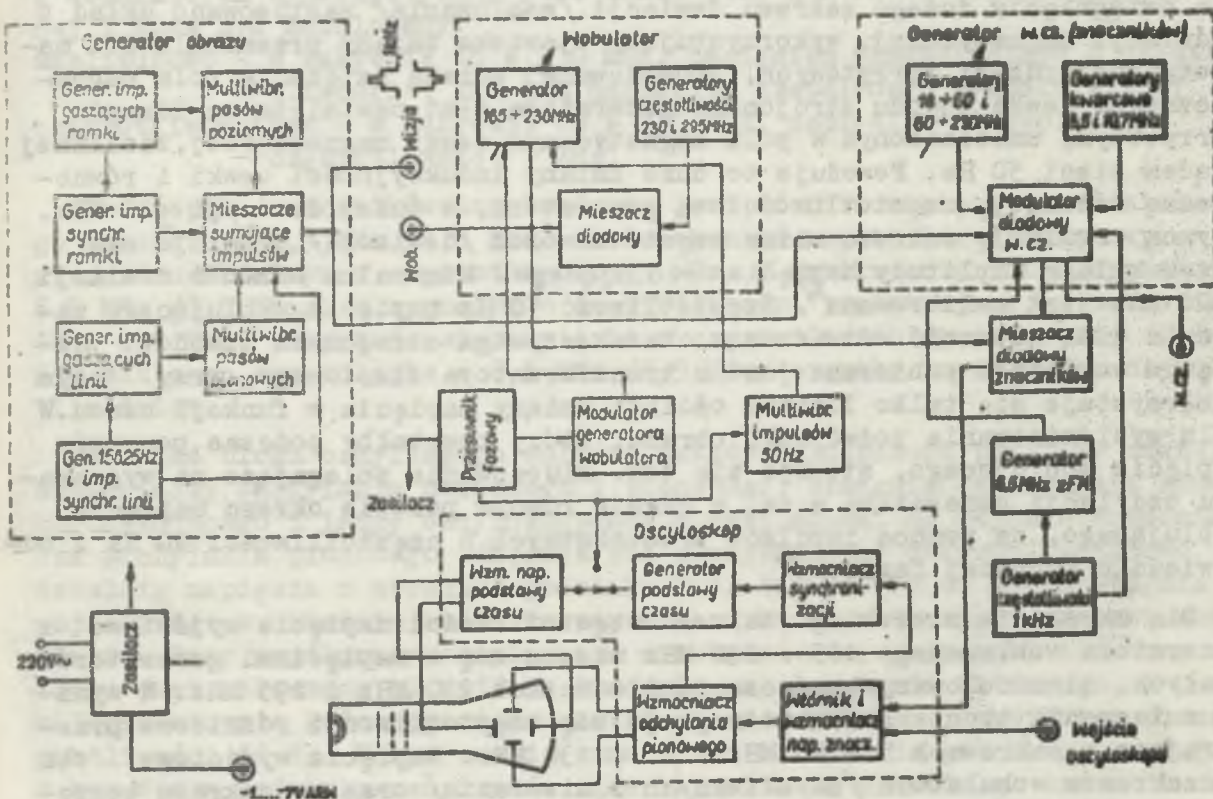
3.13. Wyposażenie przyrządu

Dzielnik 1 : 10	1 szt.
-----------------	--------

Detektor	1 szt.
Symetryzator	1 szt.
Dzielnik pojemnościowy	1 szt.
Przewód współosiowy	2 szt.
Łącznik z przewodem symetrycznym	2 szt.
Łącznik z przewodami zakończonymi banankami	2 szt.
Osłona lampy oscyloskopowej	1 szt.

4. Opis układu i konstrukcji przyrządu

Podstawowe bloki funkcjonalne przyrządu stanowią: generator obrazu wytwarzający zespolony sygnał wizji, wobulator telewizyjny, zespół generatorów znaczników zawierający układy przestrajanych i stałych generatorów w.c.z., oscyloskop ze wzmacniaczem odchylenia pionowego i zasilacz. Ogólny schemat blokowy przyrządu przedstawia rys.1. Poszczególne bloki przyrządu mogą pracować samodzielnie, zastępując pojedyncze przyrządy serwisowe, lub współpracować ze sobą w zestawach. Połączenia pomiędzy nimi dokonywane są wewnątrz układu, przez odpowiednie ustawienie przełącz-



Rys.1. Schemat blokowy uniwersalnego przyrządu typu K-91?

ników funkcyjnych, wykluczając możliwość pomyłek przy tworzeniu zestawów pomiarowych. Obsługa przyrządu jest prosta, dzięki czytelnemu opisowi i rozmieszczeniu gniazd, pokręteł i skal na płycie czołowej i bocznej ścian- ce przyrządu.

Generator obrazu, dający zespolony sygnał wizji składa się z generato- rów uproszczonego sygnału synchronizującego, wytwarzających poziome i pio- nowe impulsy synchronizujące i gaszące, bez impulsów wyrównawczych, oraz z właściwego generatora obrazu, wytwarzającego impulsy pasów pionowych i

poziomych, dających obraz kraty na ekranie kineskopu odbiornika telewizyjnego. Układy te pracują ze sobą synchronicznie. Multiwibrator pasów pionowych sterowany jest impulsami o częstotliwości linii 15625 Hz, a pasów poziomych - impulsami o częstotliwości ramki 50 Hz, synchronizowanej napięciem sieci zasilającej. Częstotliwość impulsów pasów pionowych i poziomych jest równa częstotliwości odpowiadających im sygnałów synchronizujących, pomnożonej przez wymaganą ilość pasów. W wyniku zmieszania impulsów powstających w generatorze obrazu otrzymuje się na wyjściu zespolony sygnał wizji z treścią obrazu /krata/, a przy wyłączonych multiwibratorach pasów poziomych i pionowych - zespolony sygnał wizji bez treści obrazu /biel/. Przez przełącznik polaryzacji impulsów napięcie sygnału wizji doprowadzane jest do wyjściowego gniazda wizji na płycie czołowej przyrządu, a także do modulatora w zespole generatorów znaczników, gdzie następuje modulacja amplitudowa generatorów w.c.z., przestrajanych w zakresie 18 + 230 MHz. Sygnał w.c.z., zmodulowany w amplitudzie zespolonym sygnałem wizji, doprowadzany jest do gniazda wyjściowego w.c.z. umieszczonego na płycie czołowej.

Zasadniczym członem wobulatora telewizyjnego jest generator w.c.z., modulowany częstotliwościowo, przestrajany płynnie w zakresie 165 + 230 MHz. Dla osiągnięcia dużego zakresu dewiacji /woblowania/ zastosowano układ o modulacji magnetycznej, wykorzystujący zjawisko zmiany przenikalności magnetycznej rdzeni ferrytowych, spowodowanej zmianą natężenia pola magnetycznego. Cewka obwodu strojonego generatora jest nawinięta na rdzeniu ferrytowym, umieszczonym w polu magnetycznym cewki magnesującej, zasilanej prądem sieci 50 Hz. Powoduje to duże zmiany indukcyjności cewki i równoczesną modulację częstotliwościową generatora, o dużej dewiacji +10 MHz. Płynną regulację zakresu zmian częstotliwości /dewiacji/ uzyskuje się przez zmianę amplitudy napięcia woblującego. Minimalna wartość dewiacji +300 kHz jest kalibrowana. Częstotliwość 50 Hz napięcia woblującego zapewnia dużą wierność odtwarzania charakterystyk strojonych obwodów. Napięcie woblujące pobierane jest z transformatora sieciowego, przy czym wykorzystuje się tylko liniowe odcinki zmiany napięcia w funkcji czasu. W celu wyeliminowania podwójnego obrazu, który powstałby podczas powrotów napięcia woblującego, stosuje się tzw. kluczowanie polegające na wygaszaniu oscylacji generatora w.c.z. w czasie równym połowie okresu napięcia woblującego, za pomocą impulsów prostokątnych o częstotliwości 50 Hz i odpowiednio dobranej fazie.

Dla uzyskania szerokiego zakresu częstotliwości napięcie wyjściowe z generatora woblowanego 165 + 230 MHz miesza się z napięciami generatorów stałych, niemodulowanych, o częstotliwościach 230 MHz i 295 MHz. W wyniku zmieszania tych sygnałów otrzymuje się częstotliwości różnicowe, przestrajane w zakresach 5 + 65 MHz i 65 + 130 MHz. Napięcia wyjściowe obu podzakresów wobulatora /uzyskiwanych z mieszania/ oraz podzakresu bezpośredniego, doprowadzane są do oddzielnych gniazd wyjściowych na płycie czołowej przyrządu. Część napięcia wyjściowego wobulatora mieszana jest z napięciami generatorów z zespołu znaczników, dla otrzymania skali częstotliwości na ekranie lampy oscyloskopowej. Jeżeli częstotliwość generatora znaczników będzie równa chwilowej częstotliwości generatora woblowanego, nastąpi wówczas zjawisko zdudnienia dwóch sygnałów. Napięcie o częstotliwości dudnień podawane jest przez filtr dolnoprzepustowy na wejście wzmacniacza odchylenia pionowego, o odpowiednio ukształtowanej charakterystyce. Obrazem tego przebiegu na lampie oscyloskopowej jest znacznik częstotliwości.

Zespół generatorów znaczników zawierający generatory częstotliwości stałych 6,5 MHz /5,5 MHz/ i 10,7 MHz, stabilizowanych kwarcem, i często-

x/ Rozwiązanie zgłoszone w Urzędzie Patentowym PRL

tliwości przestrajanych w zakresach 18 ± 60 MHz i 60 ± 230 MHz, umożliwia otrzymanie przy współpracy z wobulatorem następujących znaczników częstotliwości: podzakres wobulatora 5 ± 65 MHz - znacznik stały $6,5$ MHz/ $5,5$ MHz
- znacznik stały $10,7$ MHz
- znacznik przestrajany w zakresie 18 ± 60 MHz
- znacznik przestrajany w zakresie 18 ± 60 MHz $\pm 6,5$ MHz / $\pm 5,5$ MHz/

podzakres wobulatora 65 ± 130 MHz - znacznik przestrajany w zakresie 65 ± 130 MHz

podzakres wobulatora 165 ± 230 MHz - znacznik przestrajany w zakresie 165 ± 230 MHz.

Częstotliwości znaczników przestrajanych odczytuje się z odpowiednich skal generatora przestrajanego w.c.z., umieszczonych obok skal wobulatora. Żarówki sygnalizacyjne znajdujące się z prawej strony skal informują, z której skali należy dokonywać odczytu częstotliwości generatora znaczników i wobulatora: w danym położeniu przełącznika zakresów częstotliwości. Generator przestrajany w.c.z. w zespole znaczników, oprócz współpracy z wobulatorem wykorzystywany jest także jako generator częstotliwości nośnej i może być modulowany:

amplitudowo - w zakresie 18 ± 230 MHz, napięciem sinusoidalnym o częstotliwości 1 kHz lub napięciem zespolonego sygnału wizji;
częstotliwościowo - w zakresie 60 ± 230 MHz, napięciem sinusoidalnym o częstotliwości 1 kHz.

Do zespołu znaczników doprowadzane jest również napięcie z oddzielnego generatora $6,5$ MHz / $5,5$ MHz/, modulowanego częstotliwościowo napięciem sinusoidalnym o częstotliwości 1 kHz. W wyniku zmieszania sygnału $6,5$ MHz / $5,5$ MHz/, z sygnałem o częstotliwości przestrajanej w zakresie 18 ± 230 MHz, otrzymuje się napięcie o częstotliwości podstawowej 18 ± 230 MHz oraz dwa odległe o $6,5$ MHz / $5,5$ MHz/ sygnały zmodulowane częstotliwościowo.

W skład bloku oscyloskopu wchodzi układy: generatora podstawy czasu, wzmacniaczy odchylenia poziomego i pionowego, wzmacniacza napięcia synchronizującego i lampy oscyloskopowej z zasilaniem. Na wejściu wzmacniacza odchylenia pionowego znajduje się skompensowany częstotliwościowo dzielnik napięcia o stosunku podziału $1:1$, $1:10$ i $1:100$. Praca stopnia wejściowego w układzie wtórnik zapewnia dużą rezystancję wejściową wzmacniacza. Przy współpracy oscyloskopu z wobulatorem, generator podstawy czasu jest odłączony od wejścia wzmacniacza odchylenia poziomego, a na wejście stopnia końcowego doprowadzane jest napięcie sinusoidalne o częstotliwości 50 Hz. W tym czasie wzmacniacz odchylenia pionowego pracuje z zawężonym pasmem przenoszenia, dla zapewnienia właściwego kształtu znaczników częstotliwości, obserwowanych na ekranie lampy oscyloskopowej.

Zasilacz przyrządu jest wspólny dla wszystkich członów układu. Prostowanie napięcia zmiennego odbywa się w układzie dwupołówkowym. Generatory zespołu znaczników, wzmacniacz napięcia woblującego i wejściowe stopnie wzmacniacza odchylenia pionowego są zasilane napięciem stabilizowanym. Wysokie napięcie dla zasilania lampy oscyloskopowej prostowane jest w układzie podwójnym. Wyprowadzone na zewnątrz przyrządu napięcie stałe, regulowane w granicach -1 ± -7 V, służy do zastąpienia automatycznej regulacji wzmocnienia odbiornika odpowiednio dobranym napięciem polaryzującym.

Konstrukcja mechaniczna przyrządu oparta jest na aluminiowej ramie nośnej. Zespół generatorów znaczników i wobulator zmontowane są oddzielnie, w starannie ekranowanych blokach. Pozostałe podzespoły rozmieszczone są na

płytcie montażowej i panelach bocznych przyrządu, umocowanych na zawiasach. Umożliwia to łatwy dostęp do elementów wewnątrz przyrządu po odchyleniu paneli bocznych. Całość umieszczona jest w aluminiowej obudowie. Wspornik przymocowany do obudowy umożliwia podniesienie przedniej części przyrządu na dogodną wysokość.

Wyposażenie przyrządu zawiera komplet sond potrzebnych do regulacji i strojenia odbiorników, skonstruowanych zgodnie z zaleceniami instrukcji serwisowych producentów krajowych. Wymienne nasadki sond przystosowane są do współpracy z typowymi nożowymi końcówkami pomiarowymi na płytkach drukowanych, umożliwiając także pomiary w odbiornikach importowanych i starszych typów. Wykonanie sond z materiału izolacyjnego z zaprasowanym wewnątrz ekranem^{x/} zabezpiecza przed zwarciami podczas wykonywania pomiarów.

5. Zastosowanie przyrządu w serwisie radiowo-telewizyjnym

Wybieranie właściwej funkcji uniwersalnego przyrządu telewizyjnego typu K-933 odbywa się przez odpowiednie ustawienie przełącznika rodzaju pomiaru. Naprawy i regulacja odbiorników powinny być wykonywane zgodnie ze wskazówkami w instrukcjach serwisowych, podawanymi przez producentów.

W serwisie odbiorników telewizji czarno-białej przyrząd typu K-933 umożliwia: sprawdzenie układów odchylenia poziomego i pionowego, zbadanie obwodów synchronizacji poziomej i pionowej, sprawdzenie przenoszenia całego toru wizji i fonii, badanie kształtu charakterystyk, określenie szerokości pasma i strojenie obwodów toru wizji i fonii oraz szereg innych pomiarów. W zastosowaniu do odbiorników telewizji kolorowej przyrząd typu K-933 pozwala na: zestrojenie toru wielkiej i pośredniej częstotliwości oraz toru fonii, sprawdzenie czystości obrazu odtwarzanego na ekranie kineskopu maskowego, regulację jaskrawości itp. Zastosowany do badania odbiorników radiofonicznych z zakresem UKF i modulacją częstotliwości umożliwia: sprawdzenie i korekcję charakterystyki przenoszenia poszczególnych stopni odbiornika oraz strojenie obwodów wielkiej i pośredniej częstotliwości.

6. Porównanie własności użytkowych przyrządu typu K-933 i innych przyrządów serwisowych

W ubiegłych latach Zakłady "Elpo" produkowały dla serwisu radiowo-telewizyjnego zestaw pomiarowy typu K-932, posiadający prawie identyczne parametry, jak serwisowy przyrząd telewizyjny typu FSG 200 M, zachodnioniemieckiej firmy Klemt znany także na naszym rynku.

W uniwersalnym przyrządzie telewizyjnym typu K-933 uzyskano lepsze parametry techniczne, zwiększające zakres zastosowania i własności użytkowe tego przyrządu w porównaniu z wymienionymi zestawami pomiarowymi. Poprawę parametrów i własności użytkowych przyrządu typu K-933 osiągnięto dzięki wprowadzeniu szeregu ulepszeń konstrukcyjnych, z których najistotniejszymi są:

- wydłużenie skali częstotliwości generatorów przestrajanych w.cz., zapewniające dokładność skalowania $\pm 0,5\%$ /w przyrządzie typu K-932 $\pm 1\%$ /;
- wprowadzenie kwarcowej stabilizacji częstotliwości w generatorach 6,5 MHz /5,5 MHz/ i 10,7 MHz, pozwalające uzyskać stałość częstotliwości: znaczników stałych $\pm 0,02\%$ /w przyrządzie typu K-932 $\pm 0,5\%$ /;
- powiększenie amplitudy znacznika częstotliwości różnicowej;
- powiększenie ilości pasów poziomych do 10 i pasów pionowych do 15 ± 1 /w przyrządzie typu K-932 odpowiednio 5 ± 1 i 6 ± 1 /;

x/ Rozwiązanie zgłoszone w Urzędzie Patentowym PRL

- wprowadzenie wyjścia napięcia stałego, regulowanego w zakresie -1 ± -7 V, do zasilania obwodów ARW podczas strojenia odbiornika;
- wprowadzenie kalibracji dewiacji ± 300 kHz;
- wprowadzenie przełącznika umożliwiającego odwrócenie polaryzacji obrazu charakterystyk na ekranie lampy oscyloskopowej;
- wyposażenie przyrządu w komplet sond przeznaczonych do strojenia odbiorników, z uniwersalnymi wymiennymi końcówkami pomiarowymi.

Dzięki wprowadzeniu powyższych ulepszeń otrzymano uniwersalny przyrząd pomiarowy wysokiej klasy, o dużych walorach użytkowych, spełniający całkowicie wymagania serwisu odbiorników radiofonicznych i telewizyjnych.



mgr inż. Adam MARCINIAK

UNIWERSALNY ZESTAW TELEWIZYJNY TYPU K-935

- KONSTRUKCJA I PARAMETRY TECHNICZNE

W planach rozwoju bazy nadawczej telewizji przewidywane jest wprowadzenie emisji programów TV w IV i V zakresie częstotliwości. Pierwszy nadajnik programu drugiego w kanale 21 pracuje już w Katowicach. Regularne emisje programów telewizji kolorowej rozpoczną się w najbliższej przyszłości. Należy więc wyposażyć serwis telewizyjny w odpowiedni przyrząd pomiarowy, który zastąpi produkowany obecnie uniwersalny przyrząd telewizyjny typu K-933. Zakład Doświadczalny Elektronicznej Aparatury Pomiarowej "Eureka" przystąpił już do opracowania uniwersalnego zestawu telewizyjnego typu K-935, który umożliwi wykonanie całokształtu prac związanych z regulacją i strojeniem odbiorników telewizyjnych w pełnym zakresie częstotliwości. Następna wersja tego przyrządu będzie wyposażona w generator obrazów kontrolnych dla telewizji kolorowej, umożliwiający regulację i strojenie toru chrominancji odbiorników telewizji kolorowej. Opracowując koncepcję tego przyrządu wzięto pod uwagę okoliczności, istotne zarówno dla producenta, jak i dla użytkownika przyrządu. Nadajniki emitujące program telewizyjny w IV i V zakresie częstotliwości będą zlokalizowane przede wszystkim w większych ośrodkach miejskich i będą miały zasięg lokalny. Zapotrzebowanie na przyrządy pokrywające pełny zakres częstotliwości od I do V pasma wystąpi więc tylko w rejonach objętych zasięgiem programu emitowanego w IV i V zakresie częstotliwości. To samo dotyczy emisji programów telewizji kolorowej. Ponadto większość placówek serwisowych jest wyposażona w przyrządy telewizyjne typu K-932 i K-933, które cieszą się dobrą opinią i są chętnie stosowane. Przyrządy typu K-933 są obecnie produkowane i będą służyć nabywcom przez najbliższych kilka lat. Przyszli nabywcy mogą więc zgłaszać zapotrzebowanie na przyrząd K-935, który będzie pokrywał tylko IV i V pasmo i będzie uzupełnieniem posiadanego już przez nich przyrządu K-933. Należy przewidywać, że przedsiębiorstwo ZURiT, które - zwłaszcza w większych ośrodkach miejskich - jest monopolistą w zakresie serwisu radiowo-telewizyjnego, wprowadzi udoskonalone metody organizacji pracy zmierzające do "uprzemysłowienia" procesu naprawy sprzętu.

Placówka serwisowa będzie wymagać wyposażenia w szereg wąsko wyspecjalizowanych przyrządów pomiarowych dla poszczególnych stanowisk pracy, wykonujących naprawy określonych podzespołów odbiornika.

Należało więc zaprojektować przyrząd o takiej konstrukcji, która umożliwi dostosowanie się do zmienionych wymagań i warunków użytkowania. Zdecydowano się na konstrukcję uniwersalnego telewizyjnego zestawu pomiarowego złożonego z wkładek, z których każda spełnia jedną określoną funkcję. Rozwiązanie takie, choć trudniejsze pod względem technicznym, obniży koszt wyposażenia placówek serwisowych i rozszerzy zakres zastosowań przyrządu dzięki możliwości dobierania lub wymiany odpowiednich wkładek. Stworzy także możliwości budowy bardziej wyspecjalizowanych przyrządów pomiarowych /np. generatorów sygnałowych/ z wkładek zestawu serwisowego. Ze względu na wymagany mały ciężar i gabaryty przyrządu, zastosowano, możliwie najdalej posuniętą jego tranzystoryzację.

Zestaw, zawierający komplet wkładek, umożliwi: strojenie i kontrolę charakterystyk częstotliwościowych stopni w.cz. w pasmach I - V, wzmacniaczy p.cz. oraz torów fonii i wizji/ również w odbiornikach telewizji kolorowej/, regulację i kontrolę układów synchronizacji linii i ramki, oraz regulację i kontrolę układów odchylenia linii i ramki.

Poszczególne wkładki zestawu będą spełniać następujące funkcje:

1. Wkładka oscyloskopu wraz z wkładką podstawy czasu służy do zobrazowania kształtu charakterystyk częstotliwościowych badanego układu. Obie wkładki łącznie stanowią jednocześnie pełnowartościowy oscyloskop do obserwacji przebiegów impulsowych w odbiorniku telewizyjnym, sygnału wizyjnego i m.cz. Szerokie pasmo częstotliwości umożliwi także wykonanie strojenia toru chrominancji odbiornika telewizji kolorowej. Oscyloskop zastąpi w przyszłości stosowane obecnie w serwisie oscyloskopy "Mini 4". Parametry oscyloskopu są następujące:

- wymiary pola obrazowego 6 x 6 cm,
- pasmo wzmacniacza Y 0 + 5 MHz przy czułości 50 mV/dz oraz 10 Hz + 300 kHz przy 5 mV/dz,
- podstawa czasu: wyzwalana, z wydzieleniem impulsu linii, z wydzieleniem impulsu ramki,
- współczynnik czasu 1 μ s/dz do 5 ms/dz,
- wzmacniacz X - czułość 1 V/dz, pasmo 1 + 150 kHz.

2. Wobulator na pasma I - III służy do kontroli charakterystyk częstotliwościowych wszystkich wzmacniaczy w torze wizji i fonii. Jego parametry są następujące:

- zakres częstotliwości 1 + 250 MHz
- dewiacja maksymalna +10 MHz
- regulacja dewiacji - ciągła
- napięcie wyjściowe 500 mV dla zakresu 1 + 10 MHz i 50 mV - powyżej 10 MHz
- tłumienie napięcia wyjściowego 0 + 60 dB
- rezystancja wyjściowa 75 Ω

3. Wobulator na pasma IV i V służy do kontroli charakterystyk częstotliwościowych stopni w.cz. odbiorników telewizyjnych w IV i V pasmie. Jego parametry są następujące:

- zakres częstotliwości 450 + 960 MHz
- dewiacja maksymalna 20 MHz
- napięcie wyjściowe 50 mV
- rezystancja wyjściowa 75 Ω
- tłumienie napięcia wyjściowego 0 + 60 dB

4. Mieszacz znaczników służy do uzyskania na ekranie oscyloskopu pulsu-
jącego znacznika częstotliwości przy pracy przyrządu jako wobulatora.
Znacznik powstaje w wyniku zdudnienia częstotliwości wobulatora na I -
III lub IV - V pasmach z odpowiednim generatorem znaczników z zestawu, z
generatorem zewnętrznym lub własnym generatorem kwarcowym, dającym zna-
czniki co 50 MHz, 10 MHz i 1 MHz oraz znacznik 6,5 MHz. Amplituda znaczników jest regulowana płynnie.

5. Generator na pasma I - III jest to generator sinusoidalny, który
spełnia w zestawie następujące funkcje: w połączeniu z modulatorem może
służyć jako generator sygnałowy z modulacją amplitudy - również syg-
nałem wizyjnym; dostarcza sygnału o częstotliwości nośnej do wytworze-
nia obrazów kontrolnych, koniecznych do regulacji odbiornika telewizyj-
nego, oraz dostarcza sygnał znacznika, koniecznego przy pracy z wobula-
torem. Parametry generatora:

- zakres częstotliwości 5 + 260 MHz w pięciu podzakresach,
- dokładność częstotliwości +1%
- napięcie wyjściowe 100 mV +6 dB
- rezystancja wyjściowa 75 Ω

6. Generator na IV i V pasma spełnia podobne funkcje jak generator na I -
III pasma i posiada parametry:

- zakres częstotliwości 450 + 960 MHz
- dokładność częstotliwości +1%
- napięcie wyjściowe 50 mV
- rezystancja wyjściowa 75 Ω

7. Modulator - generator FM służy do formowania pełnego sygnału telewi-
zyjnego przez modulację częstotliwości nośnych sygnałami zespolonymi wiz-
ji i fonii. Umożliwia modulację amplitudy sygnału generatora sygnałami
własnymi 1 kHz lub zewnętrznymi, oraz sygnałem wizyjnym z generatora ob-
razów kontrolnych. Posiada wewnętrzny generator FM sygnału fonii oraz
generator m.cz. Parametry modulatora są następujące:

- zakres częstotliwości modulowanych 5 + 1000 MHz
- maksymalna głębokość modulacji 70%
- polaryzacja sygnału wizji ujemna
- zakres dewiacji sygnału fonii 9 + 75 kHz
- częstotliwość wewnętrznego generatora m.cz. 1 kHz
- zakres regulacji tłumika wyjściowego 0 + 60 dB

8. Generator zespolonego sygnału wizji zawiera generator impulsów syn-
chronizujących i generator obrazów kontrolnych: biel, siatka punktów,
gradacja luminańcji, krata biała, prostokąt centrujący, szachownica, po-
laryzacja obrazu: przełączana "+" lub "-", napięcie wyjściowe regulowa-
ne płynnie w granicach 0,1 + 2 V, sygnały synchronizujące - uproszczone.

Komplet wymienionych wkładek zostanie umieszczony w zunifikowanej o-
budowie, przy czym - zależnie od życzenia użytkownika - będzie zawierał
pełny komplet wkładek lub tylko niektóre z nich. Dzięki temu użytkownik
będzie mógł w każdym przypadku dostosować możliwości pomiarowe zestawu
do swoich potrzeb i możliwości inwestycyjnych. Będzie mógł także wyko-
rzystać posiadane już przyrządy pomiarowe do współpracy z zestawem, np.
oscyloskop - jako wskaźnik do wobulatora lub generator sygnałowy - jako
generator znacznika. Taka koncepcja budowy serwisowego zestawu telewizyj-
nego jest oryginalna. W krajach socjalistycznych podobne zestawy buduje
węgierska firma "Hiradasztechnika", są to jednak zestawy przeznaczone do
celów studyjnych.

W najbliższej przyszłości przewiduje się uzupełnienie zestawu wkładką
generatorską koloru, która będzie mogła pracować w miejscu wkładki genera-

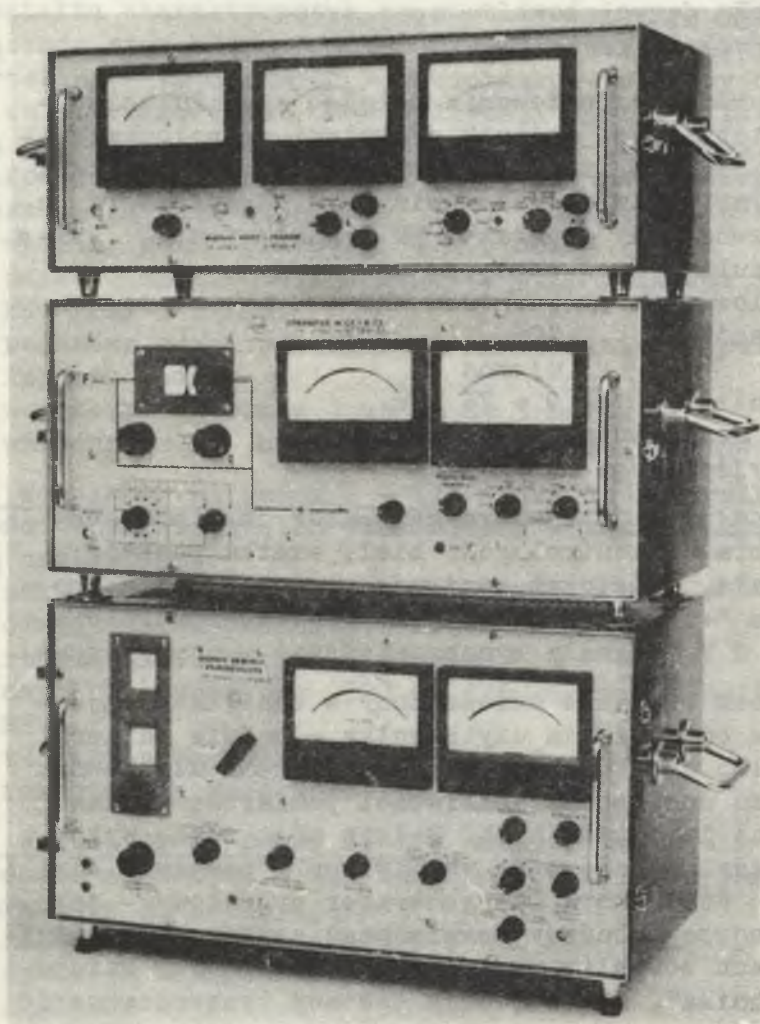
tora sygnału wizji i umożliwi regulację i strojenie odbiorników telewizji kolorowej. Parametry techniczne tej wkładki będą opracowane po przyjęciu przez telewizję określonego standardu.

Przewidywane rozmiary produkcji zestawu powinny całkowicie zaspokoić popyt.

•••

mgr inż. Jerzy WRÓBLEWSKI

ZESTAW POMIAROWY TYPU ZPFM-2 DLA RADIOTELEFONÓW



Zestaw pomiarowy dla radiotelefonów typu ZPFM-2, pokazany na zdjęciu, zalicza się do aparatury serwisowej i służy do napraw i konserwacji radiotelefonów typu FM, pracujących w zakresie częstotliwości 30 + 350 MHz. Zestaw typu ZPFM-2 obejmuje trzy zespoły:

- Generator w.cz. i m.cz. ZPFM-2/G
- Miernik dewiacji i zniekształceń ZPFM2/D
- Miernik mocy i prądów ZPFM2/M

Zestaw umożliwia dokonywanie następujących pomiarów:

a/ w odbiorniku: pomiar czułości, selektywności, zakresu działania układu blokady szumów, odporności blokady szumów na zakłócenia sygnałem sąsiedniego kanału, mocy wyjściowej, zniekształceń nieliniowych, szumów, charakterystyki małej częstotliwości /deemfazy/ prądów w punktach kontrolnych oraz kontrolę dostrojenia dyskryminatora.

Fot.1. Zestaw pomiarowy typu ZPFM-2

b/ w nadajniku: pomiar mocy wyjściowej, dewiacji, ograniczenia dewiacji, zniekształceń modulacji i odstępu szumów, niepożądaną modulację amplitudy, charakterystyki małej częstotliwości /preemfazy/ prądów w punktach kontrolnych oraz kontrolę działania stopni małej częstotliwości /modulatora/.

Ważniejsze parametry techniczne

Generator w.cz.

Generator w.cz. może posiadać 1,2,3 lub 4 zakresy częstotliwości o szerokości 4 MHz.
Stołość w.cz. jest lepsza od $\pm 1,5$ kHz $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ w czasie 15 min.
Moduł impedancji wyjściowej wynosi $50 \Omega \pm 10\%$, a przy użyciu układu przejściowego $75 \Omega \pm 10\%$.
Napięcie na wyjściu regulowane od 0,1 μ V do 200 mV.
Zakres dewiacji 0 \pm 10 kHz lub 0 \pm 20 kHz.

Generator m.cz.

Częstotliwość 400 Hz $\pm 1\%$, 1 kHz $\pm 1\%$ lub 3 kHz $\pm 1\%$
Napięcie wyjściowe w 4 podzakresach od 0 do 5 V na rezystancji wyjściowej 200Ω .
Zniekształcenia nieliniowe napięcia wyjściowego $< 2\%$.

Miernik dewiacji

Zakres w.cz. 30 \pm 350 MHz w 4 podzakresach.
Moduł impedancji wejściowej $75 \Omega \pm 20\%$.
Zakres pomiaru dewiacji 0 \pm 10 kHz i 0 \pm 20 kHz
Dokładność pomiaru dewiacji nie gorsza niż 10%.
Zakres pomiaru modulacji AM 0 - 10% i 0 - 20%.
Dokładność pomiaru modulacji AM nie gorsza niż 10% pełnego wychylenia miernika.

Miernik zniekształceń

Zakresy pomiaru zniekształceń nieliniowych 0 \pm 3%, 0 \pm 10%, 0 \pm 30% i 0 \pm 100%.
Dokładność pomiaru zniekształceń nie gorsza niż 10%.
Częstotliwość podstawowa badanych przebiegów 400 Hz lub 1 kHz.
Zakres pomiaru szumów 0 \pm 50 dB.

Miernik mocy w.cz.

Zakres częstotliwości mierzonych sygnałów od 30 MHz do 350 MHz.
Zakresy pomiaru mocy 0 - 0,5 W, 0 - 2,5 W i 0 - 25 W.
Dokładność pomiaru mocy 10%.
Rezystancja wejściowa wynosi 50Ω .
Współczynnik fali stojącej nie przekracza 1,35.

Miernik mocy m.cz.

Zakres częstotliwości mierzonych sygnałów 50 Hz \pm 20 kHz.
Zakres pomiaru mocy 0 \pm 10 W w 4 podzakresach.
Dokładność pomiaru mocy 10%.

Miernik prądów

Zakres pomiaru prądu stałego od 0 do 2,5 mA w 3 podzakresach.
Dokładność pomiaru prądów nie gorsza niż 5%.
Zakres mierzonych prądów przy badaniu dyskryminatora -60 -0 -60 μ A, -100 -0 -100 μ A i -300 -0 -300 μ A.

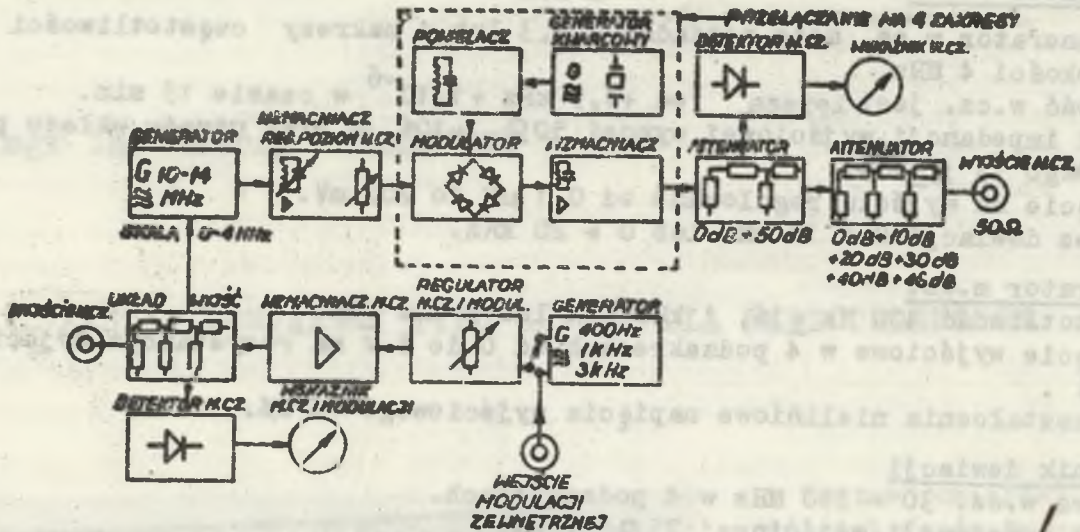
Zasilanie zestawu

Sieć 220 V $\pm 10\%$, 50 Hz
Moc pobierana 85 VA.

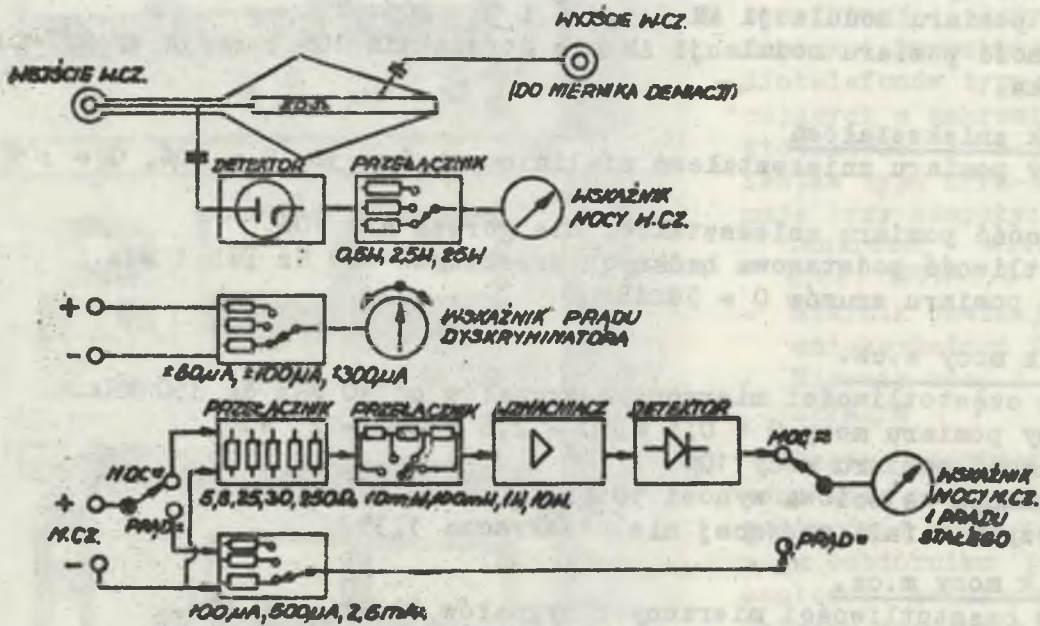
Opis działania zestawu

Zasada działania zestawu pokazana jest na trzech schematach blokowych.

W generatorze w.cz. i m.cz. sygnał o powielonej częstotliwości oscylatora kwarcowego zostaje zmieszany w modulatorze pierścieniowym z sygnałem generatora o częstotliwości 10 - 14 MHz, wzmacnionym we wzmacniaczu-separatorze. Generator w.cz. może pracować w czterech zakresach, każdy o szerokości 4 MHz.



Rys.1. Schemat blokowy generatora w.cz. i m.cz.



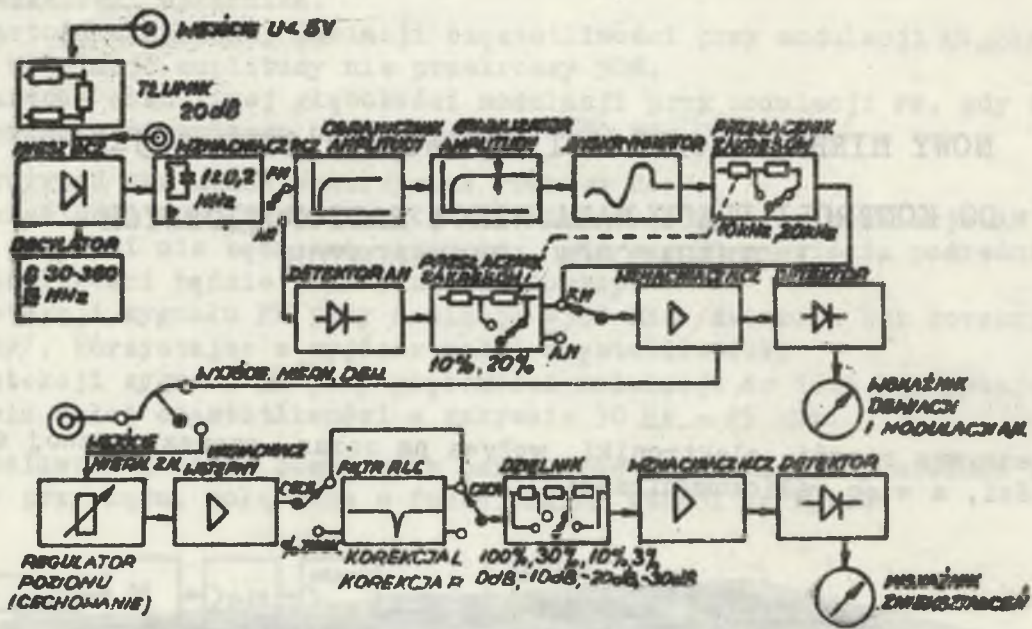
Rys.2. Schemat blokowy miernika dewiacji i zniekształceń

Na wyjściu generatora w.cz. znajduje się attenuator 50 dB oraz attenuator 4x10+6dB. Służą one do ustawiania poziomu napięcia wyjściowego w granicach 0,1 μV - 200 mV.

Generator m.cz. jest wykorzystany jednocześnie jako modulator FM dla generatora w.cz. Napięcie wyjściowe m.cz. oraz napięcie modulujące mierzy się woltmierzem diodowym.

W mierniku dewiacji i zniekształceń sygnał badany doprowadzony jest do mieszacza, do którego jednocześnie doprowadzony jest sygnał z lokalnego oscylatora. Sygnał na wyjściu z mieszacza jest wzmacniany we wzmacniaczu

pośredniej częstotliwości i następnie przez ogranicznik amplitudy i stabilizator amplitudy dostaje się do dyskryminatora "zliczającego". Na wyjściu z dyskryminatora otrzymuje się napięcie m.cz., proporcjonalne do mierzonej dewiacji.



Rys.3. Schemat blokowy mierników mocy i prądów

Przy korzystaniu z miernika zniekształceń badany sygnał doprowadza się ze wzmacniacza m.cz. miernika dewiacji lub bezpośrednio z zewnątrz. Po wzmacnieniu sygnał doprowadzony jest do filtra RLC, który eliminuje składową podstawową, a przepuszcza składowe harmoniczne badanego sygnału, które po wzmacnieniu są doprowadzane do detektora diodowego ze wskaźnikiem wychyłowym, wyskalowanym w procentach zniekształceń nieliniowych.

Miernik mocy w.cz. jest typu absorbcyjnego. Rezystor mocy w.cz. umieszczony jest w specjalnej obudowie zapewniającej praktycznie czysto omowy charakter obciążenia dla w.cz. Moc jest mierzona miernikiem wychyłowym na wyjściu detektora.

Miernik mocy m.cz. jest również typu absorbcyjnego. Rezystory obciążające są jednocześnie dzielnikami napięć dla zrealizowania prawidłowego odczytu mocy.

Zestaw pomiarowy ZPFM2 pracujący do 350 MHz oraz poprzednio produkowany zestaw ZPFM1 pracujący do 180 MHz, są oryginalnymi polskimi opracowaniami, które nie mają swoich ścisłych odpowiedników wśród serwisowej aparatury tego rodzaju w krajach RWPG. W krajach Europy zachodniej znane są 2 zestawy pomiarowe podobne do polskich. Jeden - typu TF2950 - firmy Marconi mimo nieporównywalnie wysokiej ceny, nie umożliwia dokonania tych wszystkich pomiarów, co ZPFM-2. Drugi zestaw typu AM-FM-Messenger SMDF/SMDA, firmy Rohde-Schwarz jest przeznaczony przede wszystkim do pomiarów laboratoryjnych. Cena tego zestawu jest kilkakrotnie wyższa niż ZPFM2, nie może on więc konkurować z serwisowym zestawem typu ZPFM2.

Zestaw typu ZPFM2 przeznaczony jest do napraw i konserwacji rodziny radiotelefonów, wraz z najnowszym polskim radiotelefonem typu FM 305, pracującym na częstotliwościach: 300 + 308 i 336 + 344 MHz.

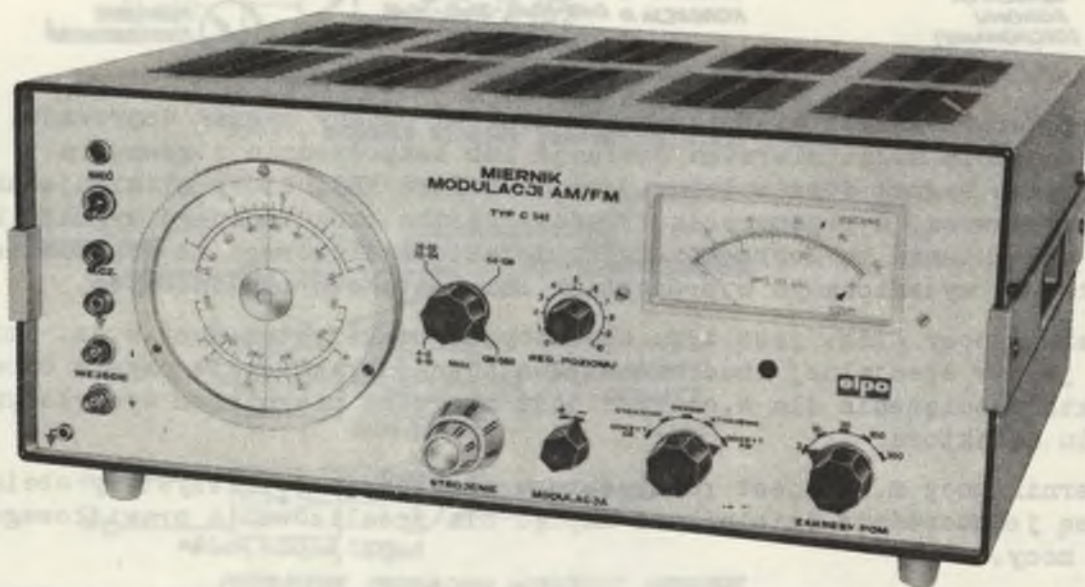
Produkcja zestawów typu ZPFM2 została uruchomiona w 1971 roku w "Elpo" w Warszawie, na podstawie opracowania ZD "Eureka"

Ponieważ zestawem typu ZPFM2 interesuje się wielu odbiorców zagranicznych, planowany jest duży eksport tych zestawów, przy jednoczesnym pełnym zaspokojeniu potrzeb krajowych.

inż. Jacek EJGIN

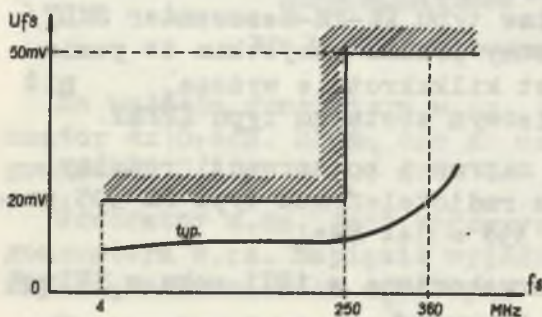
NOWY MIERNIK MODULACJI I DEWIACJI TYPU C-542
DO KONTROLI PRACY NADAJNIKÓW RADIOFONICZNYCH
I GENERATORÓW SYGNAŁOWYCH

Intensywny rozwój elektroniki wpływa na coraz szerszy rozwój sieci łączności, a więc radiokomunikacji.



Fot.1. Miernik modulacji AM/FM

Jednym z przyrządów służących do oceny jakości emisji, jest miernik modulacji AM/FM typu C-542, produkowany przez "Elpo". Wysoka czułość pomiarowa przyrządu /rys.1/ pozwala również badać jakość sygnałów wytwarzanych przez generatory sygnałowe. Przyrząd ten przystosowany jest do pomiarów parametrów modulacji przy zachowaniu ciągłego nadawania fali nośnej.



Rys.1. Charakterystyka czułości napięciowej przyrządu

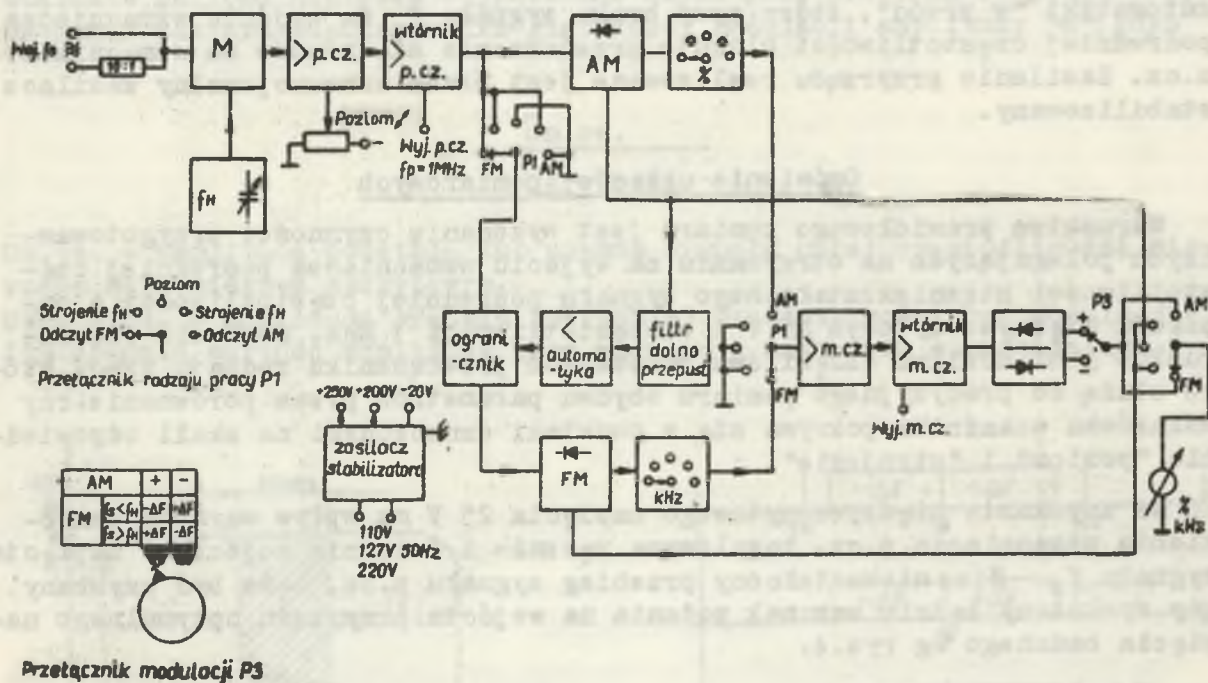
Parametrami mierzonymi są:
1. Wartość dewiacji przy modulacji FM w pięciu zakresach do 300 kHz przy sinusoidalnym sygnale modulującym w przedziale częstotliwości od 30 Hz do 25 kHz z nie-

- dokładnością $\pm 3\%$ w stosunku do pełnego wychylenia wskazówki wskaźnika.
2. Wartość współczynnika głębokości modulacji AM w czterech zakresach do 100% przy sinusoidalnym sygnale modulującym w przedziale częstotliwości od 30 Hz do 25 kHz z niedokładnością $\pm 3\%$ w stosunku do pełnego wychylenia wskazówki wskaźnika.
 3. Wartość szkodliwej dewiacji częstotliwości przy modulacji AM, gdy głębokość modulacji amplitudy nie przekroczy 50%.
 4. Wartość szkodliwej głębokości modulacji przy modulacji FM, gdy dewiacja sygnału miarzonego nie przekroczy ± 50 kHz.

Przyrząd ten można wykorzystać również do:

- a/ określenia współczynnika głębokości modulacji przy modulacji AM sygnałami ciągłymi nie będącymi sinusoidą, gdy sygnał z wyjścia pośredniej częstotliwości będzie podany na oscyloskop,
- b/ detekcji sygnału FM przy dewiacji ± 300 kHz /detekcja bez korekcji demfazy/, korzystając z wyjścia małej częstotliwości;
- c/ detekcji sygnału AM przy głębokości modulacji do 100% korzystając z wyjścia małej częstotliwości w zakresie 30 Hz - 25 kHz.

Możliwość pomiaru powyższych parametrów zapewniają odpowiednie podzespoły przyrządu, połączone w funkcjonalny zespół wg rys.2.



Rys.2. Schemat blokowy miernika modulacji

Opis konstrukcji

Sygnał badany f_s podaje się na wejście I przyrządu do gniazda bezpośredniego 1:1 lub poprzez wbudowany dzielnik napięciowy 10:1 na wejście II. Rezystancja wejściowa w obu wypadkach wynosi 50Ω . Badany sygnał z wejścia doprowadzony zostaje do mieszacza diodowego, z którym sprzężona jest indukcyjnie heterodyna wytwarzająca sygnał f_h . W wyniku zmieszania sygnałów zostaje wytworzona częstotliwość różnicowa $f_p = f_h - f_s$ lub $f_p = f_s - f_h$ /zwana dalej częstotliwością pośrednią/, której wartość została ustalona na 1 MHz. Częstotliwość pośrednia zostaje odfiltrowana poprzez filtr typu π , który stanowi obciążenie układu mieszacza. Tak wydzielona częstotliwość pośrednia jest wzmocniona we wzmacniaczu liniowym zbudowanym w układzie wzmacniacza RC z kompensacją indukcyjną.

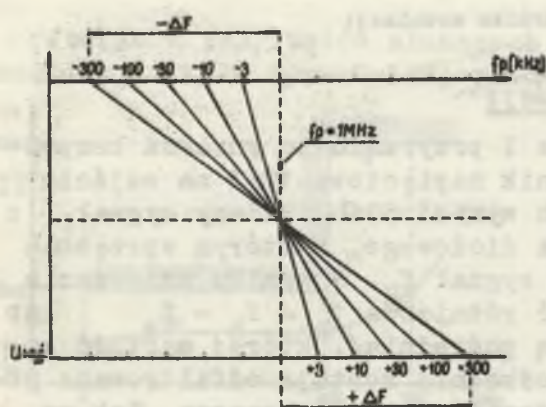
W I stopniu wzmacniacza następuje regulacja poziomu wzmocnienia. Wyjście wzmacniacza pośredniej częstotliwości stanowi wtórnik, który zapewnia rezystancję wyjściową 250Ω . Obciążeniem wtórника jest detektor AM z dzielnikiem napięcia, który decyduje o wartości zakresu pomiarowego współczynnika głębokości modulacji AM. Sygnał p.cz. z wtórника podany jest jednocześnie na przełącznik rodzaju pracy, którego pozycja decyduje o rodzaju pomiaru lub cechowania.

W zależności od położenia przełącznika rodzaju pracy sygnał pośredniej częstotliwości może być podany na wejście ogranicznika, a dalej - na układ detektora częstotliwości /o charakterystyce wg rys.3/ pracującego jako licznik zróżniczkowanych impulsów o częstotliwości pośredniej. W tym członie znajduje się również przełącznik zakresów mierzonej dewiacji. Wydzielony z detektora FM lub AM sygnał modulujący doprowadzony jest do filtra dolnoprzepustowego, łączącego opisane wyżej detektory ze wzmacniaczem małej częstotliwości. Wzmacniacz małej częstotliwości posiada liniową charakterystykę częstotliwościową /w pasmie 30 Hz - 25 kHz dopuszczalną nieliniowość charakterystyki może wynosić $\pm 1\%$. Wyjście wzmacniacza małej częstotliwości jest zrealizowane na wtórniku. Amplitudę sygnału z wtórника kontroluje woltmierz szczytowy wartości dodatnich lub ujemnych, wyskalowany w procentach i kilohercach. W przyrządzie zastosowano układ automatyki "w przód", który przy braku sygnału f. na wyjściu wzmacniacza pośredniej częstotliwości blokuje przenoszenie się szumów na wzmacniacz m.cz. Zasilanie przyrządu realizowane jest przez konwencjonalny zasilacz stabilizowany.

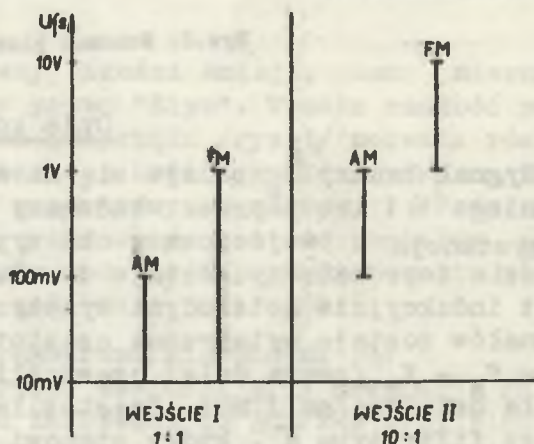
Omówienie układów pomiarowych

Warunkiem prawidłowego pomiaru jest wykonanie czynności przygotowawczych polegających na otrzymaniu na wyjściu wzmacniacza pośredniej częstotliwości niezniekształconego sygnału pośredniej częstotliwości o napięciu międzyszczytowym 25 V i o częstotliwości 1 MHz. Kontrola obu warunków jest możliwa dzięki dwu położeniom przełącznika rodzaju pracy, które służą do precyzyjnego pomiaru obydwu parametrów przez porównanie, czy wskazówka wskaźnika pokrywa się z punktami oznaczonymi na skali odpowiednio "poziom" i "strojenie".

Na uzyskanie międzyszczytowego napięcia 25 V ma wpływ wartość wzmocnienia wzmacniacza p.cz. regulowana ręcznie i dzielnik wejściowy napięcia sygnału f_s . Niezniekształcony przebieg sygnału p.cz. może być uzyskany, gdy spełniony będzie warunek podania na wejście przyrządu optymalnego napięcia badanego wg rys.4.



Rys.3. Charakterystyka detektora FM



Rys.4. Zakresy napięć sygnału badanego

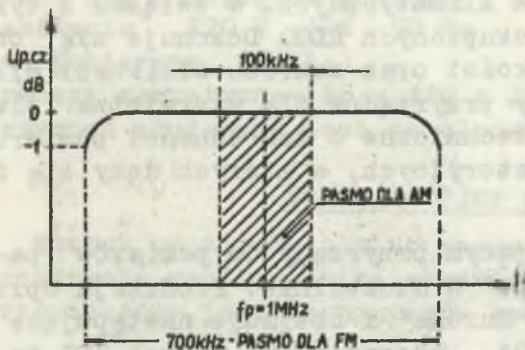
Uzyskanie częstotliwości 1 MHz nie jest trudne, gdyż przyrząd w pozycji "strojenie" pracuje jako analogowy miernik częstotliwości. Ewentualną korekta odchyłki wskazówki wskaźnika od cechy "strojenie" jest możliwa przez precyzyjne skorygowanie częstotliwości heterodyny. Czynność ta ma na celu precyzyjne ustalenie wartości częstotliwości pośredniej na środku pasma ± 50 kHz, które zestrojone jest tak, aby zniekształcenia liniowe nie były większe od 1%. Jest to szczególnie ważne przy pomiarze współczynnika głębokości modulacji amplitudy /rys.5/.

Ustalenie częstotliwości heterodyny względem częstotliwości f_s ma decydujący wpływ na wynik pomiaru dewiacji. Gdy częstotliwość f_h będzie mniejsza od częstotliwości f_s o 1 MHz, charakter skoku dewiacji nie ulegnie zmianie, ponieważ dodatniemu skokowi dewiacji /przyrost częstotliwości w sygnale f_s / będzie odpowiadał dodatni przyrost częstotliwości pośredniej. Natomiast dostrojenie przyrządu przy częstotliwości f_h większej o 1 MHz od częstotliwości f_s spowoduje że dodatniej dewiacji sygnału f_s będzie odpowiadała ujemna dewiacja sygnału p.cz. /rys.6/. Dla ułatwienia odczytu wskaźnik gałki przełącznika rodzaju pomiaru pokazuje odpowiednie pole tabeli zawierające informację, który skok dewiacji FM jest mierzony, lub pomiar współczynnika głębokości modulacji amplitudy za pośrednictwem pomiaru dodatniej lub ujemnej części obwiedni sygnału f_s . Dokładne ustalenie poziomu napięcia wejściowego czyli U_{sr} p.cz. ma decydujący wpływ na wynik pomiaru współczynnika głębokości modulacji amplitudy "m", gdyż

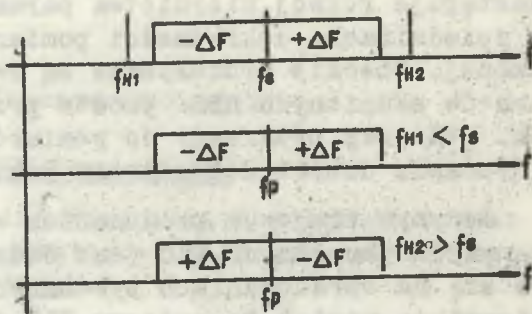
$$m = \frac{\bar{U}_{m.cz.}}{\bar{U}_{sr. p.cz.}}$$

$\bar{U}_{m.cz.}$ - amplituda dodatnia lub ujemna sygnału małej częstotliwości mierzona woltomierzem szczytowym,

$\bar{U}_{sr. p.cz.}$ - amplituda sygnału pośredniej częstotliwości bez modulacji lub średnia wartość amplitudy przy modulacji napięciem sinusoidalnym.



Rys.5. Charakterystyka wzmacniacza pośredniej częstotliwości



Rys.6. Wpływ częstotliwości heterodyny na widmo sygnału pośredniej częstotliwości

Mimo dwu rodzajów cechowań - "poziom" i "strojenie" - przyrząd charakteryzuje się prostotą obsługi i wygodnym, bezpośrednim odczytem mierzonej wielkości. Może on być stosowany w przemyśle, laboratoriach pomiarowych, radiokomunikacji i wszędzie tam, gdzie istnieje konieczność pomiarów parametrów modulacji.

Przyrząd przeznaczony jest do pracy ciągłej przy temperaturze otoczenia $+10 \pm 35$ °C w pomieszczeniach zamkniętych bez szkodliwych oparów związków chemicznych i zapylenia. Zasilanie przyrządu może odbywać się tylko

napięciem przemiennym 50 Hz o napięciu 220, 127, 110 V z niestałością $\pm 10\%$, moc pobierana ok. 125 VA.

Pozostałe dane techniczne przyrządu:

Napięcie wyjściowe m.cz. ≤ 1 V przy pełnym odchyleniu wskazówki wskaźnika /w pozycji "odczyt AM" lub "odczyt FM"/

Rezystancja wyjściowa m.cz. $1\text{ k}\Omega$ $\pm 20\%$

Tętnienia i szumy na wyjściu m.cz. 40 dB w odniesieniu do zakresu 30 kHz lub 30%

Napięcie wyjściowe p.cz. /1 MHz/ przy nieobciążonym wyjściu $\leq 0,4$ V przy wychyleniu wskazówki wskaźnika na cechę "poziom"

Ciężar przyrządu ok. 18 kg.



mgr inż. Maciej LIPINSKI

NOWE PRYZRZĄDY DO POMIARÓW STAŁYCH OBWODÓW

Podstawowym składnikiem podzespołów stosowanych w przemyśle elektrycznym są elementy RLC. Wraz ze wzrostem wymagań stawianych aparaturze elektronicznej konieczna jest stała poprawa parametrów stosowanych elementów RLC. Pociąga to za sobą rozwój miernictwa umożliwiającego kontrolę tych parametrów, dokonywaną pod wpływem zmian napięcia zasilającego, częstotliwości, czasu i znacznych wpływów klimatycznych. W związku z tym następuje rozwój miernictwa parametrów skupionych RLC. Dokonuje się on w dziedzinach: dokładności pomiaru, szybkości oraz zakresu wielkości mierzonej. Obecnie produkowane są dwie grupy przyrządów dla miernictwa elementów skupionych RLC: proste przyrządy techniczne o dokładności pomiaru ok. $\pm 1\%$ oraz przyrządy do pomiarów laboratoryjnych, w których dąży się do uzyskania dużych dokładności pomiaru.

Jedynym krajowym producentem wytwarzającym przyrządy do pomiarów parametrów skupionych RLC jest Oddział "Elpo" w Szczecinie. Produkcja opiera się na opracowaniach wykonanych w ZD "Eureka" i obejmuje następujące mierniki: mostek techniczny RLC typu U-901, laboratoryjny mostek RLC typu E-307, laboratoryjny mostek C typu E-309 i mostek tolerancji typu E-308.

Przy współudziale PIAP/Oddział we Wrocławiu opracowuje się mostki cyfrowo-automatyczne, które rozszerzą grupę przyrządów do pomiarów laboratoryjnych. Poniżej omówiono parametry techniczne, układy oraz zastosowanie wymienionych przyrządów.

Mostek techniczny typu U-901

Mostek ten przeznaczony jest do wykonywania szybkich, warsztatowych pomiarów rezystancji, indukcyjności i pojemności.

Dane techniczne przyrządu:

Zakres mierzonych wartości elementów RLC

$0,01 \Omega \pm 11,1 M\Omega$,

$0,1 \mu H \pm 111 H$

$0,1 pF \pm 111 \mu F$

przy założonej dokładności pomiaru

- rezystancji

$1,1 \Omega \pm 1,11 M\Omega \quad \pm 1\%$

$0,01 \Omega \pm 1,11 \Omega \quad i \quad 1,1 M\Omega \pm 11,1 M\Omega \quad \pm 2\%$

- indukcyjności dla cewek o $Q = 1 \pm 100$

$11,0 \mu H \pm 1,11 H \quad \pm 1\%$

$0,1 \mu H \pm 11,1 \mu H \quad i \quad 11 H \pm 111 H \quad \pm 2\%$

- pojemności dla kondensatorów o $tg \delta = /0,1 \pm 100/ 10^{-3}$

$11 pF \pm 11,1 \mu F \quad \pm 1\%$

$0,1 pF \pm 11,1 pF \quad i \quad 11 \mu F \pm 111 \mu F \quad \pm 2\%$

Pomiar rezystancji wykonywany jest przy pomocy prądu stałego. Podczas pomiarów rezystancji mostek pracuje w układzie Wheatstone'a. Zasilanie mostka odbywa się w punktach AB /rys.1/ z prostowniczego układu mostkowego zasilanym napięciem, otrzymanym z generatora 1000 Hz. Z przekątnej równowagi mostka CD napięcie podawane jest przez filtr RC na przetwornik napięcia stałego na zmienne /wykonany na przekaźniku polaryzowanym zasilanym z sieci 50 Hz/. Układ filtrujący RC zmniejsza wpływ zakłóceń zewnętrznych oraz oddziela układ mostkowy od przekaźnika i wzmacniacza. Duża czułość wzmacniacza umożliwia pomiar dużych rezystancji przy małym napięciu pomiarowym.

Pomiar indukcyjności i pojemności może być wykonywany z wewnętrznego źródła o częstotliwości 1000 Hz lub zewnętrznego, wytwarzającego napięcie w zakresie 30 Hz do 20 kHz. Pomiary indukcyjności przeprowadza się mostkiem w układzie Maxwella-Wiena /rys.2/. Zasilanie mostka odbywa się w punktach AB z transformatora generatora 1000 Hz /częstotliwość może być inna, jeśli układ jest wysterowany z zewnętrznego generatora/. Z przekątnej równowagi mostka CD napięcie podawane jest na wzmacniacz równowagi. Przy pomiarach pojemności układ zostaje przekształcony na mostek Sauty-Wiena /rys.3/. Zasilanie mostka odbywa się tak, jak i poprzednio w punktach AB, a napięcie równowagi pobierane jest z punktów CD.

Zasilanie $220 V \pm 10\%$ 50 Hz

Moc pobierana 16 VA

Wymiary zewnętrzne 128 x 440 x 250 mm

Przyrząd zbudowany jest na elementach półprzewodnikowych

Laboratoryjny mostek RLC typu E-307

Mostek umożliwia pomiar rezystancji, indukcyjności i pojemności oraz oznaczenie współczynnika stratności kondensatorów i dobroci cewek. Przyrząd przeznaczony jest do pomiarów laboratoryjnych.

Dane techniczne przyrządu:

Zakres mierzonych wartości elementów RLC

$10 \Omega \pm 11,1 M\Omega$

$1 \mu H \pm 111 H$

$10 pF \pm 111 \mu F$

przy założonej dokładności pomiaru

- rezystancji

$10 \Omega \pm 1,1 M\Omega \quad \pm 0,3\%$

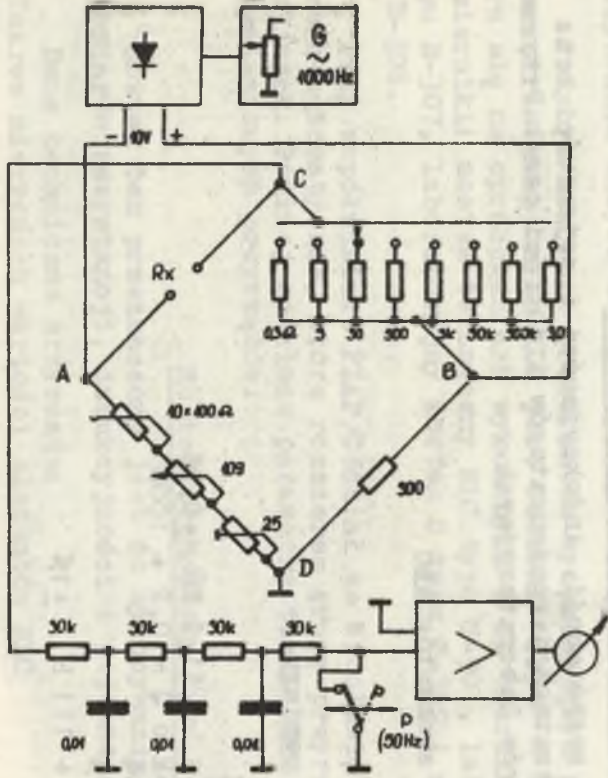
$1 \Omega \pm 11 \Omega \quad i \quad 1 M\Omega \pm 11,1 M\Omega \quad \pm 0,5\%$

- indukcyjności dla cewek o $Q = 0,2 \pm 1000$

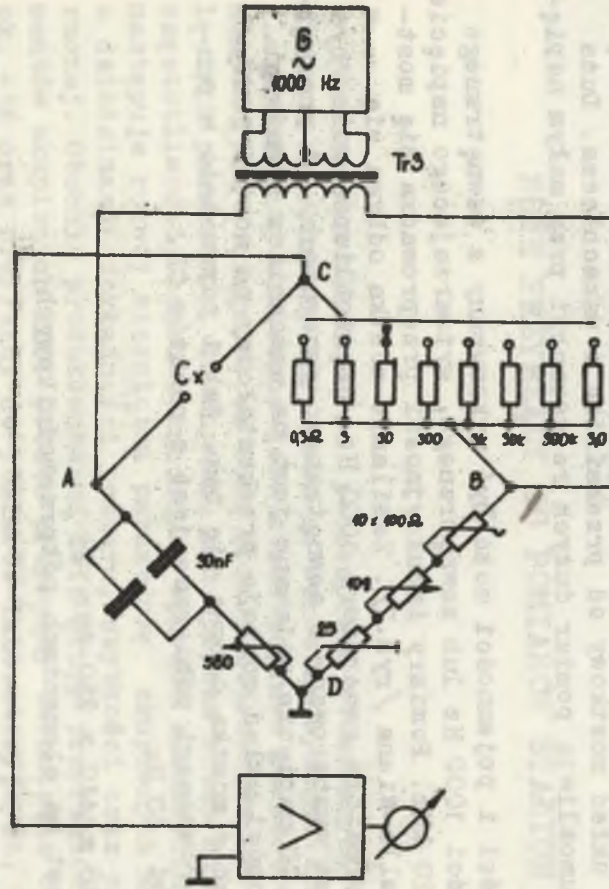
$1 mH \pm 0,111 H \quad \pm 0,5\%$

$0,1 H \pm 11,1 H \quad \pm 0,7\%$

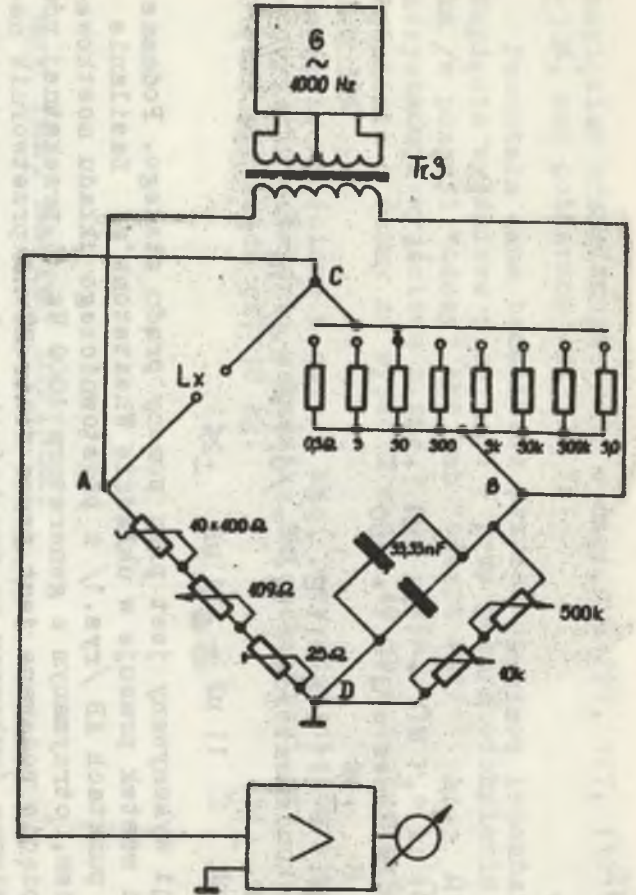
$10 \mu H \pm 1 mH \quad i \quad 10 H \pm 111 H \quad \pm 1\%$



Rys.1.



Rys.2.



Rys.3.

- pojemności dla kondensatorów o $\text{tg } \delta = 0,001 \pm 5$
- 10 pF ± 111 pF $\pm 0,5\%$
- 100 pF $\pm 1,11$ μF $\pm 0,3\%$
- 1 μF ± 111 μF $\pm 0,7\%$

Pomiar rezystancji wykonywany jest przy pomocy prądu stałego, a indukcyjności i pojemności przy zasilaniu z generatora wewnętrznego o $f = 1000$ Hz lub z zewnętrznego źródła o częstotliwości 30 Hz ± 20 kHz.

Zasilanie 220 V $\pm 10\%$ 50 Hz

Moc pobierana 10 VA

Wymiary zewnętrzne 435 x 155 x 80 mm

Przyrząd zbudowany jest na elementach półprzewodnikowych

Laboratoryjny mostek C typu E-309

Mostek ten przeznaczony jest do laboratoryjnych pomiarów pojemności uziemionych i nieziemionych w układzie dwu- lub trójpunktowym, pomiarów różnicy pojemności dwóch kondensatorów, oraz umożliwia pomiar współczynników stratności kondensatorów.

Dane techniczne przyrządu:

Zakres pomiaru pojemności przy założonej dokładności zawiera się w granicach:

0,002 pF $\pm 0,10$ pF $\pm 0,002$ pF

0,1 pF $\pm 1,1$ μF $\pm 0,1\%$

1 μF ± 11 μF $\pm 0,2\%$

10 μF ± 110 μF $\pm 1\%$

przy możliwości pomiaru współczynnika stratności w granicach $\text{tg } \delta = /0 \pm 210/ \cdot 10^{-3}$ i dokładności $\pm 5\%$ przy sygnale zasilającym mostek o częstotliwości 800 kHz.

Zasilanie 220 $\pm 10\%$ 50 Hz

Moc pobierana 10 VA

Wymiary 440 x 128 x 250 mm

Przyrząd zbudowany jest na elementach półprzewodnikowych.

Mostek tolerancji typu E-308

Mostek ten służy do szybkiego określenia procentowej różnicy między badanym elementem RLC a przyjętymi wzorcami. Odczyt dokonywany jest na ekranie lampy oscyloskopowej. Przyjęty system odczytu pozwala na jednoczesne określenie różnicy dobroci lub współczynnika stratności badanych elementów w stosunku do elementów wzorcowych. Mostek tolerancji umożliwia szybką kontrolę rezystorów, kondensatorów, cewek indukcyjnych, transformatorów, lamp elektronowych, dzięki czemu może znaleźć szerokie zastosowanie przy masowej kontroli wyrobów oraz kontroli dostaw. Główną cechą układu jest brak bezwładności lampy oscyloskopowej, co przy zastosowaniu półautomatycznych zacisków przyłączeniowych dla badanych elementów, umożliwia wykonanie ponad 3000 pomiarów w ciągu godziny. Zakres określenia tolerancji elementów badanych mostkiem zasilanym napięciem o częstotliwości 1000 Hz i dwóch napięciach zasilania.

Dane techniczne przyrządu:

- przy użyciu zasilania 1 V

-2% \pm +2% błąd pomiaru $\pm 0,1\%$

-10% \pm +10% błąd pomiaru $\pm 0,5\%$

-25% \pm +30% błąd pomiaru $\pm 2,5\%$

- przy napięciu zasilania 10 V

-0,5% \pm 0,5% błąd pomiaru $\pm 0,05\%$

-2% \pm +2% błąd pomiaru $\pm 0,1\%$

-10% \pm +10% błąd pomiaru $\pm 0,5\%$

Zakres pomiaru elementów RLC:

- przy napięciu zasilania 1 V

10 Ω \pm 2 M Ω

2 mH \pm 10 H

50 pF \pm 40 μ F

- przy napięciu zasilania 10 V

1000 Ω \pm 10 M Ω

300 mH \pm 5 H

50 pF \pm 0,5 μ F

Napięcie zasilania 220 V \pm 10% 50 Hz

Moc pobierana 50 VA

Wymiary 330 x 162 x 320 mm.

mgr inż. Andrzej MACIEJEWSKI

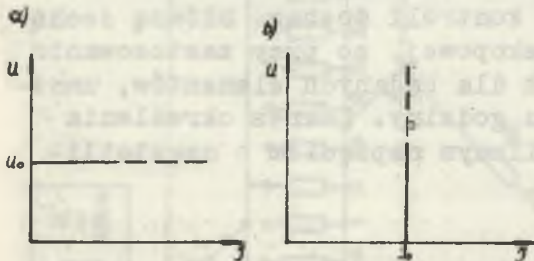
ZASILACZE TRANZYSTOROWE

OMÓWIENIE KONSTRUKCJI I PARAMETRÓW

1. W s t ę p

W elektronice spotykamy się z dwoma zasadniczymi rodzajami źródeł energii elektrycznej:

- 1/ Z r ó d ł a m i n a p i ę c i o w y m i, których idealna charakterystyka przedstawiona jest na rys.1a. Wartość napięcia na wyjściu źródła jest stała i nie zależy od wartości oddawanego do obciążenia prądu. Moc oddawana przez źródło jest najmniejsza przy ROZWARIU na wyjściu;
- 2/ Z r ó d ł a m i p r ą d o w y m i, których prąd wyjściowy jest stały i niezależny od obciążenia. Moc oddawana przez zasilacz jest najmniejsza w przypadku ZWARCIA na wyjściu. Charakterystyka idealnego źródła stałoprądowego przedstawiona jest na rys.1b. W praktyce jest niemożliwe



Rys.1. Charakterystyki idealnych źródeł:
a - napięciowego; b - prądowego

zrealizowanie idealnego źródła ze względu na to, że moc oddawana przez zasilacz rośnie do nieskończoności, gdy obciążenie zasilacza napięciowego maleje do zera /zwieranie wyjścia/, a w przypadku zasilacza stałoprądowego - gdy zwiększamy rezystancję obciążenia /rozwieranie wyjścia/. Realizowane w praktyce zasilacze stanowią przybliżenie idealnych źródeł, spełniając w pewnym przedziale parametry wymagane od idealnego źródła. Ilustruje to rys.2, przedstawiający charakterystykę zasilacza, który do

pewnych ustalonych wartości prądu obciążenia przedstawia sobą źródło napięciowe, a po przekroczeniu tej wartości prądu staje się źródłem prądowym. Przy pomocy pokręteł można ustawić pole pracy zasilacza wybierając napięcie wyjściowe zasilacza z przedziału $0 - U_{\max}$ oraz prąd z przedziału $0 - I_{\max}$, co zaznaczono liniami przerywanymi na rys.2. Rodzaj pracy zasilacza określony jest wartością obciążenia R_{ob} przyłożonego na wyjściu zasilacza. Dla $R_{ob} < R_1$, gdzie R_1 jest wartością rezystancji określoną równaniem:

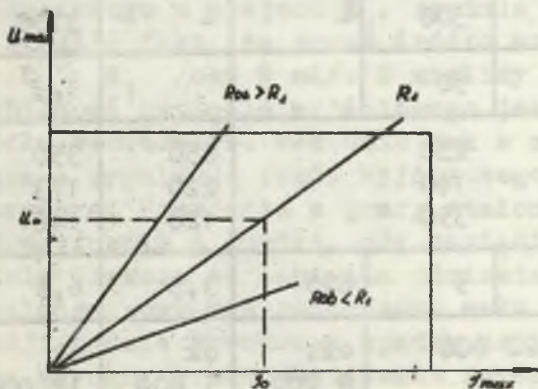
$$R = \frac{U_1}{I_1}$$

gdzie:

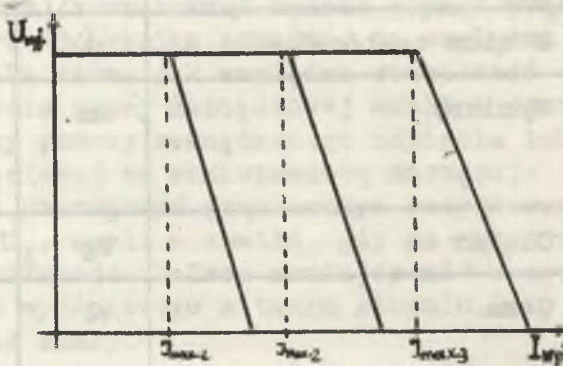
- U_1 - ustawiona wartość napięcia,
- I_1 - ustawiona wartość prądu

zasilacz daje stałe napięcie, a dla $R_{ob} > R_1$ zasilacz daje stały prąd.

W większości zastosowań zasilacze pracują jako źródła napięciowe, a jedynie w celu zabezpieczenia układu przed przypadkowym zwarcie na wyjściu stosuje się przelączalne ograniczenie prądowe, umożliwiające ustawienie jednej z kilku wartości maksymalnego prądu oddawanego przez zasilacz /rys.3/. Zabezpieczenie w postaci ograniczenia prądowego posiadają zasilacze P-321, P-322. Charakterystyka ogranicznika prądowego przedstawiona jest na rys.3.



Rys.2. Charakterystyka zasilacza stało-prądowo-stałonapięciowego



Rys.3. Charakterystyki ogranicznika prądowego

2. Charakterystyki produkowanych zasilaczy

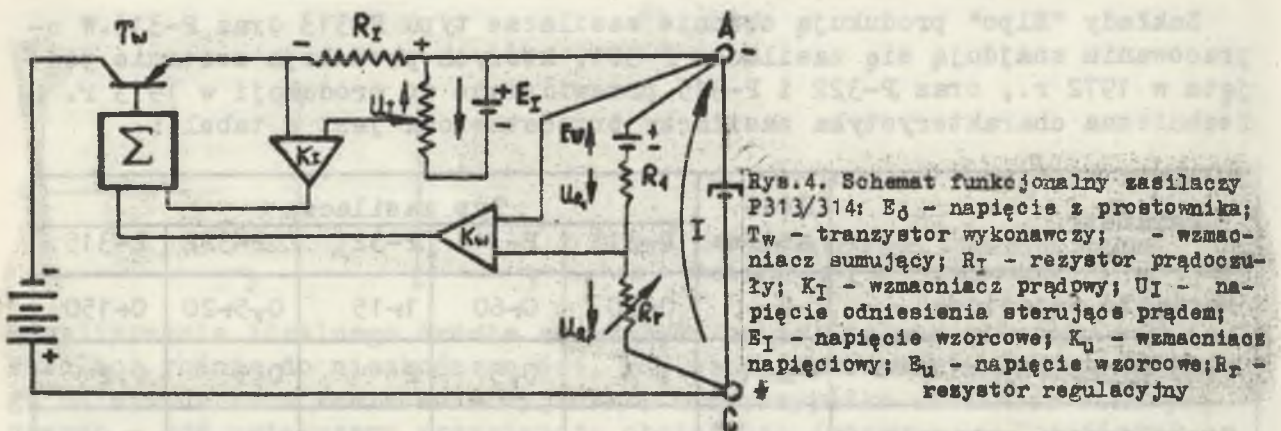
Zakłady "Elpo" produkują obecnie zasilacze typu P-313 oraz P-314. W opracowaniu znajdują się zasilacze P-321, których produkcja zostanie podjęta w 1972 r., oraz P-322 i P-315 przewidziane do produkcji w 1973 r. Techniczna charakterystyka zasilaczy przedstawiona jest w tabeli:

Parametr	Jednostka	Typ zasilacza				
		P-313	P-314	P-321	P-322	P-315
Napięcie wyjściowe	V	0;30	0;60	1;15	0,5;20	0;150
Prąd wyjściowy	A	1	0,5	2	0,5	0,2
Stabilizacja napięcia przy zmianie napięcia sieci +10%	%	0,01	0,01	0,1	0,5	0,01

Parametr	Jed- nostka	Typ zasilacza				
		P-313	P-314	P-321	P-322	P-315
Rezystancja wyjściowa dla stabilizacji napięciowej	m Ω	5	5	10	10	150
Poziom zakłóceń i przydźwięku sieci	mV	1	1	0,5	0,5	1
Ograniczenie prądowe	A	-	-	0,22 0,55 2,2	0,05 0,15 0,5	-
Prąd wyjściowy przy stabilizacji prądowej	A	0-1	0-0,5	-	-	0,1 0,2
Stabilizacja prądu przy zmianie napięcia sieci +10%	μ A	200	200	-	-	20
Rezystancja wyjściowa dla stabilizacji prądowej	k	300	300	-	-	3750
Poziom zakłóceń	μ A	50	50			1,3
Wymiary	mm		230 140 350		250 220 128	350 173 146
Ciężar	kg	9	9	6,5	3,5	6,5
Cena	zł	ok. 20 000		ok. 9 000	ok 5 800	ok 12 000

Konstrukcje zasilaczy P-313 i P-314

Zasilacze P-313 oraz P-314 układowo niczym się od siebie nie różnią. Zbudowane są w konwencjonalnym układzie z szeregowym elementem wykonaw-



czym sterowanym z dwóch wzmacniaczy: napięciowego i prądowego, połączonych w układzie jak na rys.4.

Regulacja napięcia odbywa się w układzie kompensacyjnym, w którym napięcie wzorcowe E_U jest skompensowane spadkiem napięcia na rezystorze R_1 .

$$-E_U + I R_1 = 0 \quad /1/$$

Napięcie wyjściowe jest równe spadkowi napięcia na rezystorze R_r . Prąd płynący przez rezystor R_1 i R_r jest równy

$$I = \frac{E_U}{R_1} \quad /2/$$

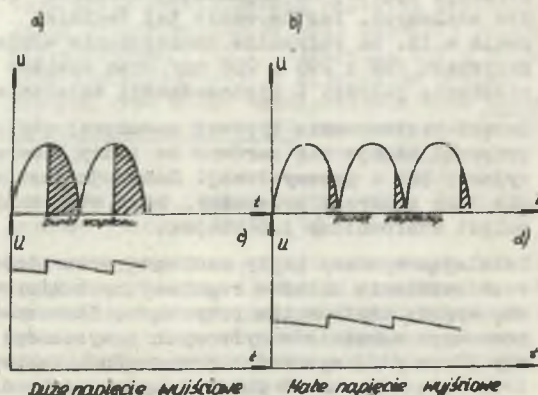
Napięcie na wyjściu, zależne od rezystancji R_r przyjmuje wartość określoną równaniem:

$$U_{wyj} = I /R_1 + R_r/ - E_U = \frac{E_U R_r}{R_1} \quad /3/$$

Gdy na skutek dowolnego wpływu z zewnątrz napięcie na wyjściu ulegnie zmianie, np. wzrośnie, wzmacniacz K_U zostanie wysterowany i tranzystor wykonawczy T zostanie zamknięty, co spowoduje spadek napięcia na wyjściu do wartości określonej równaniem /3/. Układ połączeń jaki zastosowano w P-313 i P-314 pozwala na sterowanie zasilacza przy pomocy zewnętrznego rezystora podłączonego w miejsce R_r lub zewnętrznego napięcia wzorcowego podłączonego w miejsce E_U , zgodnie z zależnością /3/. Należy przy tym uwzględnić fakt, że przez źródło wzorcowe /zewnętrzne/ będzie płynął prąd $I = E_U : R_1$ /ok. 5 mA/. Z analizy wzoru /3/ wynika ponadto, że względna stabilność napięcia wyjściowego jest taka sama, jak względna stabilność źródła wzorcowego. Podobnie jak w zakresie pracy napięciowej możliwa jest praca z regulacją prądu wyjściowego przy pomocy zewnętrznego napięcia lub rezystora. Przejście z pracy stałonapięciowej na stałoprądową następuje automatycznie z chwilą, gdy napięcie na szeregowym prądociukowym rezystorze będzie większe od napięcia odniesienia U_T , czyli z chwilą, gdy na wyjściu zasilacza zostanie podłączona mała rezystancja. Dalsze zmniejszenie rezystancji będzie powodować spadek napięcia wyjściowego w takim stopniu, aby prąd płynący przez obciążenie pozostawał stały.

4. Zasilacz P-315

Zasadniczą cechą różniącą ten zasilacz od pozostałych jest zastosowanie wstępnego regulatora napięcia, zbudowanego na tyrystorze. Takie rozwiązanie pozwala na zmniejszenie mocy traconej w zasilaczu, w stosunku do układów konwencjonalnych w których cała moc będąca iloczynem prądu oddawanego przez zasilacz, pomnożonego przez różnicę napięcia na prostowniku i napięcia wyjściowego, była tracona wewnątrz zasilacza. Zadaniem tyrystorowego regulatora wstępnego jest zasilanie konwencjonalnego układu regulacyjnego napięciem wyższym o kilkanaście woltów od napięcia wyjściowego. Osiąga się to przez zmianę momentu zapłonu tyrystora, wyzwalanego podwójną częstotliwością sieci. Przebiegi napięć wejściowych na tyrystorowym regulatorze wstępnym przedstawione są na rys.5. Wynikiem jest mała strata mocy na tranzystorze szeregowym oraz w tyrystorze.



Rys.5. Napięcie na regulatorze tyrystorowym: a,b - przed tyrystorem; c,d - za tyrystorem

KOMUNIKATY

W komunikatach przedstawiamy konstrukcje nowych wyrobów, które nie zostały omówione szczegółowo w artykułach zamieszczonych w poprzednich działach niniejszego Biuletynu.

Oprac. R.K.

CZĘSTOŚCIOMIERZ-CZASOMIERZ LICZĄCY

TYPU C-549

Częstościomierz typu C-549 jest uniwersalnym przyrządem wykonanym w oparciu o technikę zliczania liczby impulsów, całkowicie na obwodach scalonych monolitycznych grupy TTL. Odczyt wyniku pomiaru odbywa się przy zastosowaniu lamp cyfrowych typu "NIXI".

Przyrząd jest przeznaczony do:

- zliczania liczby impulsów w zakresie 1-99999
- pomiaru częstotliwości w zakresie 0 - 10 MHz w czasie 0,01; 0,1; 1 s
- pomiaru okresu w zakresie 10 μ s - 10³ s
- pomiaru wielokrotności okresu w zakresie 1 μ s - 9999,9 μ s przy liczbie mierzonych okresów 10 - 10² - 10³
- pomiaru odstępu czasu przy ustawieniu przyrządu do pracy jako przelicznika i wybraniu jednej z trzech dostępnych jednostek pomiarowych /0,01 - 0,1 - 1 s/
- pomiaru stosunku dwóch częstotliwości.

Wewnętrzny generator podstawy czasu posiada częstotliwość 1 MHz. Wyjście na drukarkę wyniku pomiaru jest wykonane w kodzie BCD.

Częstościomierz typu C-549 jest pierwszym z opracowywanej serii przyrządów tego typu, o konstrukcji opartej na najnowszej technice obwodów scalonych. Zastosowanie tej techniki pozwala m.in. na radykalne zmniejszenie wymiarów przyrządu /88 x 290 x 208 mm/ oraz wybitne podniesienie jakości i niezawodności działania.

Dzięki zastosowaniu typowej modułowej obudowy, przyrząd nadaje się zarówno do pracy laboratoryjnej, jak i przemysłowej. Znajduje zastosowanie jako przyrząd przenośny, bądź wbudowany w pulpit sterowniczy lub stojak.

Ustalając wymiary płyty czołowej oraz ilość i rozmieszczenie układów regulacyjnych kierowano się wygodą użytkownika przyrządu. Zastosowanie neonowych wskaźników cyfrowych o wysokości cyfry 30 mm /1/3 wysokości przyrządu/ zapewnia doskonałą widoczność pola odczytowego z dużej odległości. Użycie wyłącznie wciskanych przełączników klawiszowych, zmniejszenie ich ilości do minimum oraz czytelny i przejrzysty układ organów regulacyjnych zapewnia łatwość obsługi. Modułowa konstrukcja dekad liczących, wydzielenie konstrukcyjne bloków funkcjonalnych.

ograniczenie do minimum ilości przewodów łączących /dzięki zastosowaniu zbiorczej płytki z wydrukowanymi połączeniami i wlutowanymi gniazdami/ powodują, że budowa przyrządu jest przejrzysta i pozwala na łatwy dostęp do elementów i punktów pomiarowych.

PIROMETR OPTYCZNY TYPU EP-7

Przyrząd przeznaczony jest do przemysłowych pomiarów wysokich temperatur w zakresie 800 + 2000°C w przypadku, gdy warunki lokalne nie pozwalają na taki pomiar za pomocą termometru termoelektrycznego.



Pirometr optyczny typu EP-7

Pirometr zbudowany jest z dwóch zasadniczych części: układu optycznego i układu elektrycznego.

Układ optyczny zawiera: obiektyw, diafragmę, filtr szary, diafragmę-okular oraz filtr czerwony. W polu widzenia układu optycznego umieszczone jest włókno żarówki pirometrycznej.

Układ elektryczny stanowi niezrównoważony mostek Wheatstone'a; w jednym z ramion mostka znajduje się żarówka pirometryczna.

Miernik wychyłowy, wyskalowany bezpośrednio w stopniach C włączany jest w przekątną mostka.

CYFROWY MIERNIK CZASU REAKCJI

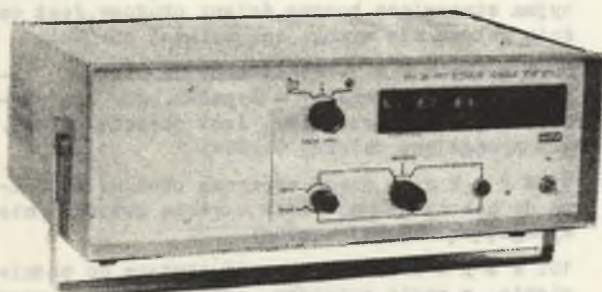
TYPU M-301

Miernik typu M-301 jest cyfrowym, w pełni strukturalnie zintegrowanym przyrządem, przeznaczonym do pomiaru czasu reakcji prostej, a przy zastosowaniu odpowiedniej przystawki - czasu reakcji złożonej człowieka.

Produkowany jest w dwóch wersjach:

1. Model typu M-301A, charakteryzujący się dużą dokładnością $\pm 5 \cdot 10^{-4}$ Tx ± 1 ms, gdzie Tx = 1 ms \pm 4 s/, przeznaczony jest do prac badawczych z zakresu psychologii eksperymentalnej.

2. Model typu M-301B, uproszczony w stosunku do modelu M-301A, przeznaczony jest dla przemysłowych pracowni psychologicznych dla prowadzenia okresowych badań kontrolnych wybranych grup pracowników. Zakres pomiaru: 10 ms \pm 4 s.



Cyfrowy miernik typu M-301

Pomiar czasu reakcji może być wykonywany: ręcznie, za pomocą odpowiedniego przycisku z czasem powtarzania zależnym od woli dokonującego pomiaru; automatycznie, z płynnie regulowanym czasem powtarzania w granicach 2 \pm 10 s; impulsowo, z ewentualnym o polaryzacji ujemnej i amplitudzie 4 \pm 10 V, z czasem powtarzania zależnym od urządzenia programującego.

Automatyczne urządzenie programujące wykonuje następujące czynności: kasuje wynik pomiaru wykonany poprzednio, kontroluje prawidłowość przygotowania badanej osoby do pracy, eskpomuje bodźce i uruchamia miernik czasu.

Zapis wyniku pomiaru może być dokonany na drukarce typu 3510 produkcji firmy "RFT" /NRD/.

Miernik jest wyposażony w generatory bodźców akustycznych i optycznych oraz przyciski do reagowania ręką i nogą. Dodatkowo, na żądanie klienta, może być wyposażony w urządzenie programujące, przystawkę do pomiaru reakcji alternatywnej, specjalne generatory bodźców optycznych do pomiaru reakcji alternatywnej.

TRANZYSTOROWY MIERNIK POZIOMU DŹWIĘKU

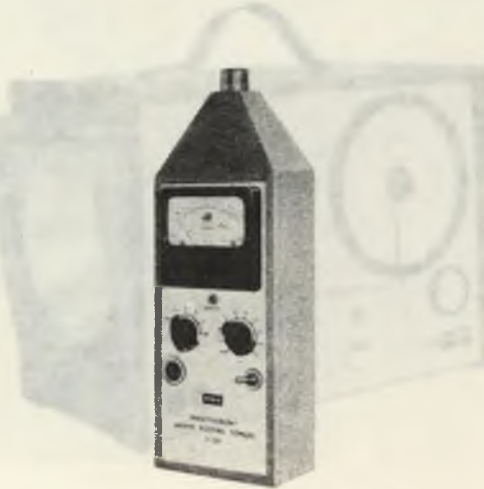
TYPU N-201

Miernik umożliwia bezpośredni pomiar oraz rejestrację poziomu hałasu mierzonego w decybelach w zakresie 40 - 130 dB w pasmie częstotliwości 31,5 \pm 12500 Hz. Zmiana zakresu pomiarowego - skokowa, co 10 \pm 0,3 dB.

Przyrząd jest użyteczny przy określaniu warunków pracy maszyn i pojazdów oraz przy badaniach warunków zdrowotnych w pomieszczeniach zagrożonych hałasem. Spełnia on wymagania polskiej normy PN-64/T-06460 na mierniki poziomu dźwięku.

Niewielkie wymiary /220 x 120 x 60 mm/ i mały ciężar /2 kg/, ułatwiają posługiwanie się przyrządem. Przy rejestrowaniu dźwięku oraz dla pomiarów ciągłych, miernik umieszcza się na statywie.

Przyrząd wyposażony jest w mikrofon pojemnościowy o skuteczności 4 mV/ μ bar przy częstotliwości 250 Hz. Charakterystyka skuteczności 3dB w pasmie 31,5 \pm 12500 Hz.



Tranzystorowy miernik poziomu dźwięku typu N-201

Z mikrofonem współpracuje przedwzmacniacz zrealizowany na lampie typu 1T4T. Sygnał uzyskany na wyjściu przedwzmacniacza doprowadzony jest przez dzielnik napięcia do wzmacniacza tranzystorowego i korektora. Korektor umożliwia otrzymywanie trzech charakterystyk wymaganych polską normą /krzywe A, B i C/ oraz charakterystyki liniowej. Po korekcji i dodatkowym wzmocnieniu napięcie sygnału zostaje wyprostowane. Stała czasu detektora jest regulowana za pomocą przełącznika.

Przyrząd zasilany jest z czterech baterii 9 V typu 6F22. Stabilizowane napięcie zasilające lampę przedwzmacniacza oraz napięcie polaryzacji mikrofonu /115 V/ otrzymuje się z przetworzonymi tranzystorowej. Z miernikiem poziomu dźwięku typu N-201 współpracować może oktawowy filtr pasmowy typ P-250 tworzący zestaw ośmiu przełączanych filtrów biernych LC, środkowo-przepustowych. Filtr pracuje w zakresach 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 i 8000 Hz. Oporność robocza 600 Ω \pm 5%.

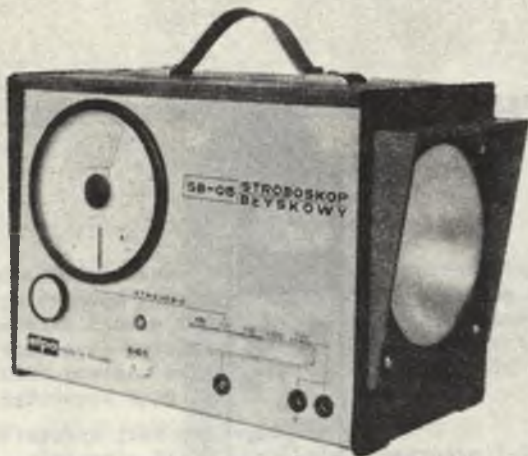
Charakterystyka częstotliwościowa wg IEC-225 z wyjątkiem zakresu 63 Hz. Filtr oktawowy służy do analizy odkształconych przebiegów elektrycznych o częstotliwościach akustycznych oraz do eliminacji zakłóceń przy pomiarze małych sygnałów o ustalonej częstotliwości.

Oprócz współpracy z miernikiem poziomu dźwięku typu N-201 filtr oktawowy może pracować w dowolnych pomiarowych zestawach teletransmisyjnych i elektroakustycznych.

STROBOSKOP BŁYSKOWY TYPU SB-05

Przyrząd przeznaczony jest do bezkontaktowego pomiaru ilości obrotów w zakresie od 400 obr/min do 12 000 obr./min lub częstotliwości wi-
bracji mechanicznych z dokładnością $\pm 1,5\%$.

W czasie pomiaru uzyskuje się nieruchomy lub bardzo wolno zmieniający się obraz części ru-
chomej lub obraz punktu na części ruchomej. Dzięki zjawisku bardzo powolnego poruszania
się obrazu można wykorzystać stroboskop do
badań i obserwacji - w zwolnionym tempie -
części znajdujących się w toku pracy.



Stroboskop błyskowy typu SB-05

Pomiar odbywa się bez obciążenia badanego me-
chanizmu, co ma szczególne znaczenie w przy-
padku badania precyzyjnych urządzeń o bardzo
małej mocy. Ponadto, dzięki dużej sile świat-
ła, stroboskop błyskowy może być wykorzystany
do celów dydaktycznych, ponieważ pozwala de-
monstrować badany obiekt, a jednocześnie umoż-
liwia większej ilości osób obserwację badań.

••

ZUNIFIKOWANA OBUDOWA

DLA ELEKTRONICZNEJ APARATURY POMIAROWEJ

W celu ujednoczenia formy plastycznej, zmniejszenia pracochłonności wykonawstwa i podniesie-
nia stopnia znormalizowania elektronicznej a-
paratury pomiarowej, w Zakładach "Elpo" opraco-
wane konstrukcję typowej obudowy. Obudowa, o-
znaczona symbolem OTP-ZD, jest półwyrobem prze-
znaczonym do produkcji seryjnej i jednostkowej
elektronicznej aparatury pomiarowej, pracują-
cej w pomieszczeniach zamkniętych, w warunkach
klimatu umiarkowanego. Obudowa taka jest ze-
stawem typowych - znormalizowanych części, po-
łączonych nierozłącznie, stanowiących konstruk-
cję nośną i osłonę powyższej aparatury.
Obudowa typu OTP-ZD składa się z następujących
części:

1. B o k - podstawowa część konstrukcyjna sta-
nowiąca bok obudowy, wykonana jako odlew ze
stopu Al, nie wymagająca dalszej obróbki.
2. P ł y t a t y l n a - część konstrukcyj-
na i montażowa, stanowiąca tylną część obudowy.

Jest półwyrobem, wymagającym wykonania otworów
montażowych i pokrycia dekoracyjnego.

3. P ł y t a p r z e d n i a - część kon-
strukcyjna i montażowa stanowiąca przednią
ścianę obudowy, a zarazem płytę czołową przy-
rządu. Jest półwyrobem wymagającym wykonania o-
tworów montażowych, pokrycia dekoracyjnego i
napisów.
4. P ł y t a m o n t a ż o w a p r z e d-
n i a - przednia część konstrukcyjna i monta-
żowa obudowy nie stanowiąca płyty czołowej przy-
rządu. Jest półwyrobem wymagającym wykonania o-
tworów montażowych i pokrycia ochronnego.
5. O s ł o n a g ó r n a - część konstruk-
cyjna stanowiąca górną ścianę obudowy. Jest
częścią gotową, nie wymagającą dalszej obróbki.
6. O s ł o n a d o l n a - część konstrukcyj-
na stanowiąca dolną ścianę obudowy. Jest czę-
ścią gotową nie wymagającą dalszej obróbki.
7. O s ł o n a b o c z n a - część konstruk-
cyjna stanowiąca boczne ściany obudowy. Jest czę-
ścią gotową, nie wymagającą dalszej obróbki.
8. Ł ą c z n i k - konstrukcyjna listwa łą-
cząca dwa boki obudowy w wypadku, gdy nie sto-
suje się płyty przedniej. Jest częścią gotową,
nie wymagającą dalszej obróbki.
9. N ó ż k a - część wsporcza obudowy mocowa-
na do osłony dolnej. Jest częścią gotową, nie
wymagającą dalszej obróbki.
10. W s p o r n i k - część służąca do podnie-
sienia, w razie potrzeby, przodu obudowy, mocow-
ana do nóżki. Jest częścią gotową, nie wyma-
gającą dalszej obróbki

tabela Nr 1

H	250	350	450	550	L
84	[diagonal hatching]				440
	[diagonal hatching]				295
	[diagonal hatching]				220
	[diagonal hatching]				146
128	[diagonal hatching]				440
	[diagonal hatching]				295
	[diagonal hatching]				220
	[diagonal hatching]				146
173	[diagonal hatching]				440
	[diagonal hatching]				295
	[diagonal hatching]				220
	[diagonal hatching]				146
217	[diagonal hatching]				440
	[diagonal hatching]				295
	[diagonal hatching]				220
	[diagonal hatching]				146
261	[diagonal hatching]				440
	[diagonal hatching]				295
	[diagonal hatching]				220
	[diagonal hatching]				146
306	[diagonal hatching]				440
	[diagonal hatching]				295
	[diagonal hatching]				220
	[diagonal hatching]				146
350	[diagonal hatching]				440
	[diagonal hatching]				295
	[diagonal hatching]				220
	[diagonal hatching]				146

wymiary

[diagonal hatching] - wszerzokośnie
[diagonal hatching] - nalecane
[diagonal hatching] - nieszalecane

Wymiary w mm

Obudowa wykonywana jest w trzech odmianach
konstrukcyjnych: A - z pojedynczą płytą
przednią, B - z podwójną płytą przednią,

Wymiary produkowanych obudów podane są w
tabeli nr 1. Dla określenia wymiaru szeroko-
ści obudowy przyjęto: $L = 440$ mm oraz
 $2/3 \cdot L$; $1/2 \cdot L$; $1/3 \cdot L$. Wymiar wysoko-
ści obudowy określony jest z zależności:
 $H = n \cdot 44,5 - 5$ /mm/ gdzie $n = 2; 3; 4; 5;$
 $6; 7; 8$. Głębokość przyrządu przewidziane-
go do montażu w szafach nie powinna prze-
kraczać 500 mm wraz z obudowanymi elemen-
tami łączącymi.

•••••

Cena 86.- zł

Pren. roczna 516.- zł

