

P.2900/75

MEERA

KOMPUTEROWE SYSTEMY

AUTOMATYZACJI I POMIARÓW

BIULETYN

7 (161)
Rok XIV - 1975

KOLEGIUM REDAKCYJNE

Redaktor Naczelny: mgr Roman Sprawski
Sekretarz Redakcji: mgr Zofia Bieguszevska-Kochan
Redaktorzy działowi: mgr Bolesław Drożak
mgr inż. Janusz Dziewięcki
inż. Ludomir Kowalski
Członkowie: dr hab. Marek Greniewski
Jan Esikowski
mgr inż. Ludomir Krzystolik
mgr Ewa Mańkiewicz-Cudny
red. Tadeusz Podwysocki
mgr inż. Tadeusz Ustaborowicz

WARUNKI PRENUMERATY

Cena prenumeraty rocznej - 516,00 zł

Instytucje państwowe i społeczne mogą zamawiać prenumeratę wyłącznie za pośrednictwem Oddziałów i Delegatur Centrali Kolportażu Prasy i Wydawnictw RSW "Prasa-Książka-Ruch". Prenumeraty od czytelników indywidualnych przyjmują urzędy pocztowe oraz listonosze. Można również dokonać wpłat na konto PKO nr 1-6-10020 RSW "Prasa-Książka-Ruch" - CKPiW, Warszawa, ul. Towarowa 28

ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU AUTOMATYKI
I APARATURY POMIAROWEJ „MERA”



P.2900/75

„MERA”

BIULETYN PRZEMYSŁU
KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW
AUTOMATYZACJI I POMIARÓW

WARSZAWA, LIPIEC 1975

SPIS TRESCI

	str
J. Bryzek	3
- Półprzewodnikowe przetworniki ciśnienia systemu EFTRONIK	
J. Kurilec, B. Szczęśnik, A. Tomczak	21
- Przetworniki pomiarowe temperatury typu APU-313 i APR-313 dostosowane do współpracy z systemem EFTRONIK	
Cz. Biernat, A. Bialik	26
- Zasilacze stabilizowane dla systemu EFTRONIK	
R. Chlebowski	30
- Urządzenia do pomiaru temperatury z sygnalizacją stanów alarmowych stosowane na statkach morskich	
B. Sadowski, K. Sielicki	35
- Linia automatyczna do obróbki elektrochemicznej boczników pomiarowych	
M. Karkoszka	39
- Blok współpracy woltomierzy cyfrowych z drukarkami kolumnowymi typu V-532/3511	
J. Kubas	42
- Komputerowe systemy automatyki i pomiarów. Szkolenie - potrzeby i program ich zaspokojenia	

Redakcja i Zakład Małej Poligrafii: Dział Wydawnictw Przedsiębiorstwa Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal", ul. Patriotów 77, Warszawa, Tel. 12-41-71 /Red./ i 12-41-60 /ZMP/. Zam. 162/75. B-100. Nakład 2000.

W numerze 5/1975 Biuletynu "Mera" rozpoczęliśmy publikowanie cyklu artykułów o systemie EFTRONIK, prezentując ogólnie ten system oraz jego elementy: regulatory, stacyjki analogowe, stacyjki do współpracy z komputerem i przyrządy pomocnicze. Poniżej przedstawiamy opracowania o półprzewodnikowych przetwornikach pomiarowych i zasilaczach systemu. Na końcu numeru zamieszczamy kartę zgłoszenia uczestnictwa w spotkaniu technicznym, które zamierza zorganizować Przedsiębiorstwo Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal" dla osób bliżej zainteresowanych tą tematyką.

Redakcja

mgr inż. JANUSZ BRYZEK
Ośrodek Bada wcz0-Rozwojowy
Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal"

PÓLPRZEWODNIKOWE PRZETWORNIKI CIŚNIENIA SYSTEMU "EFTRONIK"

1. Wstęp

Wprowadzenie techniki cyfrowej do sterowania procesami przemysłowymi spowodowało znaczne rozszerzenie stosowania elektrycznych przetworników wielkości nieelektrycznych. Przetworniki takie niezbędne są zarówno w układach z analogowym sygnałem sterującym, gdzie komputer oddziałuje na układ automatyki poprzez stacyjkę sterowania cyfrowego^{x/}, jak również w układach z cyfrowym sygnałem sterującym^{xx/}.

W dziedzinie przetworników ciśnienia zaobserwować można obecnie dwie grupy producentów. Jedną grupę tworzą znane na rynku automatyki przemysłowej firmy, które zachowują klasyczny lub zmodernizowany sposób przetwarzania ciśnienia na sygnał elektryczny, oferują przetworniki przystosowane do współpracy z aktywnymi chemicznie mediami. Do firm takich należy zaliczyć Bailey /Anglia/, Rosemount /USA/ - przetworniki z kondensatorem różnicowym, Taylor /USA/, Foxboro /USA/, Kent /USA/, Yokogawa /Japonia/, Schlumberger /Francja/, Valmet /Finlandia/ - przetworniki indukcyjne, Siemens /RFN/ - /przetworniki z tensometrami krzemowymi klejonymi/.

Drugą grupę producentów tworzą firmy wykorzystujące w swoich opracowaniach czujniki ciśnienia nowej generacji [1] - czujniki,

^{x/} J. Rychlewski: "Stacyjki cyfrowe systemu EFTRONIK", Biuletyn "Mera" nr 5/1975

^{xx/} W układach takich sygnał z przetworników przetwarzany jest do postaci cyfrowej i w takiej postaci jest dalej obrabiany, przykładowe rozwiązanie firma Rosemount - system DIOGENES" [2]

które charakteryzują się krzemową membraną z wdyfundowanymi mostkami piezorezystancyjnymi. Czujniki takie wykonuje się metodą zbliżoną do wytwarzania obwodów scalonych. W porównaniu z metodami klasycznymi technologia taka daje możliwość znacznego obniżenia ceny części czujnikowej. Poza tym teoretycznie umożliwia osiągnięcie wysokich parametrów metrologicznych. Niemniej jednak, trudności technologiczne ograniczają obecnie w większości wykonaną dokładność do klasy rzędu 0,5÷1%. Przetworniki takie przystosowane są najczęściej do współpracy z nieaktywnymi chemicznie mediami. Do klasycznych firm w tej grupie należą: Kistler /USA/, Kulite Semiconductor Products /USA/, J. P. B. /Francja/, National Semiconductors /USA/, Schlumberger /Francja/.

Firmę Honeywell /USA/ można natomiast zaliczyć do obu grup. Wykorzystując wieloletnie doświadczenia swojego Oddziału Automatyki Przemysłowej /Honeywell Industrial Division/ oraz Centrum Elektroniki Ciała Stałego /Solid State Electronic Center/[3][4][5] opracowuje ona typoszereg przemysłowych przetworników ciśnienia nowej generacji klasy 0,2%. Przetworniki tego typoszeregu, nazywanego "klasą 41", wdrażane są do produkcji w "Mera-Pnefal" na podstawie umowy licencyjnej z firmą Honeywell i tworzyć będą podstawową grupę przetworników ciśnienia systemu EFTRONIK z elektrycznym sygnałem wyjściowym.

Poza tym w oparciu o opracowanie Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów produkowany będzie także międzysystemowy przetwornik ciśnienia typu A271, zbudowany w oparciu o półprzewodnikowe tensometry. Kilka przetworników systemu EFTRONIK przedstawiono na fot. 1.



Fot. 1. Przetworniki ciśnienia systemu EFTRONIK - od lewej: międzysystemowy A271, różnicy małych ciśnień klasy 41, ciśnienia klasy 41, różnicy średnich ciśnień z miernikiem wyjściowym

2. Zjawisko piezorezystancyjne w półprzewodnikach

Próba zastosowania półprzewodników do konstrukcji przetworników w wielkości nieelektrycznych, w tym również ciśnienia, rozpoczęta została w zasadzie od początku lat pięćdziesiątych naszego stulecia. Podstawową pracę z tej dziedziny opublikował Smith [6] w 1954 r. W pracy tej podane zostały dokładne wyniki badań zjawiska piezorezystancyjnego w germanie i krzemie oraz interpretacja fizyczna tego zjawiska. Z badań tych wynikało, że czułość germanu i krzemu na naprężenie jest znacznie wyższa /prawie dwa rzędy wielkości/ niż czułość materiałów metalicznych stosowanych do budowy tensometrów.

Jakkolwiek badano do tej pory wiele związków półprzewodnikowych pod kątem ich przydatności do budowy przetworników ciśnienia, zastosowanie praktyczne znalazł dotychczas jedynie krzem. Wynika to zarówno z dobrych własności mechanicznych /duża wytrzymałość, sprężystość/ i elektrycznych /szerokie pasmo zabronione, złożona struktura pasm energetycznych/ krzemu, jak również z szeroko stosowanej i najlepiej ze wszystkich półprzewodników opanowanej, technologii obróbki [3].

Połączenie dobrych własności sprężystości i elektrycznych w jednym materiale umożliwiło stworzenie nowej generacji zintegrowanych przetworników ciśnienia - przetworników, w których element sprężysty połączony jest z elementem czułym na naprężenia poprzez sieć krystaliczną materiału.

Nazwą zjawiska piezorezystancyjnego określa się zmiany rezystywności ciała stałego pod wpływem naprężeń mechanicznych. Naprężenia działające na kryształ półprzewodnika deformują strukturę pasm energetycznych, powodując:

- zmianę ilości nośników ładunku przepływających w danym kierunku,
- anizotropową zmianę ruchliwości tych nośników,
- zmianę żywotności nośników mniejszościowych.

Najczęściej stosowany miernikiem ilościowym zjawiska piezorezystancyjnego jest współczynnik czułości odkształceniowej K , definiowany jako stosunek względnej zmiany rezystancji próbki do jej względnego wydłużenia /powodującego zmianę rezystancji/:

$$K = \frac{1}{\epsilon} \frac{\Delta R}{R} \quad /1/$$

gdzie R - rezystancja początkowa
 ΔR - zmiana rezystancji spowodowana względnym wydłużeniem /deformacją/ ϵ

Dla materiałów metalicznych K ma wartość zawartą najczęściej w przedziale 1 - 3 i większą część zjawiska przypisuje się zmianom geometrii.

Dla półprzewodników K ma wartość około dwa rzędy wielkości większą i nie daje się wytłumaczyć zmianą wymiarów. Rezystancję R określić można z zależności /1/ przy pomocy parametrów materiału

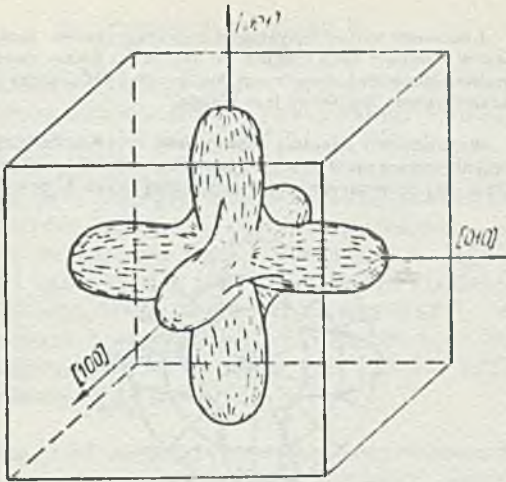
$$R = \frac{L}{S} \rho \quad /2/$$

$$\text{przy czym } \rho = \frac{1}{e(n\mu_n + p\mu_p)} \quad /3/$$

gdzie L - długość próbki,
 S - powierzchnia przekroju poprzecznego,
 ρ - rezystywność materiału,
 μ_n - średnia ruchliwość elektronów,
 μ_p - średnia ruchliwość dziur,
 n - koncentracja elektronów w paśmie przewodnictwa,
 p - koncentracja dziur w paśmie podstawowym.

Należy więc założyć, że za zmiany rezystancji materiału odpowiedzialna jest zmiana ruchliwości nośników większościowych. Przytoczona dalej za [6] interpretacja fizyczna zjawiska piezorezystancyjnego zobrazowana zostanie na przykładzie krzemu typu N. W krzemie takto /rys. 1/ powierzchnie równoenergetyczne są elipsoidami obrotowymi ukierunkowanymi względem osi sześciennych kryształu /rys. 1/. Elektrony przewodnictwa, zgromadzone przy minimumach energii, tworzą sześć grup zlokalizowanych w środku sześciu elipsoid. Energia każdej z elipsoid wyznaczona jest przez jedną masę efektywną wzdłużną i dwie masy efektywne poprzeczne do osi symetrii elipsoidy.

Ruchliwość każdej grupy elektronów jest więc anizotropowa. Symetria sześcienu sprawia jednak, że ruchliwość ogólna



Rys. 1. Powierzchnia obrazująca piezorezystancję krzemu typu N

na jest izotropowa. Po przyłożeniu naprężenia wzdłuż jednej osi kryształu, symetria sześcienu zostaje naruszona i powstaje potencjał odkształcenia, który deformuje elipsoidy o równym poziomie energii. Pod działaniem np. naprężenia rozciągającego dwie elipsoidy zwrócić się, natomiast cztery pozostałe rozszerzą się. Minima energii wzrosną w kierunku naprężenia i obniżą się w innych kierunkach, co spowoduje przesunięcia elektronów z dwóch dolin wzdłuż osi naprężenia ku czterem dolinom prostopadłym, a to z kolei spowoduje anizotropię ruchliwości globalnej. Jeśli pole elektryczne przyłożone będzie w kierunku naprężenia rozciągającego, rezystywność materiału zmniejszy się, natomiast w przypadku pola prostopadłego do tego kierunku rezystywność materiału zwiększy się. W związku z tym definiuje się współczynnik czułości odkształceniowej wzdłużny K_p /kierunek pola styczny do kierunku naprężenia/ i poprzeczny K_p /kierunek pola prostopadły do kierunku naprężenia/.

Naprężenie ściskające spowoduje zjawisko odwrotne.

Zależność ogólna pomiędzy polem elektrycznym, prądem i naprężeniem /prawo Ohma dla naprężanego półprzewodnika/ może być zapisana w postaci [7] :

$$I_1 = \gamma + \Delta\gamma_{11}/K_1 + \gamma + \Delta\gamma_{12}/K_2 + \gamma + \Delta\gamma_{13}/K_3$$

$$I_2 = \gamma + \Delta\gamma_{21}/K_1 + \gamma + \Delta\gamma_{22}/K_2 + \gamma + \Delta\gamma_{23}/K_3 \quad /8/$$

$$I_3 = \gamma + \Delta\gamma_{31}/K_1 + \gamma + \Delta\gamma_{32}/K_2 + \gamma + \Delta\gamma_{33}/K_3$$

gdzie: I_1, I_2, I_3 - składowe gęstości prądu, a K_1, K_2, K_3 - składowe natężenia pola elektrycznego wzdłuż odpowiednich osi kryształu,

γ - konduktywność monokryształu
 $\Delta\gamma_{ij}$ - przyrost konduktywności będący funkcją wszystkich składowych naprężeń.

Dla małych naprężeń /mniejszych od 10^4 N/cm^2 / można przyjąć:

$$\Delta\gamma_{ij} = \sum_{kl} \frac{\partial \gamma_{ij}}{\partial x_{kl}} x_{kl} \quad /9/$$

przy czym x_{kl} - składowe tensora naprężeń

Na podstawie zależności /5/ definiuje się piezorezystancję p

$$p = -\frac{1}{\gamma} \frac{\partial \gamma}{\partial x} \Big|_{x=0} \quad /10/$$

Piezorezystancja p jest tensorem czwartego rzędu charakteryzowanym przez 81 współczynników P_{ijkl}

$$P_{ijkl} = -\frac{1}{\gamma} \frac{\partial \gamma_{ij}}{\partial x_{kl}} \quad /11/$$

Stosując zapis macierzowy, piezorezystancję można opisać macierzą 6 x 6.

W półprzewodnikach krystalizujących w układach regularnych /w wyniku symetrii/ tensor piezorezystywności upraszcza się, przyjmując postać macierzy 6 x 6 o trzech wyrazach swobodnych p_{11}, p_{12}, p_{44}

$$\begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{12} & 0 & 0 & 0 \\ p_{12} & p_{11} & p_{12} & 0 & 0 & 0 \\ p_{12} & p_{12} & p_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & p_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p_{44} \end{bmatrix} \quad /8/$$

Anizotropowy charakter zjawiska piezorezystancyjnego w półprzewodnikach umożliwia budowę przyrządów reagujących na naprężeniu tylko w jednym kierunku, niezczułych natomiast na inne naprężenia.

W tabeli 1 podano wartości współczynników piezorezystancji dla niektórych półprzewodników.

Tabela 1

Wartości współczynników piezorezystancji dla niektórych półprzewodników

Rodzaj półprzewodnika	Rezystywność $\Omega \text{ cm}$	p_{11} [$10^{-5} \text{ m}^2/\text{N}$]	p_{12} [$10^{-5} \text{ m}^2/\text{N}$]	p_{44} [$10^{-5} \text{ m}^2/\text{N}$]
Si - N	11,7	-100	+52	-13,3
Si - P	7,8	+8,5	-1,1	+135
Si - N	0,001	-59	+29	-59
Si - P	0,001	+3	-2	+64
Ge - N	9,9	-4,6	-4,9	-135
Ge - P	15,0	-10,4	+4,9	+97
InSb - P	0,54	+94	-43	+415

Do potrzeb miernictwa wielkości nieelektrycznych wykorzystuje się najczęściej tensorezystatory dyskretne /tensometry półprzewodnikowe/ oraz tensorezystatory wdfundowane w półprzewodnikowy element sprężysty /belkę lub membranę/. Tensorezystatory takie mają najczęściej kształt prostopadłościanu o stałym przekroju poprzecznym.

Jeśli do elementu takiego przyłożymy pole K skierowane wzdłuż prostopadłościanu, to popłynie przez niego prąd o gęstości J , przy czym spełniona będzie zależność:

$$\frac{K}{\rho} = J / (1 + p_1 \sigma) \quad /9/$$

gdzie

ρ - rezystywność czujnika przy braku naprężeń

p_1 - wzdłużny współczynnik piezorezystancji

$$p_1 = \frac{\Delta \rho}{\rho \sigma} \quad /10/$$

Uwzględniając zależność naprężenia σ od modułu Younga E /również anizotropowego w kryształach/ i od odkształcenia wzdłużnego ϵ

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad /11/$$

otrzymujemy przekształcanie zależności /9/ do postaci:

$$\frac{K}{\rho} = \rho + p_1 \cdot E \cdot \epsilon \cdot \rho = \rho + \Delta \rho(\epsilon) \quad /12/$$

skąd względna zmiana rezystancji elementu, równa względnej zmianie rezystywności będzie określona:

$$\frac{\Delta R}{R} = p_1 \cdot E \cdot \epsilon \quad /13/$$

Ponieważ całkowitą zmianę rezystancji próbki można określić na podstawie zmian geometrii i rezystywności zależną:

$$\frac{\Delta R}{R} = (1 + \mu) p_1 \cdot E \cdot \epsilon \quad /14/$$

gdzie:

μ - współczynnik Poissona, opisujący względne zmniejszenie powierzchni przekroju w stosunku do jednostkowego wydłużenia próbki,

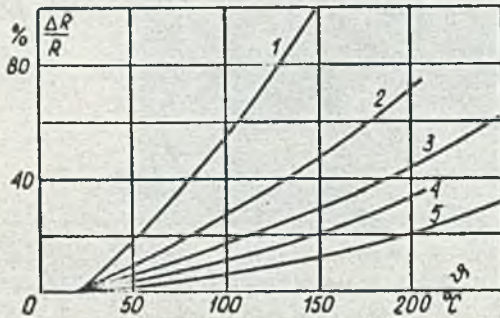
współczynnik czułości odkształceniowej K określony będzie zależnością:

$$K = \frac{\Delta R}{R} = 1 + 2\mu + p_1 \cdot \epsilon \quad /15/$$

lub wprowadzając wzdużny współczynnik elastorezystancji m_1

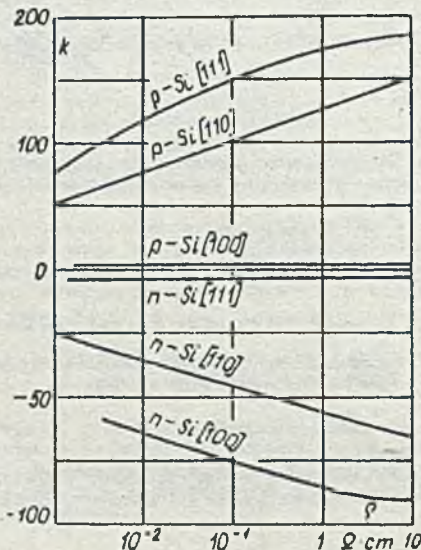
$$K = 1 + 2\mu + m_1 \quad /16/$$

Jak już wspomniano, decydujące znaczenie w zależności /16/ ma współczynnik elastorezystancji m_1 .



Rys. 2. Zależność względnej zmiany rezystancji termometrów krzemowych od temperatury: 1 - dla p-Si o cięciu w płaszczyźnie $[111]$, $\rho = 1 \Omega \cdot \text{cm}$ oraz n-Si o cięciu w płaszczyźnie $[100]$, $\rho = 15 \Omega \cdot \text{cm}$; 2 - dla p-Si o cięciu w płaszczyźnie $[111]$, $\rho = 0,6 \Omega \cdot \text{cm}$; 3 - dla p-Si o cięciu w płaszczyźnie $[111]$, $\rho = 0,4 \Omega \cdot \text{cm}$; 4 - dla p-Si o cięciu w płaszczyźnie $[111]$, $\rho = 0,32 \Omega \cdot \text{cm}$; 5 - dla p-Si o cięciu w płaszczyźnie $[111]$, $\rho = 0,51 \Omega \cdot \text{cm}$; oraz n-Si o cięciu w płaszczyźnie $[111]$, $\rho = 0,14 \Omega \cdot \text{cm}$

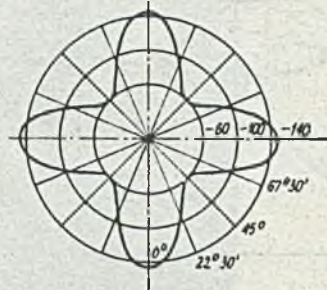
Na przebieg zależności elastorezystancji półprzewodnikowych elementów od naprężenia ma wpływ wiele czynników, spośród których największe znaczenie ma typ i rezystywność zastosowanego półprzewodnika, orientacja krystalograficzna oraz temperatura pracy. Na rys. 3 pokazano zależność stosunku rezystancji termometru krzemowego typu N i P od temperatury dla kilku wartości rezystywności materiału,



Rys. 3. Zależność współczynnika czułości odkształceniowej k od rezystywności ρ termometrów krzemowych

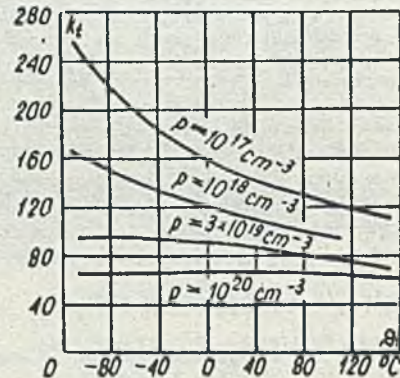
Linowość zmian rezystancji termometrów zachowana jest w zakresie deformacji ϵ do ok. 10^{-3} . Nieliniowość tych zmian zależy od koncentracji domieszek i dla silnego domieszkania linowość jest lepsza.

Współczynnik czułości odkształceniowej K zależy jest od rezystywności materiału, płaszczyzny krystalograficznej /rys. 3/, orientacji krystalograficznej /rys. 4/ oraz tem-

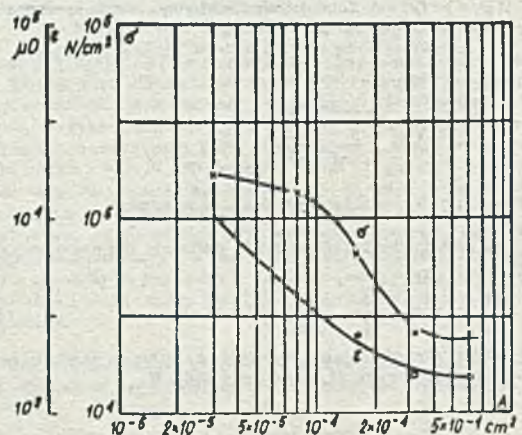


Rys. 4. Wpływ orientacji krystalograficznej na czułość termometrów wykonanych z krzemu typu n o rezystywności $10 \Omega \cdot \text{cm}$

peratury /rys. 5/. Wynika stąd, że im wyższa jest koncentracja domieszek /niższa rezystywność/, tym mniejszy jest wpływ temperatury na elementy. W praktycznie stosowanych rozwiązaniach stosuje się elementy o wartości współczynnika K rzędu 50 - 80. W temperaturach niezbyt wysokich praktycznie nie występuje w krzemie plastyczność i w związku z tym zakres sprężystości rozciąga się aż do momentu zerwania /rys. 6/. Właściwość ta jest szczególnie cenna w przetwornikach zintegrowanych, gdyż praktycznie eliminuje histerezę ciśnieniową.



Rys. 5. Zależność współczynnika czułości odkształceniowej k dla krzemu typu p od temperatury przy różnych wartościach koncentracji p domieszki boru



Rys. 6. Zależność dopuszczalnej deformacji ϵ oraz naprężenia σ od przekroju A termometru krzemowego

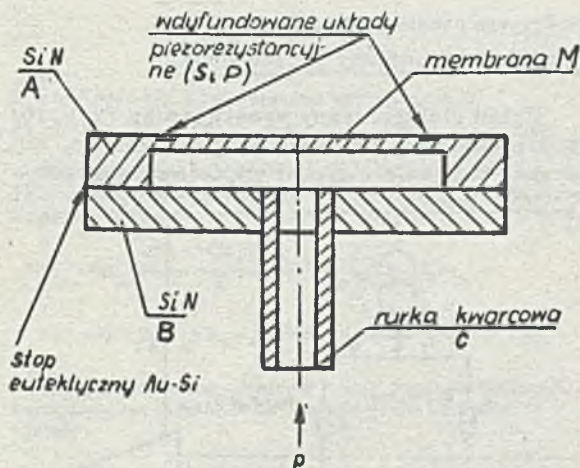
3. Przetworniki klasy 41

Klasę 41 tworzy typoszereg przemysłowych przetworników ciśnienia pokrywający zakresy pomiarowe od 7 mat /3''H₂O/ do 700 at /10 000 psi/, w których elementem przetwarzającym jest zintegrowany półprzewodnikowy czujnik nowej generacji. Czujnik taki został w pierwotnej wersji zaprojektowany w r. 1967 [5] i zastosowany jako przetwornik ciśnienia atmosferycznego do pomiarów wysokości w lotnictwie i aeronautyce. W czujniki tego typu wyposażone są samoloty typu DC-10, produkowane od 1971 r.

Klasa 41 obejmuje odmiany przystosowane do pomiaru ciśnienia, różnicy ciśnień, poziomu, ciśnienia absolutnego oraz podciśnienia. Aparaty te umożliwiają współpracę z aktywnymi chemicznie mediami procesu w wyniku zastosowania membran separujących. Wszelkie kalibracje i zmiany nastaw zrealizowane są wyłącznie w części elektronicznej. Przetworniki wykonane są w układzie 2-przewodowym ze standardowym sygnałem wyjściowym 4...20 mA. Dostępne są również wykonania przeciwybuchowe oraz iskrobezpieczne. Uruchomienie produkcji seryjnej przetworników jest przewidziane w roku 1976.

Konstrukcja czujnika

Konstrukcję krzemowego czujnika ilustruje rys. 7. Przetwornik zbudowany jest z płytki



Rys. 7. Konstrukcja membranowego przetwornika z krzemu

krzemowej A, w której wykonana jest, metodą ultradźwiękowego drążenia i trawienia, płaska membrana pomiarowa M. Grubość membrany zależy od zakresu pomiarowego i waha się od kilkudziesięciu mikronów do pojedynczych milimetrów^{x/}. W zewnętrzną stronę membrany wdyfundowane są 4 komplety tensorezystorów połączonych w układzie mostka pomiarowego. Płytki krzemowa B łączona

jest z płytką A poprzez stop eutektyczny złoto-krzem. W płytkę B wtopiona jest również rurka kwarcowa C służąca do doprowadzenia ciśnienia.

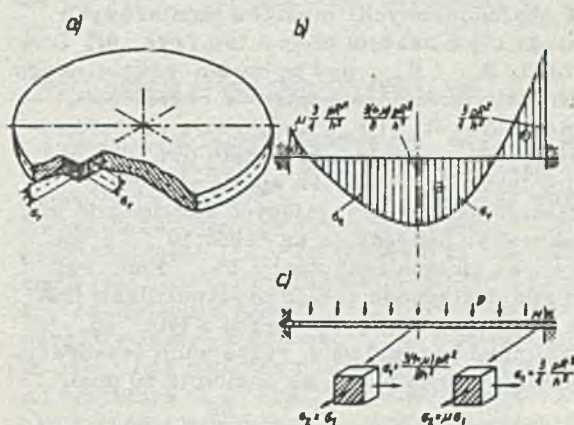
Zbudowany w ten sposób zintegrowany czujnik może mierzyć ciśnienie doprowadzone rurką C względem ciśnienia atmosferycznego, różnicę ciśnień występujących po obu stronach membrany, ciśnienie absolutne /przy połączeniu z komorą próżniową/ oraz podciśnienie. Pod wpływem przyłożonego ciśnienia, umocowana na brzegach membrana deformuje się, w wyniku czego powstają w niej naprężenia, które rozłożone można na dwie, prostopadłe do siebie, składowe: naprężenia dośrodkowe /rozciągające/ σ_r oraz naprężenia obwodowe /ściskające/ σ_t /rys. 8a/. Dla zewnętrznych warstw membrany naprężenia te wyrażają się zależnością [8].

$$\sigma_r = \frac{3}{8} \frac{P R^2}{h^2} \left[\frac{3 + \mu}{R^2} r^2 - 1 - \mu \right] \quad /16/$$

$$\sigma_t = \frac{3}{8} \frac{P R^2}{h^2} \left[\frac{3\mu + 1}{R^2} r^2 - 1 - \mu \right] \quad /17/$$

przy czym

- R - średnica membrany
- r - odległość rozważanego punktu od środka membrany
- h - grubość membrany
- μ - współczynnik Poissona

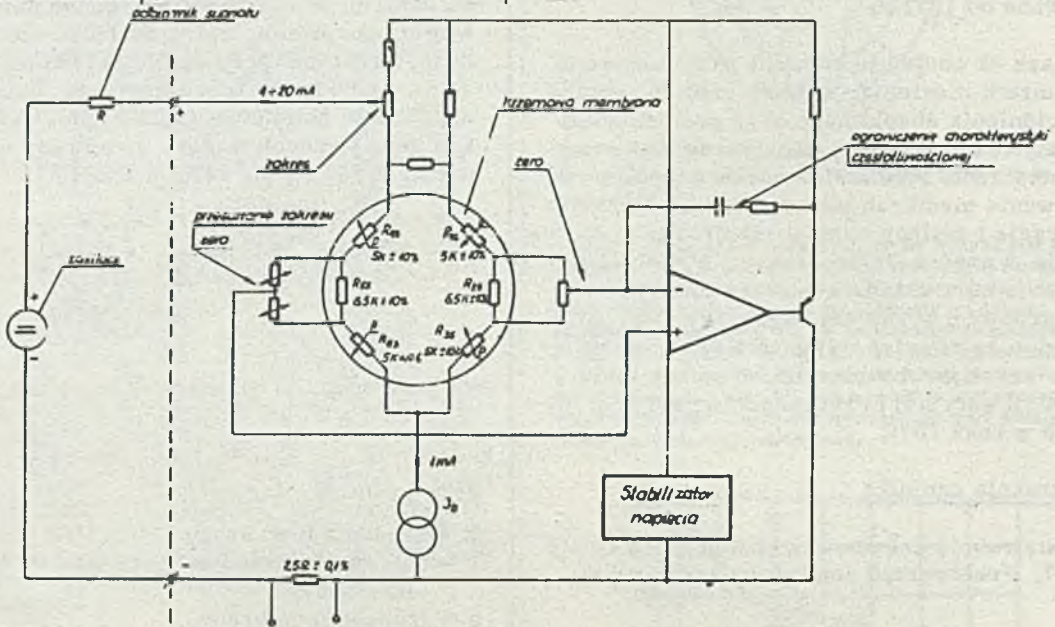


Rys. 8. Rozkład naprężeń w płaskiej membranie

x/ Ze względu na konieczność bardzo precyzyjnej obróbki membrany, w zależności od technologii jej wykonania, w rozwiązaniach tego typu na wybór płaszczyzny krystalograficznej decydujący wpływ może mieć łatwość wykonywania membrany w danej płaszczyźnie, a nie np. maksymalna wartość współczynnika czułości odkształceniowej K.

Przebieg naprężeń w funkcji odległości od środka membrany przedstawia rys. 8b. Jak widać, maksymalne wartości naprężeń występują na brzegach membrany /w punktach mocowania/ oraz w jej środku. W środku membrany oba naprężenia są sobie równe, natomiast na krawędzi mocowania pozostają do siebie w stosunku określonym współczynnikiem Poissona. Ze względów technologicznych łatwiejsze jest umieszczenie elementów próbujących /tensometrów/ blisko krawędzi mocowania membrany /można zwiększyć odległość między elementami/.

lepsze mostki poddaje się badaniom temperaturowo-ciśnieniowym, uwzględniającym m.in. tolerancję wykonania tensorezystorów, niesymetrię wartości, czułość ciśnieniową, temperaturowy uchyb ciśnienia, temperaturowy dryft zera, histerezę temperaturową, histerezę ciśnieniową i nieliniowość charakterystyki ciśnieniowej. Wyniki badań wprowadza się do komputera, który wybiera mostek o lepszych parametrach i dla tego mostka wyznacza 18 elementów w układzie elektronicznym przetwornika: 9 rezystorów, 3 termistory oraz 6 zwr.



Rys. 9. Schemat ideowo-blokowy układu elektronicznego przetworników klasy 41.

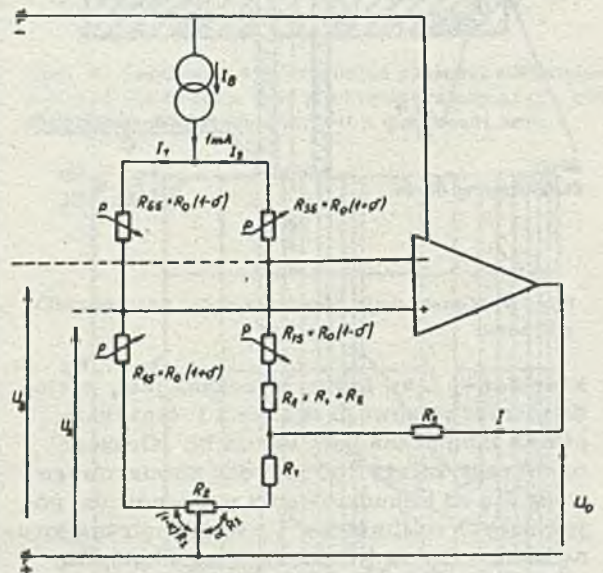
W czujnikach ciśnienia klasy 41 każdy z /4 wdyfundowanych/ mostków pomiarowych składa się z sześciu elementów /rys. 9/. Dwa z nich, R_{1S} i R_{6S} , pod wpływem przyłożonego ciśnienia zmniejszają wartość rezystancji, kolejne dwa R_{3S} i R_{4S} zwiększają wartość rezystancji, natomiast pozostałe dwa ułożone są w takim kierunku, że wpływ naprężeń ściskających i rozciągających kompensuje się. Zakresowe naprężenia są rzędu 10^7 , a zakresowa zmiana rezystancji 5%. Ponieważ typowa dokładność całych przetworników jest na poziomie 0,1%, w związku z tym np. stabilność bezwzględna rezystancji tensorezystorów powinna być na poziomie 50 ppm,

Uzyskanie tak wysokich parametrów metrologicznych wymaga zastosowania w produkcji specjalnych procesów technologicznych, a następnie odpowiednich badań eliminujących czujniki nie spełniające warunków konstrukcyjnych. Jednym ze sposobów zmniejszających odrzuty jest umieszczenie na jednej membranie 4 kompletnych mostków.

Z mostków tych, na podstawie wstępnych pomiarów odrzuca się dwa gorsze mostki. Dwa

Układ elektroniczny przetwornika

Układ elektroniczny przetwornika /rys. 10/ zaprojektowany jest jako dwuprzewodowy, tzn. sygnał zasilania i sygnał wyjściowy doprowa-



Rys. 10. Uproszczony schemat ideowy przetwornika klasy 41: potencjometr R_2 zmienia wzmocnienie układu, α - współczynnik podziału potencjometru $\alpha = 0 \dots 1$

dzane są tylko jedną, wspólną parą przewodów. Do zasilania przetwornika wykorzystywany jest prąd 4 mA. Przyrost ciśnienia powoduje przyrost prądu 0 + 16 mA, tak więc wypadkowy sygnał przetwornika zmienia się w zakresie 4 - 20 mA. Wyeliminowanie z układu elementów gromadzących zbyt duże wartości energii pozwala na stosowanie przetworników w obszarach zagrożonych wybuchem.

Tensorezystory włączone są w układzie /rys. 9/ umożliwiającym wyzerowanie układu /tzn. ustawienie prądu 4 mA przy początku zakresu pomiarowego/, jak również przesuwanie poziomu zera /np. dla skompensowania początkowego sygnału przy pomiarach poziomu/.

Sygnał z przekątnej mostka doprowadzony jest do wejść wzmacniacza operacyjnego W. Pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego tego wzmacniacza zamknięta jest poprzez rezystor R_3 . Uproszczony schemat ideowy przetwornika /rys. 10/ umożliwia określenie zależności między wartością prądu a wartością przyłożonego ciśnienia.

Napięcia U_A i U_B na wejściach wzmacniacza określone są następująco:

$$U_A = \left[R_0 / 1 + \delta / + 1 - \alpha / R_2 \right] I_1 \quad /18/$$

$$U_B = \left[R_0 / 1 - \delta / + 2 R_1 + 1 + \alpha / R_2 \right] I_2 + / R_1 + \alpha R_2 / 1 / 19/$$

Różnica tych napięć $U_A - U_B$ określona może być jako:

$$U_A - U_B = \frac{U_0}{K} \quad /20/$$

gdzie:

K - wzmacnienie w pętli otwartej wzmacniacza W

$$\text{oraz: } U_0 = / R_1 + \alpha R_2 / I_2 + / R_1 + \alpha R_2 + R_3 / I_1 \quad /21/$$

Wstawiając zależności /18/, /18/ i /21/ do równania /20/ otrzymujemy podstawowe równanie ogólne opisujące pracę przetwornika

$$I_1 / R_1 + \alpha R_2 + \frac{R_1 + \alpha R_2 + R_3}{K} \delta - R_0 I_2 + R_0 / I_1 - I_2 / + / 1 - \alpha / R_2 I_1 - \left[2 R_1 + 1 + \alpha / R_2 + \frac{R_1 + \alpha R_2}{K} \right] I_2 \quad /22/$$

Przyjmując, że wzmacnienie K dąży do nieskończoności, asymptotyczna zależność na wartość prądu I przybierze postać:

$$I = \delta \frac{R_0 I_B}{R_1 + \alpha R_2} + \frac{R_0 / I_1 - I_2}{R_1 + \alpha R_2} + \frac{1 - \alpha / R_2 I_1}{R_1 + \alpha R_2} - \frac{\left[2 R_1 + 1 + \alpha / R_2 \right] I_2}{R_1 + \alpha R_2} \quad /23/$$

Ponieważ prądy I_1 i I_2 nie zależą od wartości $\delta = \beta p$

β - czułość ciśnieniowa czujnika/:

$$I_1 = \frac{2 R_0 + 2 R_1 + 1 + \alpha / R_2}{4 R_0 + 2 R_1 + 2 R_2} \quad / \text{przy założeniu } R_3 \gg R_1 \quad /24/$$

$$I_2 = \frac{2 R_0 + 1 - \alpha / R_2}{4 R_0 + 2 R_1 + 2 R_2} \quad - " - \quad /25/$$

funkcja opisująca zmiany prądu I w funkcji ciśnienia określona będzie następująco:

$$\frac{\partial I}{\partial p} = \frac{\beta R_0 I_B}{R_1 + \alpha R_2} \quad /26/$$

Z zależności /26/ określić można wartości rezystorów R_1 i R_2 niezbędne dla prawidłowego zestrojenia przetwornika oraz stosunek R_2 / R_1 niezbędny dla pokrycia rozrzutu parametrów zastosowanych elementów.

W układzie przetwornika przewidziano możliwość regulacji częstotliwości granicznej przetwornika w zakresie 1 + 6 Hz, co wykorzystuje się do stłumienia fluktuacji sygnału wyjściowego, zwłaszcza przy najczulszych zakresach pomiarowych.

Kompensacja temperaturowa zera

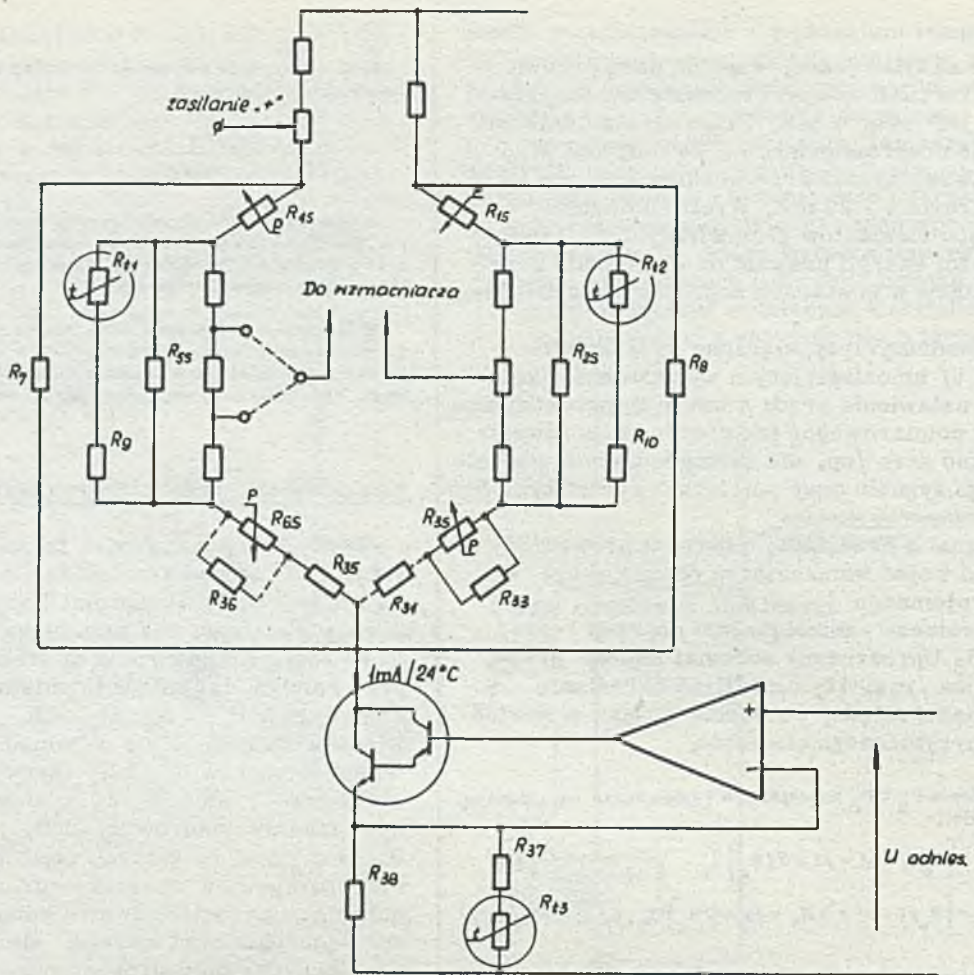
W nieskompensowanych termicznie przetwornikach sygnał zera może zmieniać od 0 do 9%/100°C. Wprowadzona kompensacja temperaturowa /rys. 11/ zmniejsza ten uchyb około 20 razy. Kompensacja ta zrealizowana jest przy pomocy dwójników termistorowo-rezystancyjnych $R_{t1} - R_9$, $R_{t2} - R_{10}$ /rys. 11/, włączonych równolegle do kompensacyjnych tensorezystorów R_{5S} i R_{6S} oraz przy pomocy szeregowo-równoległych, w stosunku do czynnych tensorezystorów R_{6S} i R_{3S} , rezystorów $R_{33} + R_{36}$. Z rezystorów tych jeden jest zawsze szeregowy z tensorezystorem, drugi równoległy, a pozostałe dwa są odłączone. Sposób włączenia oraz wartości elementów wyznacza komputer po wstępnych badaniach czujników w temperaturach -32°C, +24°C i +79°C. Po wprowadzeniu kompensacji sprawdzane są kompletne przetworniki w temperaturach +79°C, +24°C, -32°C, czy spełniają narzucone wymagania.

Kompensacja temperaturowa zakresu

Zmiana czułości ciśnieniowej wdyfundowanych tensorezystorów w funkcji temperatury rzędu 3,6 + 9%/100°C /rys. 5/ wymaga wprowadzenia specjalnych układów korekcji. W przetwornikach klasy 41 korekcja ta zrealizowana jest poprzez uzależnienie wartości prądu I_B zasilającego mostek pomiarowy, od temperatury /patrz zależność 26/. Uzależnienie to osiągnięto poprzez równoległe dołączenie do rezystora R_{38} /rys. 11/, wyznaczającego prąd źródła prądowego, dwójnika zawierającego termistor: $R_{37} - R_{13}$. Wartości obu elementów, tak jak poprzednio, wyznacza komputer.

Budowa głowic ciśnieniowych

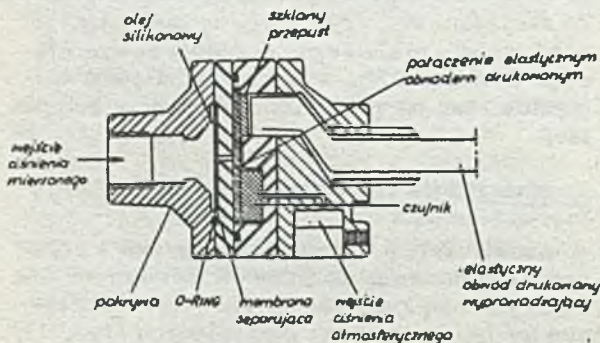
Konstrukcja przetworników zapewnia separację krzemowego czujnika od medium procesu za pomocą 1 membrany /przetwornik ciśnienia/ lub 2 membran separujących /rys. 11/. Transmisja ciśnienia pomiędzy membraną separującą a czujnikiem realizowana jest poprzez olej silikonowy. Niezbędną szczelność



Rys. 11. Układ kompensacji temperaturowej przetworników klasy 41. Wartości $R_9, R_{10}, R_{33}, R_{34}, R_{35}, R_{36}, R_{37}, R_{11}, R_{12}, R_{15}$ wyznaczone są przez komputer w oparciu o pomiar charakterystyk czujnika

uzyskuje się dzięki spawaniu membran wiązką elektronową. /Poza tym spawanie takie nie powoduje przegrzewania się membran/. Ruch membran separujących jest bardzo mały, rzędu 0,1 mm /przy średnicy kilku cm, zależnej od zakresu pomiarowego/, co zapewnia odpowiednią liniowość i niską histerezę.

W przetwornikach ciśnienia /rys. 12/ mierzone ciśnienie podawane jest poprzez pokrywę na membranę separującą. Membrana ta,



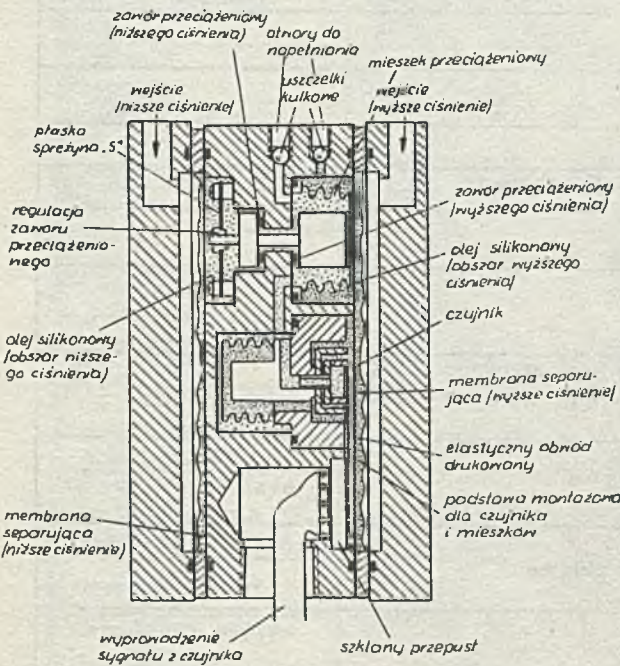
Rys. 12. Budowa głowicy przetworników ciśnienia

grubości ok. 50 μm dla niższych i ok. 75 μm dla wyższych zakresów ciśnienia, przyspawana jest wiązką elektronów. Uszczelnienie między pokrywą a membraną separującą zrealizowane jest na O-ringu. W związku z tym tylko 3 części narażone są na chemiczne działanie medium procesu. W celu umożliwienia współpracy z aktywnymi chemicznie mediami, zarówno membrana separująca jak i pokrywa mogą być wykonywane z szeregu odpornych na korozję materiałów. Przestrzeń między membraną separującą a krzemowym czujnikiem wypełniona jest olejem silikonowym przenoszącym ciśnienie.

Przy pomiarach ciśnienia względem ciśnienia atmosferycznego /gage pressure measurements/, do jednej strony membrany czujnika doprowadzone jest poprzez ekranowane i zabezpieczone wejście, ciśnienie atmosferyczne. Sygnał z czujnika wyprowadzony jest przy pomocy elastycznego obwodu drukowanego. Przejście z głowicy ciśnieniowej zrealizowane jest za pomocą hermetycznego szklanego przepustu.

Przetworniki różnicy ciśnienia mają konstrukcję bardziej złożoną /rys. 12/. Sygnał ciśnieniowy doprowadzany jest tu przy pomocy dwóch wejść: wyższego ciśnienia i niższego ciśnienia. Powinna być zachowana kierunkowość sygnałów ciśnieniowych ze względu na to, że nie ma możliwości zamiany polaryzacji prądowego sygnału wyjściowego. Nośniki ciśnienia na obu wejściach stykają się, analogicznie jak w przetwornikach ciśnienia, tylko z pokrywami, membranami separującymi i O-ringami. Przestrzenie między każdą z membran separacyjnych a odpowiednią stroną czujnika, wypełnione są olejem silikonowym. Deformacja membrany czujnika zależy od różnicy ciśnień występujących po obu jej stronach.

Ponieważ może się zdarzyć, że na jednym z wejść przetwornika pojawi się pełne ciśnienie statyczne, w przetworniku wykonano specjalne układy zabezpieczające [9] przed przeciążeniem do ok. 140 at /2000 psi/. Mieszek przeciążeniowy /rys. 13/ wypełniony jest



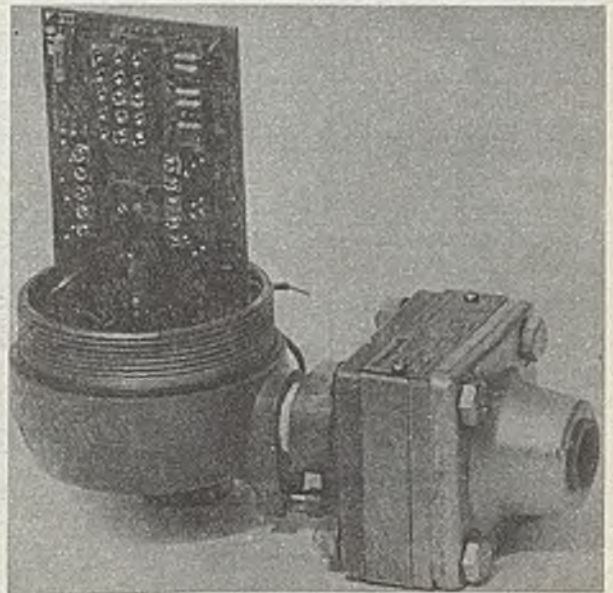
Rys. 13. Budowa głowicy przetworników różnicy ciśnienia

olejem silikonowym z obszaru niższego ciśnienia, natomiast na zewnątrz tego mieszka występuje olej silikonowy z obszaru wyższego ciśnienia. W przypadku przeciążenia od strony wyższego ciśnienia mieszek ugina się, zamykając zawór przeciążeniowy wyższego ciśnienia /zbudowany na O-ringu/. W takiej sytuacji wyrównują się ciśnienia po obu stronach membrany separującej wyższego ciśnienia /dzięki reakcji oleju silikonowego/, a jednocześnie ograniczone zostaje ciśnienie na czujniku w związku z tym, że ciśnienie na wewnętrznej stronie krzemowej membrany równe jest teraz ciśnieniu oleju wewnątrz mieszka przeciążeniowego.

W przypadku przeciążenia od strony niższego ciśnienia, odpływ oleju spod tej membrany zostaje odcięty przy pomocy zaworu przeciążeniowego niższego ciśnienia i sytuacja jest analogiczna. Działanie zaworów przeciążeniowych rozpoczyna się przy przekroczeniu zakresu ciśnienia różnicowego już o ok. $5 \pm 10\%$. Skrócone dane techniczne przetworników ciśnienia podane są w tabeli 2, przetworników różnicy ciśnień - w tabeli 3, natomiast zakres stosowności membran separujących w tabeli 4.



Rys. 14. Dopuszczalna rezystancja obciążenia



Fot. 2. Przetwornik ciśnienia klasy 41 /zdjęta obudowa części elektronicznej/.

Przetwornik ciśnienia przedstawiono na fot. 2 /zdjęta obudowa części elektronicznej/, natomiast konstrukcję części mechanicznej na fot. 3 /druga z lewej membrana separująca/. Widok części głowicy ciśnieniowej zawierającej krzemowy czujnik ilustruje fot. 4. Na fot. 4 widoczna jest zewnętrzna strona membrany oraz prostokątny czujnik zamocowany w ceramicznym przepuszcisku. Jasne paski widoczne na membranie to metalizowane doprowadzenia do wdyfundowanych tensorezystorów, niewidocznych przy tym powiększeniu /ok. $2 \times$ /

Tabela 2

Skrócone dane techniczne przetworników ciśnienia klasy 41

	Zakres niskich ciśnień	Zakres średnich ciśnień	Zakres wysokich ciśnień
Zakresy pomiarowe od-do/regulacja elektroniczna/	0-50 do 0-250 ^{H₂O} 0-200 do 0-1000 ^{H₂O}	0-30 do 0-90 psi 0-80 do 0-250 psi 0-200 do 0-600 psi 0-500 do 0-1500 psi	0-1350 do 0-4000 psi 0-3550 do 0-10000 psi
Niedokładność	±0,35% typ +0,25%	±0,2% typ -0,1%	±0,5% typ -0,35%
Wymiary	191x203x102	191x203x89	203x203x91
Ciężar	ok. 4,3 kg	ok. 2,6 kg	ok. 4,7 kg
Sygnał wyjściowy	4...20 mA		
Znamionowe napięcie zasilania	24 V /patrz rys. 14/		
Znamionowa rezystancja obciążenia	600Ω/patrz rys. 14/		
Strefa nieczułości	pomijalna		
Histereza	≤ 0,1% zakresu, typ ≤ 0,02% zakresu		
Zakres temperatur otoczenia	-40...+93°C		
Zakres temperatur pracy głowicy ciśnieniowej	-40...+121°C		
Wpływ zmian tem- peratury w zakresie -18...+79°C	+0,072% górnego zakresu pomiarowego /10°C typ 0,045% górnego zakresu pomiarowego /10°C		
Wpływ zmian napię- cia zasilania w za- kresie 23...28V	pomijalne przesunięcie zera		
Wpływ zmian rezy- stancji obciążenia w zakresie 0-600Ω	przesunięcie zera ≤ 0,05% zakresu		
Materiały membran separujących /do wyboru/	- stal nierdzewna - tantal - hastelloy C - monel - monel złożony		
Klasyfikacja pod względem iskrobez- pieczeństwa	Class I, Group B, C, D, Division 1 Class II, Group E, F, Division 1		

Uwaga: "typ" /typowo/ oznacza parametry, jakie osiąga ok. 2/3 produkowanych przetworników.

Tabela 3

Skrócone dane techniczne przetworników różnicy ciśnienia kl. 41

Zakresy pomiarowe	0-3 do 0-15" H ₂ O	0,8 do 0-40" H ₂ O	0-20 do 0-105" H ₂ O 0-50 do 0-250" H ₂ O 0-200 do 0-1000" H ₂ O
Niedokładność	±0,75% typ ±0,5%	±0,35% typ ±0,25%	±0,35% typ ±0,25%
Zakres temperatur otoczenia	-40...+95°C	-40...+93°C	-40...+93°C
Histeresa	≤0,3% typ 0,1%	≤0,2% typ 0,1%	≤0,1% typ 0,02%
Zakres temperatur pracy głowicy ciśnieniowej	-40...+107°C	-40...+107°C	-40...+121°C
Zakres regulacji zera	±30% górnego zakresu	±20% górnego zakresu	-
Ciśnienie statyczne	0...2000 psi	0...2000 psi	0...2000 psi
Przesunięcie zera pod wpływem zmian ciśnienia statycznego	0,5%/300 psi	1%/1500 psi	0,6% na zakresie 105" H ₂ O 0,3% na pozostałych
Wymiary	129x183x256	129x183x256	102x183x250
Ciężar	ok. 6 kg	ok. 6 kg	ok. 4,5 kg
Przesunięcie zera pod wpływem zmian temperatury w zakr. -18...+79°C	2% górnego zakresu/55°C	1,5% górnego zakresu/55°C	0,8%/50°C w zakresie 105" H ₂ O; 0,5%/50°C na pozostałych
Wpływ zmian napięcia zasilania w zakresie 23...28V	pomijalny		
Wpływ zmian rezystancji obciążenia w zakresie 0...500Ω	≤0,1% / rys. 14/		
Sygnal wyjściowy	4...20 mA		
Znamionowe napięcie zasilania	24 V / rys. 14/		
Materiały membran separujących / do	<ul style="list-style-type: none"> - stal nierdzewna - hastelloy C - tantal - monel - monel złocony nie występują na zakresach do 40" H ₂ O		
Klasyfikacja pod względem iskrobezp.	Class I Group B, C, D, Division 1 " II " E, F, " 1		

Uwaga: "typ" /typowo/ oznacza parametry, jakie osiąga ok. 2/3 produkowanych przetworników

Tabela 4

Zakres stosowalności membran separujących przetworników kl. 41

Związek chemiczny	Hastelloy	Stal nierdz.	Monel	Tantal	Złocony monel	Zalecane ^{x/}
Aceton	G	P, G, Z	G	G	G	2
Amoniak /mokry/	G, Z	P, G, Z	Q	P	G	2
Alkohol butylowy	E, Z	P, G, Z	G	G	G	2
Alkohol etylowy	E, Z	P, G, Z	E, Z	G	E, Z	2
Azotan amonowy	G, Z	P, G, Z	Q	G	G	2
Azotan sodowy	G	P, G, Z	Q	G, Z	G, Z	2
Bezwodnik ftalowy	P, E, Z	Q	G	G	E	1
Bezwodnik octowy	P, E, Z	P, G, Z	P, G	G	G	2
Chlorek suchy lub mokry	P, E, Z	N, R	Q	E, Z	G	1
Chlorek etylowy	E, Z	P, G, Z	G	E, Z	G	2
Chlorek potasowy	E, Z	P, E, Z	E, Z	G	G	2
Chlorek rtęciowy	P, E, Z	F	Q	E, Z	G	1
Chlorek wapniowy	G, Z	G	G	G	G	1
Chlorek żelazowy	P, E, Z	Q	P	E, Z	P, G	1
Dwutlenek siarki /mokry/	P, E, Z	G	P	G	G	1
Dwuchromian potasowy	G, Z	P, G, Z	G, Z	G, Z	G, Z	2
Eter etylowy	E, Z	P, E, Z	G	G	G	2
Eter metylowy	E	P, E, Z	G	G	G	2
Gliceryna	E, Z	P, G, Z	G	G	G	2
Glikole	E, Z	P, G, Z	G	G	G	2
Kwas azotawy	E, F, Z	Q	NR	G, Z	G, Z	5
Kwas azotowy	E, Z	P, G	Q	G	G	2
Kwas chlorowodorowy	E-G, Z	NR	Q	E-G, Z	G	1
Kwas chromowy	G-F; Z	NR	Q	E, Z	G	1 lub 4
Kwas cytrynowy	F, Z	P, G, Z	G, Z	G, Z	G, Z	2
Kwas fluorowodorowy	G-F, Z	G	G-E, Z	P	E, Z	5
Kwas fosforowy	P, G-F	Q	F	G, Z	G, Z	1 lub 5
Kwas mrówkowy	P, E, Z	Q	Q	G	G	1
Kwas octowy	P, E, Z	P, G, Z	P, G	G	G	2
Kwas ortoborowy	E, Z	P, G, Z	E, Z	G	G	3

Związek chemiczny	Hasteloy	Stal nierdz.	Monel	Tantal	Złoczony monel	Zalecane ^{x/}
Kwas siarkowy	P, F	Q	Q	E, Z	G, Z	4
Kwasy tłuszczowe	E, Z	P, G, Z	G	G	G	2
Mocznik	G	P, G, Z	G, Z	G, Z	G, Z	2
Nadtlenek sodowy	E, Z	P, G, Z	Q	P	G	2
Nadtlenek wodoru	E, Z	P, E, Z	F	E, Z	G	2
Siarczan cynkowy	G	P, G, Z	G, Z	G, Z	G, Z	2
Siarczan magnezowy	E-G	P, G, Z	E, Z	G	G	2
Siarczan miedzi	G, Z	P, G, Z	Q	G, Z	G, Z	2
Siarkowodór	P, E-G, Z	P, G	F	E, Z	G-F	1
Trojchloroetylen	E, Z	P, E, Z	G	G	G	2
Węglan magnezowy	E-G, Z	P, G, Z	G	G	G	2
Węglan potasowy	G, Z	P, G, Z	G, Z	G, Z	G, Z	2
Woda słona	E, Z	G	P, E, Z	G, Z	G	3
Wodorosiarczan sodowy	F	G, Z	P, G, Z	G, Z	G, Z	3
Wodorotlenek sodowy	E, Z	P, Q	E, Z	G	G	3
Wodorotlenek potasowy	G	Q	P, E, Z	G	G	3

x/ U w a g a: zalecane membrany uwzględniają również aspekt ekonomiczny. Przykładowo, stosunek cen płyt z dospawanymi membranami: stalową, monelową, hastelloyową i tantalową pozostaje jak: 1 : 1,6 : 7,1 : 49.

Kod skrótów przydatności materiałów membran:

E - doskonały

G - dobry

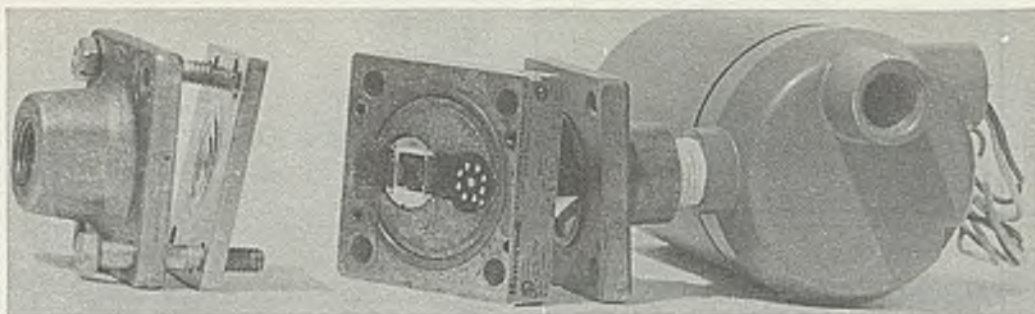
F - średni

NR - nie zalecany

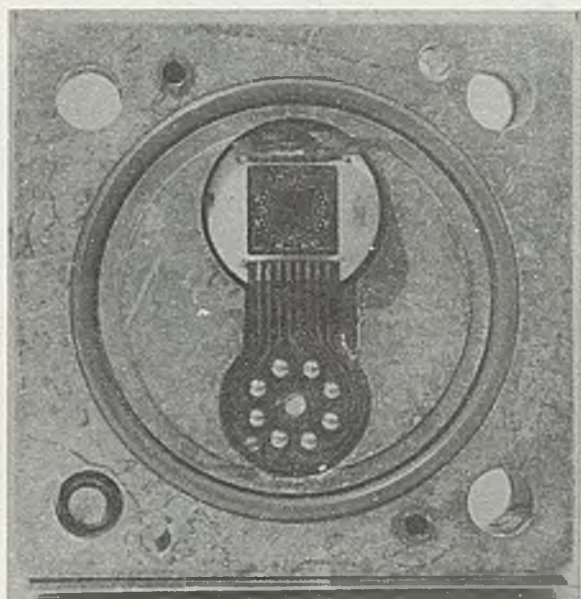
Q - wątpliwy

P - zalecany również przez inne firmy

Z - zatwierdzone przez Honeywella

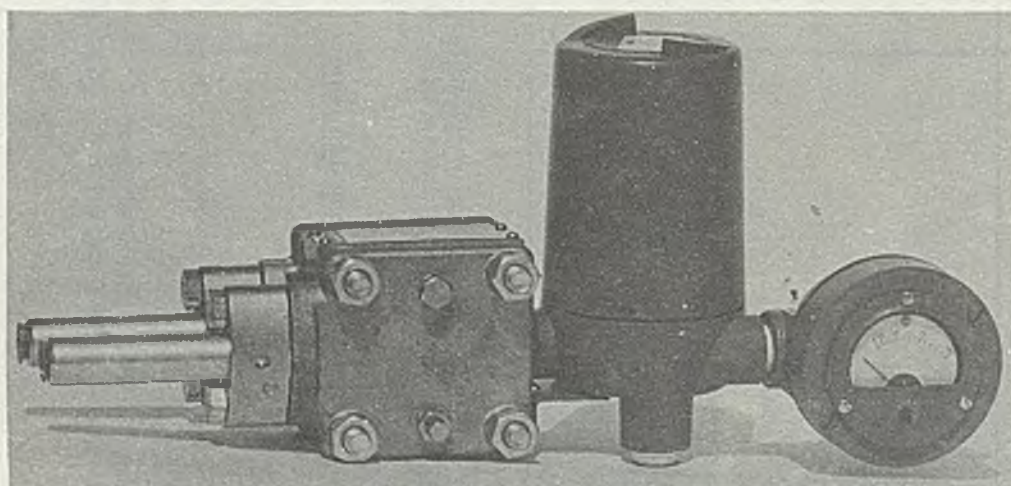


Fot. 3. Budowa przetwornika ciśnienia klasy 41. Od lewej: pokrywa umożliwiająca doprowadzenie ciśnienia, membrana separująca, blok zawierający czujnik krzemowy, obudowa części elektronicznej.



Wyprowadzenia z membrany zrealizowano przy pomocy złotych przewodów łączących z elastycznym obwodem drukowanym. Obwód ten umożliwia dolutowanie się do przepustu głowicy ciśnieniowej konwencjonalną metodą. Fot. 5 przedstawia przetwornik różnicy ciśnień. Wyposażony jest on w głowicę z wydłużeniem 100 mm /dla połączeń spawanych/oraz wskaźnik sygnału wyjściowego ze skalą kwadratową.

Fot. 4. Blok zawierający czujnik krzemowy. Widoczne jasne paski to metalizacja wyprowadzeń z wdfudowanych tensorezystorów. Widać również złote przewody łączące czujnik z elastycznym obwodem drukowanym.



Fot. 5. Przetwornik różnicy ciśnień wyposażony w głowicę, z wydłużeniem dla połączeń spawanych oraz wskaźnik prądu wyjściowego ze skalą kwadratową.

Umowa licencyjna z firmą Honeywell przewiduje uruchomienie w 1976 r. produkcji seryjnej przetworników klasy 41, obecnie produkowanych przez licencjodawcę, a mianowicie:

model 41101	- przetwornik różnicy ciśnień, zakres	3 - 15" H ₂ O
model 41102	- przetwornik różnicy ciśnień, zakres	8 - 40" H ₂ O
model 41103	- przetwornik różnicy ciśnień, zakres	50 - 250" H ₂ O
model 41104	- przetwornik różnicy ciśnień, zakres	200-1000" H ₂ O
model 41105	- przetwornik różnicy ciśnień, zakres	20-105" H ₂ O
model 41220	- przetwornik ciśnienia, zakres	30-90 psi
model 41221	- przetwornik ciśnienia, zakres	80-250 psi
model 41222	- przetwornik ciśnienia, zakres	200-600 psi
model 41223	- przetwornik ciśnienia, zakres	500-1500 psi
model 41224	- przetwornik ciśnienia, zakres	1350-4000 psi
model 41225	- przetwornik ciśnienia, zakres	3350-10000 psi

W następnym etapie przewiduje się sukcesywne wdrażanie do produkcji nowych opracowań licencyjnych /których uruchomienie firma Honeywell planuje w III i IV kw. 1975 roku/:

model 41303	- kołnierzowy przetwornik poziomu zakres	50-250" H ₂ O
model 41304	- kołnierzowy przetwornik poziomu zakres	200-1000" H ₂ O
model 41313	- przetwornik poziomu z wysuniętą membraną	50-250" H ₂ O
model 41314	- przetwornik poziomu z wysuniętą membraną	200-1000" H ₂ O
model 41531	- przetwornik ciśnienia absolutnego zakresu	10-30 mm Hg
model 41532	- przetwornik ciśnienia absolutnego zakresu	15-75 mm Hg
model 41535	- przetwornik ciśnienia absolutnego zakresu	40-200 mm Hg
model 41533	- przetwornik ciśnienia absolutnego zakresu	100-450 mm Hg
model 41534	- przetwornik ciśnienia absolutnego zakresu	30-90 psi
model 41536	- przetwornik ciśnienia absolutnego zakresu	80-250 psi
model 41538	- przetwornik ciśnienia absolutnego zakresu	7,3-30" Hg
model 41539	- przetwornik ciśnienie-podciśnienie zakres	-15 ± +15, -15 ± +75 psi
model 41540	- przetwornik ciśnienie-podciśnienie zakres	-15 ± +65, -15 ± +235 psi
model 41541	- przetwornik ciśnienie-podciśnienie zakres	-15 ± +185, -15 ± +585 psi

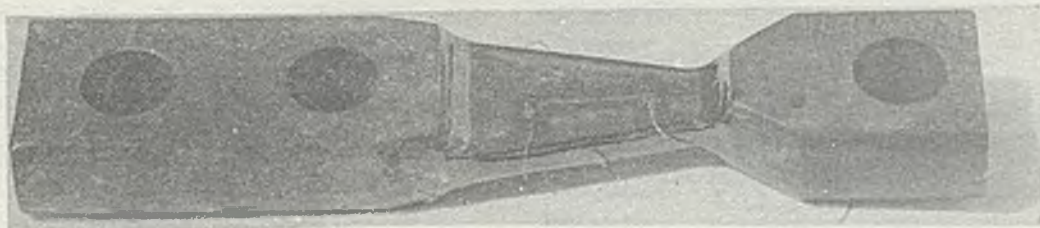
4. Przetwornik międzysystemowy A-271

Przetwornik międzysystemowy typu A271 służy do przetwarzania znormalizowanego sygnału pneumatycznego 0, 2... 1 kG/cm² na znormalizowany sygnał elektryczny 0... 5 mA, 0... 20 mA lub 4... 20 mA. Przetwornik pracuje w układzie otwartym.

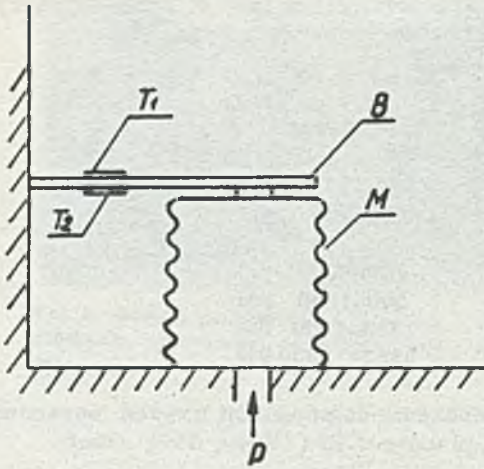
Przetworzenie ciśnienia wejściowego p na sygnał elektryczny następuje w głowicy przetwarzającej /rys.15/. Ciśnienie to powoduje wytworzenie przez mieszek pomiarowy M siły zginającej belkę B z naklejonymi tensometrami T₁ i T₂. /fot. 6/. Przy zginaniu belki tensometr T₁ podlega naprężeniu ściskającemu, natomiast tensometr T₂ podlega naprężeniu rozciągającemu, w wyniku czego rezystancja tensometru T₁ zmniejsza się, natomiast rezystancja tensometru T₂ zwiększa się. Zastoso-

wano tensometry półprzewodnikowe z krzemu. Tensometry takie charakteryzują się dużą czułością odkształceniową, około 40-krotnie wyższą niż czułość tensometrów metalowych, co sprawia, że obróbka sygnału wyjściowego jest dużo prostsza. W przetwornikach A271 uzyskuje się około 10% zmianę rezystancji tensometrów przy zakresowym odkształceniu /co równoważne jest zakresowej deformacji względnej, około 10⁻³/.

Tensometry włączone są w układzie mostka pomiarowego /rys. 15/. Układ różnicowego elektronicznego wzmacniacza pomiarowego zbudowany jest na scalonym wzmacniaczu operacyjnym W oraz tranzystorze T. Wzmacniacz ten uzależnia napięcie w punkcie A tylko od różnicy napięć ΔU na tensometrach T₁ i T₂, w wyniku czego prąd płynący przez rezystancję obciążenia R_o również jest



Fot. 6. Belka tensometryczna przetworników A271 z naklejonym tensometrem /drugi tensometr umocowany jest po drugiej stronie belki/ - w powiększeniu



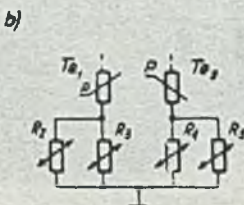
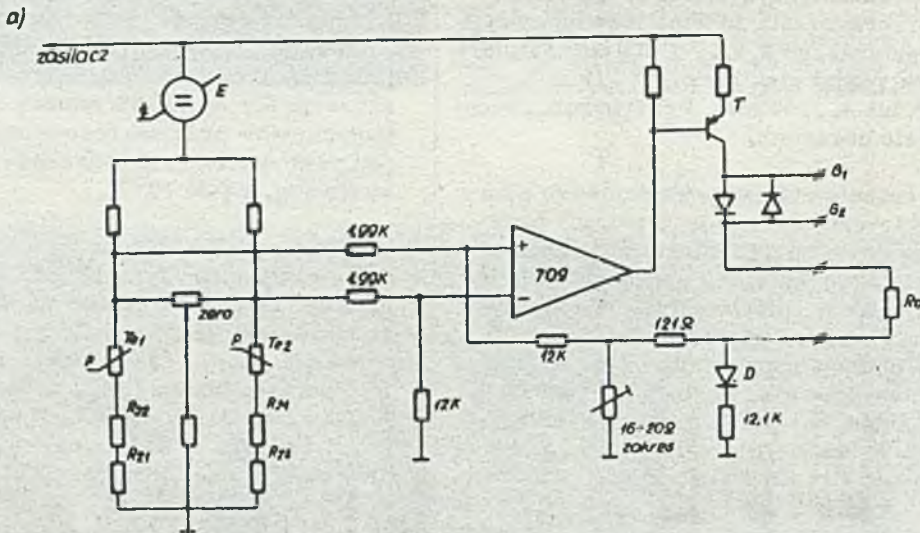
Rys. 15. Konstrukcja głowicy przetwarzającej przetwornika A271.

funkcją tylko napięcia ΔU . Uformowane w ten sposób źródło prądowe jest nieliniowe w wyniku obecności diody D. Gdy napięcie w punkcie A przekroczy napięcie przewodzenia tej diody, włącza ona do układu sprzężenia zwrotnego rezystancję R powodującą przy tym samym napięciu w punkcie A przepływ większego prądu przez obciążenie. Utworzona w ten sposób nieliniowość źródła prądowego wykorzystywana jest w celu linearyzacji charakterystyk wzorcowania głowicy przetwarzającej.

Gniazdko G_1 i G_2 służą do włączenia miliamperomierza w szereg z obwodem wyjściowym bez przerywania tego obwodu. Włączenie miliamperomierza powoduje automatyczne wyłączenie prądu płynącego przez diody D_1 i D_2 i przepływ tego prądu przez miernik zewnętrzny. Warunkiem prawidłowego pomiaru jest, aby spadek napięcia na miliamperomierzu był mniejszy od 300 mV. Ze względu na konieczność kompensacji temperaturowej poziomu zera oraz czułości ciśnieniowej, wprowadzono specjalny układ kompensacji termicznej.

Kompensacja temperaturowa zera

Tensometry T_{e1} i T_{e2} zasilane są z napięcia zasilającego mostek E poprzez rezystory R_{10} i R_{20} . W celu kompensacji temperaturowej zera do układu mostka wprowadzono rezystory R_{21} , R_{22} , R_{23} i R_{24} /rys. 16/. Rezystory R_{21} i R_{23} mają duży dodatni współczynnik temperaturowy rezystancji, natomiast rezystory R_{22} i R_{24} współczynnik temperaturowy rezystancji bliski zera. W celu określenia wartości tych czterech rezystorów wykonuje się pomiary napięcia ΔU na przekątnej mostka w układzie zastępczym przedstawionym na rys. 16 b. W układzie tym rezystory $R_{21} + R_{24}$ zastąpiono przełączanymi rezystorami $R_2 - R_5$.



Rys. 16. a. Uproszczony schemat ideowy przetwornika A271, b. Układ połączeń dodatkowych rezystorów w procesie kompensacji temperatury.

Równoległe połączenie tych rezystorów umożliwia uzyskanie dużej rozdzielczości przy jednoczesnym wyeliminowaniu wpływu rezystancji styków.

W procesie kompensacji temperaturowej ustala się wstępnie wartości początkowe rezystorów R_x i R_y .

$$R_x = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} \quad /27/$$

$$R_y = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} \quad /28/$$

a następnie w temperaturze T_1 poprzez zwiększenie rezystorów kompensacyjnych w jednej gałęzi mostka doprowadza się napięcie ΔU do zera. Następnie, w temperaturze T_2 powtarza się proces zerowania.

Jeśli w tej temperaturze trzeba zwiększyć rezystancję $R_x/R_2 - R_3$,

$$\text{wtedy } R_{23} = 0 \quad /29/$$

$$R_{24} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} \quad /30/$$

i R_{24} wykonuje się z materiału o zerowym współczynniku temperaturowym. Dla obliczenia rezystorów R_{21} i R_{22} należy obliczyć współczynnik podziału α .

$$\alpha = \frac{R_x/T_2 / - R_x/T_1 / \cdot \beta \cdot /T_2 - T_1 /}{R_x/T_1 / / 1 - \beta /T_2 - T_1 /} \quad /31/$$

gdzie:

$R_x/T_2 /$ i $R_x/T_1 /$ są wartościami rezystancji R_x w temperaturze T_2 i T_1 .

β - współczynnik temperaturowy rezystancji rezystorów R_{21} i R_{23}

Wartość rezystorów R_{21} i R_{22} wyznacza się następnie z zależności

$$R_{21} = /1 - \alpha / \cdot R_x / T_1 / \quad /32/$$

$$R_{22} = \alpha \cdot R_x / T_1 / \quad /33/$$

W przypadku, gdy w temperaturze T_2 należało zwiększyć, w celu wyzerowania mostka, rezystory $R_4 - R_5$, obliczenia przeprowadza się w sposób analogiczny, uzyskując

$$R_{21} = 0 \quad /34/$$

$$R_{22} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} \quad /35/$$

$$R_{23} = /1 - \alpha / R_y / T_1 / \quad /36/$$

$$R_{24} = \alpha \cdot R / T_1 / \quad /37/$$

$$\alpha = \frac{R_y / T_2 / - R_y / T_1 / \cdot \beta \cdot /T_2 - T_1 /}{R_y / T_1 / / 1 - \beta /T_2 - T_1 /} \quad /38/$$

Temperatury T_1 i T_2 wybrane są w ten sposób, że dwupunktowa kompensacja obowiązuje dla całego zakresu temperatur pracy.

Kompensacja temperaturowa zakresu

Kompensacja temperaturowa zakresu realizowana jest poprzez zmianę współczynnika temperaturowego napięcia zasilającego. Przewidziane są trzy wartości współczynników temperaturowych napięcia E różniące się między sobą o około 200 ppm/ $^{\circ}\text{C}$. Przełączenie wartości współczynnika temperaturowego realizowane jest zworą w układzie zasilacza mostka pomiarowego.

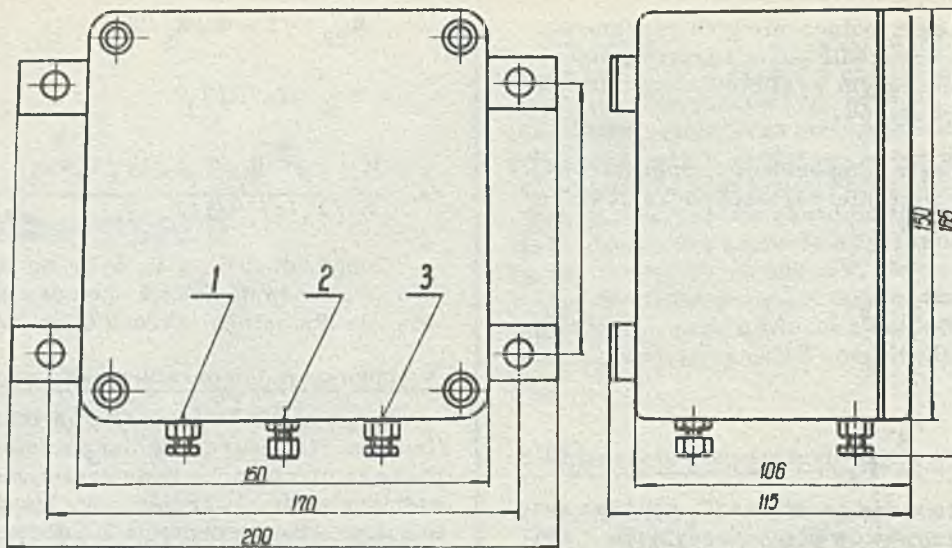
Rozwiązanie kompensacji temperaturowej w opisany wyżej sposób pozwoliło na wyeliminowanie drogich, zachodnich, wieloobrotowych potencjometrów dostrojczych. Końcowe zestrojenie zera oraz zakresu realizowane jest w przedziale $\pm 2\%$, co umożliwiło zastosowanie potencjometrów krajowych.

Dane techniczne podano w tabelach 5 i 6, natomiast sposób zamawiania w tabelach 7 i 8. Wymiary przetwornika pokazano na rys. 17.

Tabela 5

Dane techniczne

Dane techniczne	Jednostki	Wykonanie	
		standardowe	specjalne
Klasa dokładności	%	0,6	0,4
Błąd nieliniowości	%	0,2	0,1
Błąd histerezy	%	0,1	0,1
Błąd pobudliwości	%	0,05	0,05
Błąd temperaturowy	%/ 10°C	0,3	0,2
Zakres temperatur otoczenia	$^{\circ}\text{C}$	-20...+60	-20...+60
Zakres pomiarowy	kG/cm ²	0,2...1	0...1
Napięcia zasilania	V	220 V +10%/50Hz -15%	220 V +10%/50Hz -15%
Pobór mocy	VA	10	10
Położenie robocze	-	dowolne po uprzednim wyzerowaniu	
Przeciążenie	kG/cm ²	do 2	do 2



Rys. 17. Szkic wymiarowy przetwornika: 1 - zasilanie 220V~, 2 - sygnał wejściowy 0,2...1,0 kg/cm², 3 - sygnał wyjściowy 0...5V, 0...20, 4...20mA

Tabela 6

Zakresy prądów wyjściowych

Zakres prądów wyjściowych	Dopuszczalna rezystancja obciążenia
0...5 mA	0...2 kΩ
0...20 mA	0...500Ω
4...20 mA	0...500Ω

Tabela 7

Oznaczenia wykonan

Zakres prądów wyjściowych	klasa dokładności	Oznaczenia
0...5 mA	0,6	A271-A001
0...20 mA		A271-A002
4...20 mA		A271-A003
0...5 mA	0,4	A271-A004
0...20 mA		A271-A005
4...20 mA		A271-A006

Tabela 8

Oznaczenia łączników służących do podłączenia ciśnienia wejściowego

Rodzaj łącznika	Oznaczenie
Do rurek miedzianych 6x1	R903
Do rurek miedzianych 8x1	R904
Do rurek polietylenowych 6x1	R905

Sposób zamawiania

W celu zamówienia określonego wykonania przetwornika należy podać typ przetwornika, oznaczenie wykonania oraz rodzaj łącznika, np.: A271-A002/R903 oznacza przetwornik A271 klasy 0,6, o zakresie prądu wyjściowego 0...20 mA, przystosowany do podłączenia rurek polietylenowych 6x1.

Produkcja seryjna uruchomiona będzie w II półroczu 1975 r. Planuje się wykonanie w tym roku około 100 sztuk przetworników. Wielkość produkcji na rok 1976 ustalona zostanie na podstawie ilości zamówień.

Literatura

- [1] J. Bryzek: Wykorzystanie zjawiska piezorezystancyjnego w półprzewodnikach do budowy nowej generacji przetworników ciśnienia. Prace Konferencji "Automatyzacja w przemyśle chemicznym", Płock, X 1975 /w druku/.
- [2] Rosemount AG.: Diogenes-Prozessregel-system - materiały firmowe
- [3] Long D.: Properties of semiconductors for sensors. IEEE Transaction on Electron Devices, 1969, vol. ED-16, nr 10
- [4] Fulkerson D. E.: A silicon integrated circuit force sensor" IEEE Transaction on Electron Devices, 1969, vol. ED-16, nr 10
- [5] Peake E. R., Zias A. R., Egan J. V.: Solid state digital pressure transducer IEEE Transaction on Electron Devices 1969, vol. ED-16 nr 10.
- [6] Smith C.: Piezoresistance effect in Germanium and Silicon". Physical Review, 1954, vol. 94, nr 1.
- [7] Łapiński M.: Pomiary elektryczne i elektroniczne wielkości nieelektrycznych, WNT, Warszawa 1974.
- [8] Andrejewa A. Uprugije elementy priborow, Moskwa 1965
- [9] Patent nr 3712143, Differential pressure transducer, USA
- [10] Zbiór materiałów informacyjnych firmy Honeywell.

mgr inż. JAN KURILEC
mgr inż. BOLESŁAW SZCZĘŚNIK
mgr inż. ADAM TOMCZAK
Wrocławskie Przedsiębiorstwo Pomiarów
i Automatyki Elektronicznej "Mera-Elmat"

PRZETWORNIKI POMIAROWE TEMPERATURY TYPU APU-313 i APR-313 DOSTOSOWANE DO WSPÓLPRACY Z SYSTEMEM "EFTRONIK"

Wstęp

W myśl Porozumienia między Przedsiębiorstwem Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal" a Wrocławskim Przedsiębiorstwem Pomiarów i Automatyki Elektronicznej "Mera-Elmat", w sprawie współpracy konstrukcyjno-technologicznej i produkcyjnej w zakresie elementów i układów automatyki elektronicznej, w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym "Mera-Elmat" we Wrocławiu opracowane zostały dwuprzewodowe przetworniki pomiarowe temperatury APU-313 i APR-313, przeznaczone do współpracy z elementami automatyki elektronicznej systemu "EFTRONIK".

Opis techniczny

Dwuprzewodowe przetworniki pomiarowe temperatury przeznaczone są do pracy w układach pomiarowych temperatury i w układach automatycznej regulacji temperatury, w przypadkach pomiaru temperatury przy pomocy czujników termometrów termoelektrycznych /APU-313/ oraz czujników termometrów oporowych /APR-313/.

Przetwornik APU-313 jest urządzeniem pomiarowym przetwarzającym liniowo małe napięcia prądu stałego, pochodzące ze źródeł o małej rezystancji wewnętrznej, na standardowy sygnał prądu stałego o zakresie 4 - 20 mA.

Przetwornik APR-313 przetwarza liniowo rezystancję czujnika oporowego, na standardowy sygnał prądu stałego o zakresie 4 - 20 mA.

Przetworniki zapewniają pomiar, z dużą dokładnością, napięć o rozpiętościach od 2 mV do 100 mV, z możliwością przesunięcia początku pomiarowego od -50 do +50 mV w przypadku APU-313 oraz pomiar rezystancji o rozpiętościach od 10 Ω do 300 Ω z moż-

liwością przesunięcia początku zakresu pomiarowego od 0 do 330 Ω /APR-313/.

Przystosowanie przetwornika do współpracy z danym czujnikiem o określonym zakresie pomiarowym realizowane jest przez zastosowanie odpowiedniej, wymiennej wkładki zakresowej. Istnieje możliwość dostrajania zera oraz nachylenia charakterystyki statycznej przetwornika. Przetwornik posiada wewnętrzny układ zapewniający samoczynną sygnalizację przerwania obwodu termopary. Posiada również układ kompensacji wpływu spoin odniesienia. Od strony wyjścia przetwornik charakteryzuje się parametrami umożliwiającymi współpracę z odpowiednimi przyrządami systemu EFTRONIK, a mianowicie separatorem typu 38543 lub zasilaczami typu AZS-113, AZS-114, AZR-114 i AZR-113.

Dwuprzewodowe połączenie przetwornika z urządzeniem współpracującym jest nowoczesnym rozwiązaniem konstrukcyjnym zmniejszającym znacznie koszt kabli zasilających /w przypadku instalowania przetwornika w pobliżu czujnika pomiarowego/.

Przetwornik charakteryzuje się konstrukcją umożliwiającą instalowanie go w przestrzeni zagrożonej wybuchem mieszanin wybuchowych o koncentracji należącej do klasy wybuchowości IIC wg PN-72/E-08107.

Uwaga:

Wymagania dotyczące układu połączeń między przetwornikiem a urządzeniami współpracującymi wraz z linią łączącą, producent podaje do wiadomości po uzyskaniu odpowiednich atestów iskrobezpieczeństwa.

W przypadku instalowania przetwornika w przestrzeni nie zagrożonej wybuchem nie ma ograniczeń dotyczących urządzeń współpracujących. Przetwornik skonstruowany jest w

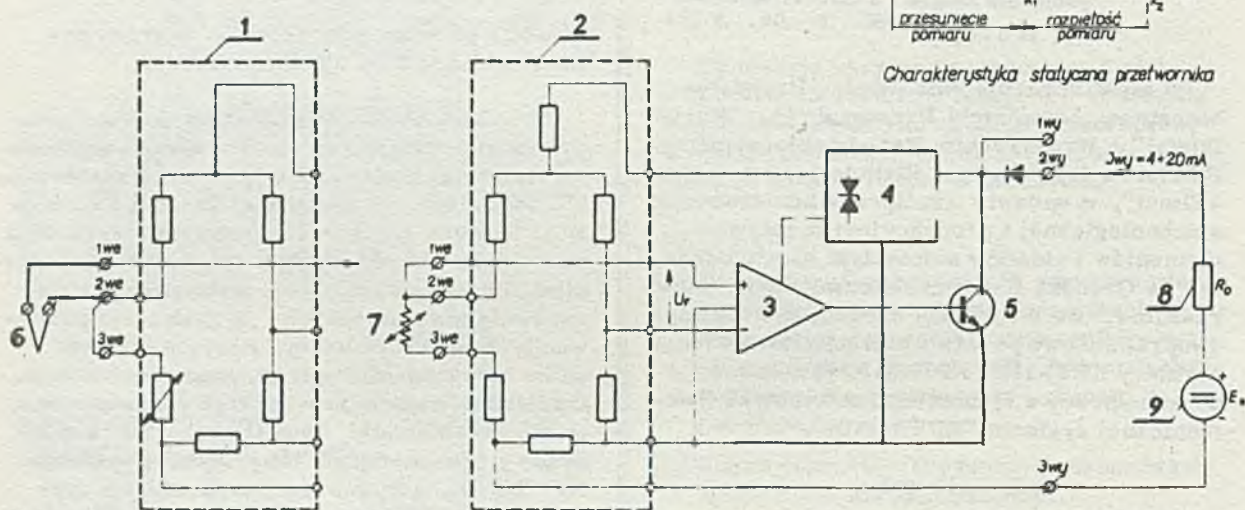
oparciu o nowoczesne elementy elektroniczne, stosowane obecnie w aparatach i modułach systemu URS. Konstrukcja mechaniczna przetwornika jest wspólna dla innych aparatów skrzynkowych systemu URS i zapewnia pyłoszczelność i bryzgoszczelność w stopniu IP 65.

Zasada działania

Zasadę działania przetwornika wyjaśnia schemat funkcjonalny przedstawiony na rys. 1.

Wynik sumowania porównywany jest z napięciem sprzężenia zwrotnego, proporcjonalnym do prądu wyjściowego przetwornika.

Błąd porównania U_r , podawany jest na wejście wzmacniacza operacyjnego z przetwarzaniem /3/, który sterując tranzystorem końcowym /5/ reguluje prąd wyjściowy przetwornika I_{wy} , pobierany z zasilacza /9/ i płynący przez odbiornik /8/. Obwód wejściowy oraz wzmacniacz operacyjny zasilane są z wysokostabilnego źródła napięciowego /4/.

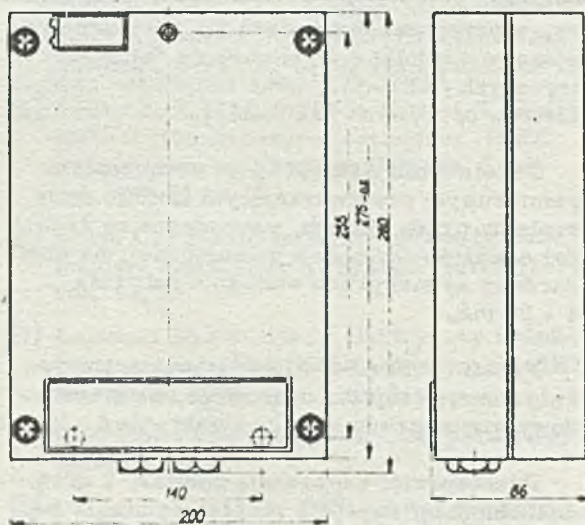


Rys. 1. Schemat funkcjonalny dwuprzewodowego przetwornika pomiarowego.

W przetworniku APU-313 napięcie z termopary /6/ dostarczane jest na zaciski wejściowe /1WE-2WE/ i sumowane w jego obwodzie wejściowym /1/ z napięciem zapewniającym wymagane przesunięcie pomiaru oraz z napięciem zapewniającym kompensację wpływu spoin odniesienia. Wynik sumowania porównywany jest z napięciem sprzężenia zwrotnego, proporcjonalnym do prądu wyjściowego przetwornika.

W przetworniku APR-313, termometr oporowy /7/ podłączony jest linią trójprzewodową do zacisków wejściowych /1WE-2WE-3WE/. Rezystancja termometru oporowego /7/ wchodzi w skład rezystancji jednego z ramion oporowego mostka pomiarowego /2/, zasilanego prądem dostarczanym z wysokostabilnego źródła napięciowego /4/.

Napięcie proporcjonalne do rezystancji termometru oporowego /7/ sumowane jest w obwodzie wejściowym /2/ z napięciem zapewniającym wymagane przesunięcie pomiaru.



Rys. 2. Przetwornik dwuprzewodowy. Wymiary główne.

Główne dane techniczne przetworników

APU-313

APR-313

- | | | |
|--|--|-------------------------------|
| 1. Parametry wejściowe: | | |
| a/ wielkość wejściowa | nap. prądu stałego | rezystancja |
| b/ rozpiętość pomiaru | min. 2 mV, | min 10 Ω |
| | max 100 mV, | max 300 Ω |
| c/ przesunięcie początku zakresu pomiarowego | od 0 do $+50$ mV, | od 0 do 330 Ω |
| d/ połączenie z czujnikiem | przewodami kompensacyjnymi | linią dwu- lub trójprzewodową |
| 2. Parametry wyjściowe: | | |
| a/ wielkość wyjściowa | prąd stały, | prąd stały, |
| b/ zakres wielkości wyjściowej | 4-20 mA | 4-20 mA, |
| c/ rezystancja obciążenia | od 0 do 550 Ω z zachowaniem warunku | |

$$R_o \leq \frac{U_z - 12/V}{20 \text{ mA}} \quad /k\Omega/$$

- | | |
|--|---|
| 3. Charakterystyka statyczna | liniowa |
| 4. Czas trwania stanu nieustalonego | nie większy niż 2s |
| 5. Błąd podstawowy w tym pełzanie zera | nie większy niż $\pm 0,4\%$
nie większe niż $\pm 0,25\%$ |
| 6. Wpływ temperatury w zakresie: od -10°C do $+50^\circ\text{C}$ na: | |
| a/ stabilność zera | nie większy od $\pm 0,2 \mu\text{V}/1^\circ\text{C}$, |
| b/ stabilność wzmacnienia | nie większy od $\pm 0,005\%/1^\circ\text{C}$, |
| c/ stabilność napięcia odniesienia | nie większy od $\pm 0,003\%$ /napięcia odniesienia na 1°C |
| 7. Uchyb kompensacji wpływu spoin odniesienia w zakresie temperatury od -10°C do $+50^\circ\text{C}$ nie przekracza wartości $\pm 2^\circ\text{C}$. | |
| 8. Wpływ zmian napięcia zasilającego nie przekracza wartości $\pm 0,25\%$, | |
| 9. Wpływ zmian rezystancji obciążenia nie przekracza wartości $\pm 0,25\%$, | |
| 10. Wpływ zmian pozostałych czynników w warunkach eksploatacji nie przekracza wartości $\pm 0,25\%$ | |
| 11. Warunki eksploatacji. | |

Przetworniki przeznaczone są do pracy w pomieszczeniach produkcyjnych, w niżej podanych warunkach:

- | | |
|--|--|
| a/ temperatura otoczenia | od -30°C do $+80^\circ\text{C}$ |
| b/ wilgotność względna | od 30% do 80% dla całego zakresu temperatur pracy, |
| c/ ciśnienie atmosferyczne | od 600 do 900 mmHg, |
| d/ napięcie zasilające | od 12V do 36V, |
| e/ pole magnetyczne stałe i zmienne | od 0 do 400 A/m, |
| f/ wibracje | do 0,5g w zakresie częstotliwości do 80 Hz, |
| g/ udary i wstrząsy | brak, |
| h/ położenie pracy | dławikami w dół, |
| i/ zapylenie | dowolne, |
| j/ koncentracja mieszanin wybuchowych należąca do klasy wybuchowości IIC wg PN-72/E-8107 | |

12. Wyposażenie:
- dokumentacja techniczno-ruchowa
 - świadectwo Kontroli Jakości wraz z atestem iskrobezpieczeństwa.

13. Wymiary gabarytowe przetwornika - /rys. 2/.

Oznaczenie

Oznaczeniem aparatu jest symbol wyrobu, który składa się z numeru kodowego oraz czterech grup cyfr, odpowiadających tabelom wykonania oznaczonych I, II, III, IV.

Klasa	Numer kodowy		T a b e l a				
	Wyróżnik funkcyjny	Typ	I	II	III	IV	
	AP	X	- 313	- XX	- XXX	- X -	XX
A=analogowy							
P=przetwornik pomiarowy							
R = oporności							
U - małych napięć stałych							
313 - dwuprzewodowy przetwornik iskrobezpieczny w obudowie skrzynkowej IP 65							
			znamionowe napięcie zasilające i sygnał wyjściowy		rodzaj czujnika zakresy pomiarowe	sygnalizacja	wykonanie

Tabela I - Parametry charakteryzujące

WYJŚCIE

Cyfra pierwsza określa napięcie znamionowe a druga sygnał wyjścia w sposób następujący:

00 - 12 ± 36 V =, 4 ± 20 mA =

Tabela II - Parametry charakteryzujące

WEJŚCIE

Pierwszą cyfrę określa się w zależności od wyróżnika funkcyjnego następująco:

Wyróżnik funkcyjny	Rodzaj czujnika								
	0	1	2	3	4	-	-	-	-
U	0	1	2	3	4	-	-	-	-
R	-	-	-	-	-	5	6	-	9

Przy czym:

- 0 - mV
- 1 - PtRh-Pt
- 2 - NiCr-Ni /dowolne źródło SEM o rezystancji wewnętrznej
- 3 - Fe-Konst, ≤ 1 kom/
- 4 - Cu-Konst,
- 5 - Pt 100
- 6 - Ni 100
- 9 - om

Druża i trzecia cyfra określa następujące zakresy pomiarowe w zależności od rodzaju czujnika

Rodzaj czujnika	Oznaczenie	Zakresy pomiarowe	U w a g i
0	00	Rozpiętość pomiaru: min 2 mV max 100 mV Przesunięcie 0 +50 mV -30 mV	
1	00 10 11 12 21 23	+20°C ▶ +1000°C +20°C ▶ +1200°C +20°C ▶ +1400°C +20°C ▶ +1600°C +600°C ▶ +1000°C +1000°C ▶ +1600°C	Temperatura kompensacji +20°C
2	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 16 17 18 19 20 22	+20°C ▶ +100°C +20°C ▶ +150°C +20°C ▶ +200°C +20°C ▶ +250°C +20°C ▶ +400°C +20°C ▶ +600°C +20°C ▶ +800°C +20°C ▶ +900°C +20°C ▶ +1000°C +20°C ▶ +1200°C +200°C ▶ +800°C +200°C ▶ +800°C +300°C ▶ +600°C +400°C ▶ +1000°C +600°C ▶ +900°C +900°C ▶ +1200°C	Temperatura kompensacji +20°C
3	24 25 01 02 03 04 05 06 07 08 13 14 15 16 18	-50°C ▶ +50°C -20°C ▶ +100°C +20°C ▶ +100°C +20°C ▶ +150°C +20°C ▶ +200°C +20°C ▶ +250°C +20°C ▶ +400°C +20°C ▶ +600°C +20°C ▶ +800°C +20°C ▶ +900°C +100°C ▶ +200°C +100°C ▶ +300°C +200°C ▶ +400°C +200°C ▶ +600°C +300°C ▶ +600°C	Temperatura kompensacji +20°C

4	24	-50°C	+	+50°C	Temperatura kompensacji +20°C
	25	-20°C	+	+100°C	
	01	+20°C	+	+100°C	
	02	+20°C	+	+150°C	
	03	+20°C	+	+200°C	
	04	+20°C	+	+250°C	
	05	+20°C	+	+400°C	
	06	+20°C	+	+600°C	
	13	+100°C	+	+200°C	
	14	+100°C	+	+300°C	
	15	+200°C	+	+400°C	
16	+200°C	+	+600°C		
18	+300°C	+	+600°C		
5	50	-220°C	+	+50°C	
	51	-200°C	+	+50°C	
	52	-100°C	+	0°C	
	53	-100°C	+	+50°C	
	54	-50°C	+	+100°C	
	55	-30°C	+	+150°C	
	56	-30°C	+	+100°C	
	57	-30°C	+	+80°C	
	58	-30°C	+	+60°C	
	59	-20°C	+	+150°C	
	60	-20°C	+	+20°C	
	61	0°C	+	+25°C	
	62	0°C	+	+40°C	
	63	0°C	+	+60°C	
	64	0°C	+	+100°C	
	65	0°C	+	+150°C	
	66	0°C	+	+200°C	
	67	0°C	+	+250°C	
	68	0°C	+	+300°C	
	69	0°C	+	+400°C	
	70	0°C	+	+500°C	
71	0°C	+	+550°C		
72	0°C	+	+600°C		
73	0°C	+	+650°C		
74	+50°C	+	+150°C		
75	+100°C	+	+200°C		
76	+100°C	+	+250°C		
77	+200°C	+	+300°C		
78	+200°C	+	+400°C		
79	+300°C	+	+500°C		
80	+300°C	+	+550°C		
81	+400°C	+	+600°C		
8	58	-30°C	+	+60°C	
	60	-20°C	+	+20°C	
	63	0°C	+	+60°C	
	64	0°C	+	+100°C	
	65	0°C	+	+150°C	
74	+50°C	+	+150°C		
9	99	rozpiętość pomiaru: min 10Ω max 300Ω przesunięcie od 0 do 330Ω			

Uwaga:

Jeśli wyspecyfikowano rodzaj czujnika 0 lub 9 należy obok symbolu wyrobu podać zakres pomiarowy w pełnym brzmieniu.

Tabela III - Sygnalizacja

Cyfra określa sygnalizację przerwy czujnika i może być jedną z następujących:

0 - bez sygnalizacji

1 - przerwa czujnika - sygnał WY maksimum

2 - przerwa czujnika - sygnał WY minimum

Uwaga: dla APR-313 nie specyfikować 1 i 2

Tabela IV - Wykonania

Dwie cyfry określają wykonanie przetwornika, przy czym:

00 - wersja iskrobezpieczna - wykonanie bez atestu

10 - wersja iskrobezpieczna - wykonanie z atestem KBB GIG

Przykład zamówienia

a/ Dwuprzewodowy przetwornik pomiarowy małych napięć stałych iskrobezpieczny, w obudowie skrzynkowej JP 65, na napięcie zasilające od 12 V_~ do 36 V_~ z sygnałem wyjściowym w postaci prądu stałego 4-20 mA, przystosowany do współpracy z termoparą PtRh-Pt o zakresie +20°C ÷ +1000°C dla temperatury kompensacji 20°C, bez sygnalizacji przerwy termopary, z atestem Kopalni Doświadczalnej "Barbara" GIG, specyfikować należy symbol: APU-313-00-109-0-10

b/ Przetwornik jw, lecz przystosowany do współpracy z nieokreślonym źródłem SEM o oporności wewnętrznej nie przekraczającej 1000 Ω, na zakres pomiarowy 15 ÷ 30 mV specyfikować należy symbol: APU-313-00-000-0-10-/15-30/mV.



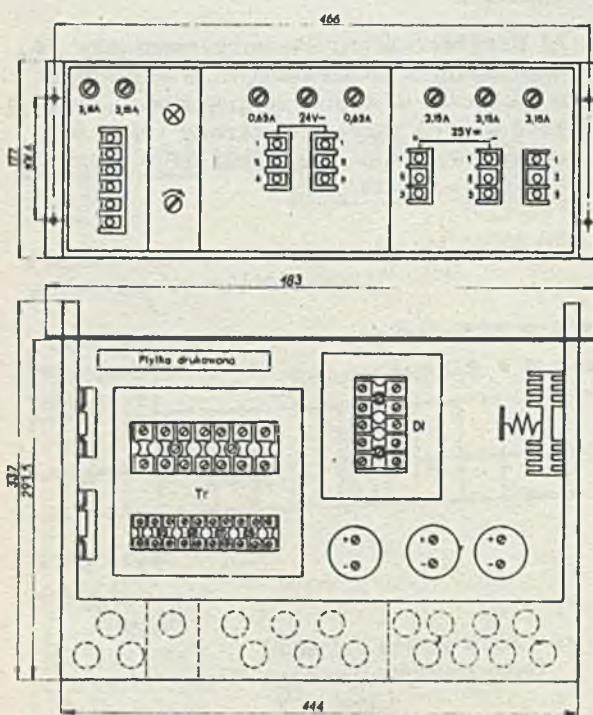
ZASILACZE STABILIZOWANE DLA SYSTEMU "EFTRONIK"

Wstęp

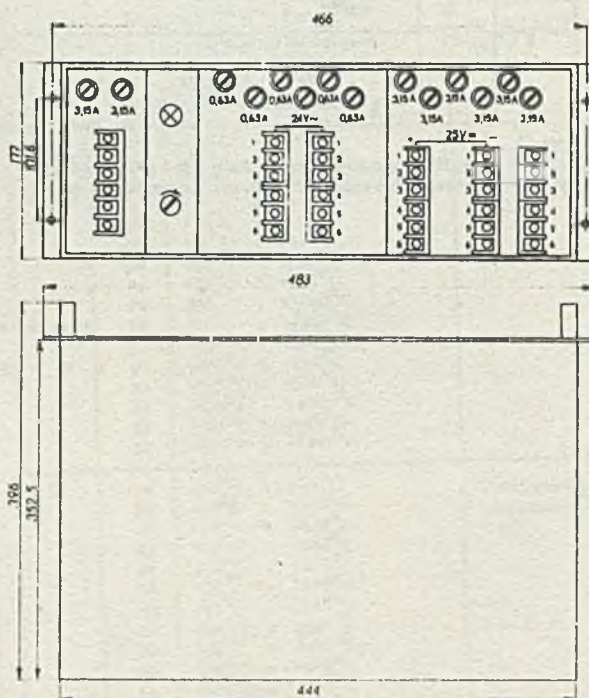
Na podstawie porozumienia między Przedsiębiorstwem Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal", a Wrocławskim Przedsiębiorstwem Pomiarów i Automatyki Elektronicznej "Mera-Elmat" w sprawie współpracy konstrukcyjno-technologicznej i produkcyjnej w zakresie elementów i układów automatyki elektronicznej w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym "Mera-Elmat" we Wrocławiu opracowane zostały zasilacze stabilizowane AZS-113 i AZS-114 /bez rezerwowego zasilania bateryjnego/ oraz AZR-113 i AZR-114 /z rezerwacją bateryjną/. Zasilacze te przeznaczone są do współpracy z urządzeniami sterującymi, rejestrującymi i wskaźującymi systemu "EFTRONIK".

Opis techniczny

Zasilacze typu AZS i AZR zapewniają stabilizowane napięcie stałe o wartości 25 V oraz napięcie zmienne 24 V. Napięcie stałe uzyskuje się przez zastosowanie stabilizatora napięcia stałego w układzie kompensacyjnym. Wyjście stałoprądowe posiada układ zabezpieczający od zwarć i przeciążeń, jak również przed wzrostem napięcia ponad dopuszczalną wartość. Wyjście zmiennoprądowe stanowi jedno z uzwojeń wtórnych transformatora sieciowego. Zasilacze AZS-113 i AZS-114 różnią się między sobą obciążalnością napięć wyjściowych, a tym samym ilością zacisków przyłączeniowych na tylnej płycie zasilacza. Zasilacze stabilizowane AZR-113 i AZR-114 zapewnia-



Rys. 1. Szkic wymiarowy kasety zasilacza AZS



Rys. 2. Szkic wymiarowy kasety zasilacza AZR

ją takie same parametry techniczne jak odpowiednie zasilacze AZS, a ponadto dodatkowo umożliwiają ciągłą pracę w przypadku zaniku napięcia w sieci zasilającej. Zasilacze te współpracują z blokiem bateryjnym, który stanowi oddzielną konstrukcję w standardowej kasie 19".

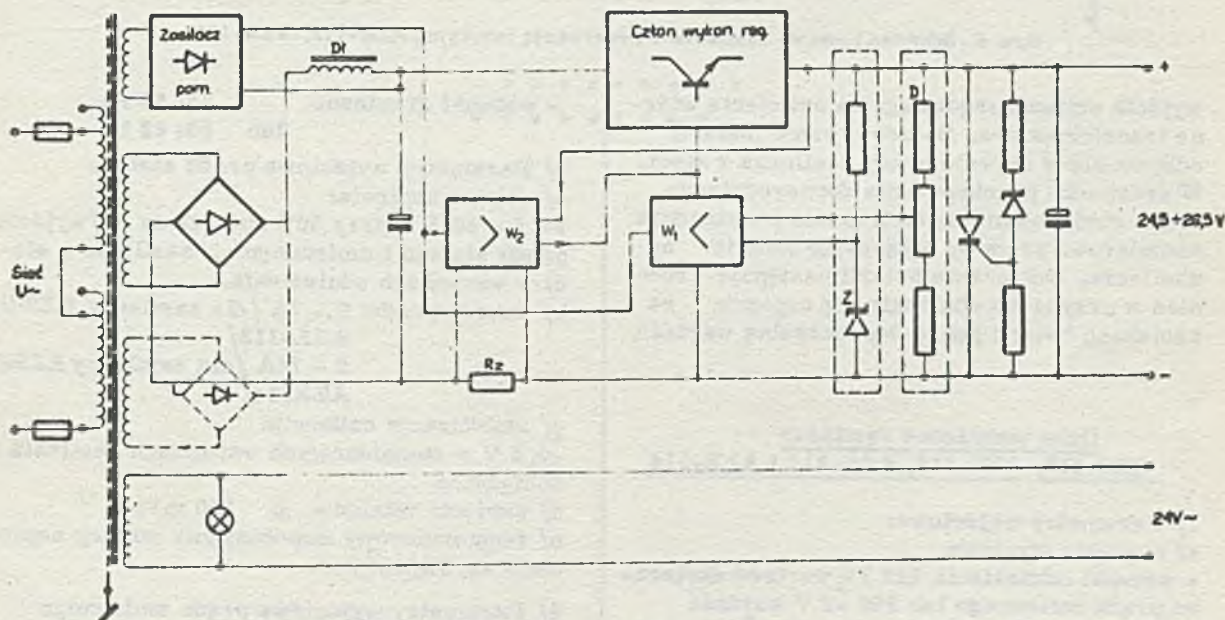
Ponadto zasilacz ten dodatkowo posiada bezstykowy układ przełączający napięcie oraz przetwornicę tranzystorową zapewniającą zmienne napięcie na wyjściu przy zaniku sieci. Bateria akumulatorów doładowywana jest z dodatkowego prostownika znajdującego się wewnątrz zasilacza. Zasilacz AZR posiada układ zabezpieczający przed nadmiernym rozładowaniem baterii, oraz zabezpieczenie przed jej przeciążeniem.

Zasada działania

Schemat blokowy zasilacza stabilizowanego AZS-113 i AZS-114 przedstawia rys. 3. Napięcie sieci poprzez bezpieczniki zasila transformator TR1. Uzwojenia pierwotne transformatora posiadają dwie identyczne sekcje połączone równolegle do sieci 100-125 V, lub szeregowo dla sieci 200-250 V.

Różnica tych napięć tworzy sygnał błędu. Sygnał ten steruje wzmacniaczem scalonym, który poprzez stopień dopasowujący /tranzystor średniej mocy/ oddziałuje na szeregowy element regulacyjny w postaci układu Darlingtona.

Układ automatycznego sterowania z ujemnym sprzężeniem zwrotnym o dużym wzmacnieniu zapewnia stałość napięcia wyjściowego. Zasilacz pomocniczy dostarcza stabilizowanego napięcia dla wzmacniacza sygnału błędu i układu zabezpieczającego. W przypadku zaistnienia przeciążenia lub zwarcia w obwodzie prądu stałego napięcia na rezystancji R_z wystawia wzmacniacz W_2 który oddziałuje na element regulacyjny. W przypadku wzrostu napięcia wyjściowego powyżej założonej wartości działa tyristor. Załączenie tyristora powoduje uruchomienie układu przeciążeniowego i ograniczenie prądu zwarcia. Ponowne włączenie zasilacza po zadziałaniu tyristora jest możliwe po wyłączeniu zasilacza z sieci. Zasilacz AZS-114 w odróżnieniu od zasilacza AZS-113 posiada dwa prostowniki pracujące równolegle, oraz podwojoną ilość tranzystorów regulujących. Schemat blokowy zasilacza stabilizowanego AZR-113 i AZR-114 przedstawia rys. 4.



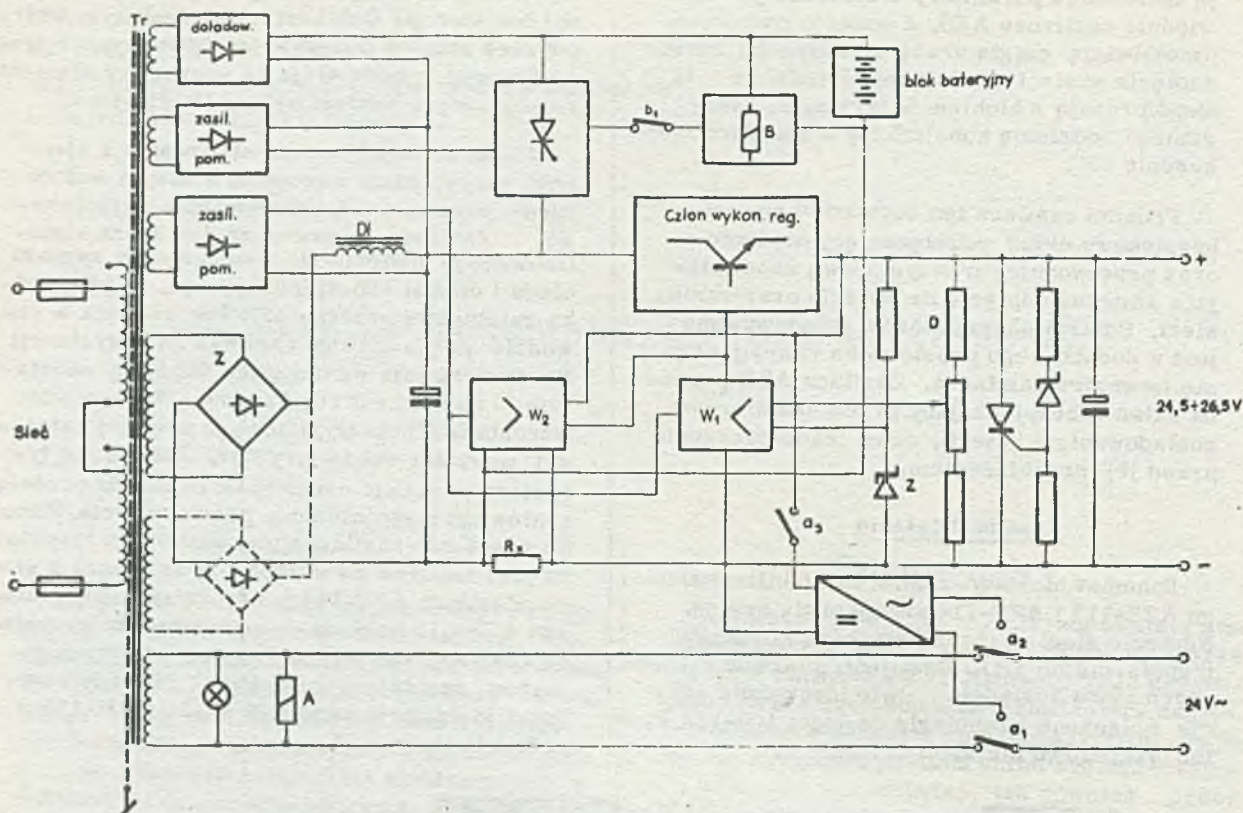
Rys. 3. Schemat blokowy zasilacza stabilizowanego AZS-113, AZS-114

Uzwojenia wtórne transformatora wykorzystuje się do:

- zasilania mostka prostownika w stabilizatorze napięcia stałego,
- zasilania prostownika pomocniczego napięcia,
- zasilania wyjścia zmiennoprądowego 24 V/1,5 A.

Wyprostowane napięcie po przejściu przez filtr F jest doprowadzone do elementu stabilizującego regulatora R. Część napięcia wyjściowego z dzielnika D jest porównana z napięciem odniesienia otrzymanym na diodzie Zenera Z.

Zasada działania zasilacza AZR jest taka sama jak zasilacza AZS w normalnych warunkach zasilania /z sieci/. W przypadku zaniku napięcia sieci następuje zadziałanie łącznika tyristorowego i podanie napięcia baterii do elementu stabilizującego regulatora R i układu sterującego. Jednocześnie następuje załączenie przetwornicy i przełączenie wyjścia zmiennoprądowego z uzwojenia transformatora na wyjście przetwornicy. Powrót napięcia sieci powoduje odłączenie /zablokowanie/ łącznika tyristorowego i ponowne przełączenie



Rys. 4. Schemat blokowy zasilacza z rezerwacją baterijną AZR-113, AZR-114

wyjścia zmiennoprądowego na uzwojenie wtórne transformatora. Doładowywanie baterii odbywa się w okresie pracy zasilacza z sieci. W przypadku przekroczenia dopuszczalnego prądu rozładowania baterii działa bezpiecznik nadmiarowo prądowy odłączając baterie od zasilacza. Odłączenie baterii następuje również w przypadku obniżenia się napięcia na zaciskach baterii ponad dopuszczalną wartość.

Dane techniczne zasilaczy
AZS-113, AZS-114, AZR-113 i AZR-114

1/ Parametry wejściowe:

a/ napięcie sieciowe

- warunki odniesienia $220 \text{ V} \pm$ wartość skuteczna prądu zmiennego lub $240 \text{ V} \pm 2$ V wartość skuteczna prądu zmiennego lub $110 \text{ V} \pm 1$ V wartość skuteczna prądu zmiennego
- warunki znamionowe $220 \text{ V} \pm 10\%$ wartość skuteczna prądu zmiennego lub $218 \pm 254 \text{ V}$ wartość skuteczna prądu zmiennego lub $99 - 116 \text{ V}$

- warunki graniczne $192 \pm 254 \text{ V}$ wartość skuteczna prądu zmiennego lub $88 \pm 121 \text{ V}$ wartość skuteczna prądu zmiennego

b/ Częstotliwość napięcia zasilającego

- warunki odniesienia $50 \pm 0,5 \text{ Hz}$
lub $60 \pm 0,5 \text{ Hz}$
- warunki znamionowe $47 \pm 51 \text{ Hz}$
lub $59 \pm 61 \text{ Hz}$

- warunki graniczne $45 \pm 53 \text{ Hz}$
lub $58 \pm 62 \text{ Hz}$

2/ Parametry wyjściowe prądu stałego

a/ zakres napięcia:

$24,5 - 26,5 \text{ V}$ przy 50% obciążeniu /wyjście prądu stałego i zmiennego/ i zasilanie z sieci w warunkach odniesienia.

- b/ zakres prądu: $0 - 7 \text{ A}$ /dla zasilaczy AZS-113, AZR-113/
 $0 - 14 \text{ A}$ /dla zasilaczy AZS-114, AZR-114/

c/ stabilizacja całkowita

$-0,5 \text{ V}$ w znamionowych warunkach zasilania i obciążenia

d/ napięcie tętnień - $\leq 100 \text{ mVpp}$

e/ temperaturowy współczynnik zmiany napięcia - $-0,5\%/10^\circ\text{C}$

3/ Parametry wyjściowe prądu zmiennego

a/ zakres napięcia

$24 \text{ V} \pm 2, -0 \text{ V}$ wartości skutecznej przy 50% obciążeniu /wyjście prądu stałego i zmiennego/ i zasilanie w warunkach odniesienia

- b/ zakres prądu: $0 - 1,5 \text{ A}$ /dla zasilaczy AZS-113, AZR-113/
 $0 - 3 \text{ A}$ /dla zasilaczy AZS-114, AZR-114/

c/ stabilizacja całkowita: 5% przy znamionowym obciążeniu i zasilaniu w warunkach odniesienia

d/ częstotliwość: jak napięcie sieci

e/ temperaturowy współczynnik zmiany napięcia - $-1\%/10^\circ\text{C}$

- 4/ Warunki eksploatacji
 a/ temperatura otoczenia - od 15°C do 40°C /288-313K/
 b/ wilgotność względna - od 30% do 80% dla całego zakresu temperatur pracy
 c/ wibracje - do 1 g w zakresie częstotliwości 0 - 45 Hz
 d/ udary - do 30 g w warunkach przystosowanych do wysyłki
 e/ pole magnetyczne stałe i zmienne 50 Hz - od 0 do 40 A/m²
 f/ położenie pracy - poziome zgodnie z napisami
- 5/ Rodzaj obudowy - standardowa kasetka 19"
- 6/ Wymiary gabarytowe - wg rys. 1 i rys. 2
- 7/ Ciężar - ok. 20 kG dla AZS-113 i AZS-114 ok. 30 kG dla AZR-113 i AZR-114
- 8/ Numer normy zakładowej - ZN- /MERA-16/
- 9/ Wyposażenie
 a/ instrukcja obsługi /dokumentacja techniczno-ruchowa/
 b/ świadectwo kontroli technicznej /ewentualnie atest kontroli/

- 10/ Urządzenia współpracujące
 a/ po stronie wyjścia - dowolne urządzenie /np. aparat systemu EFTRONIK/
 b/ na płycie tylnej rozmieszczone są zaciski przyłączeniowe /rys. 1, rys. 2/

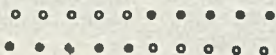
Sposób zamawiania

W zamówieniu należy podać:

- a/ Nazwę i typ aparatu /np. zasilacz stabilizowany AZS-113/
 b/ Wartość napięcia zasilającego
 wyk. 1 - 110 V 50 Hz /lub 60 Hz/
 wyk. 2 - 220 V 50 Hz /lub 60 Hz/
 wyk. 3 - 240 V 50 Hz /lub 60 Hz/

Przykład zamówienia

- a/ Zasilacza stabilizowanego bez rezerwacji bateryjnej 25 V/7A, napięcie sieci 220 V 50 Hz: "Zasilacz stabilizowany AZS-113/2"
 b/ Zasilacza stabilizowanego 25V/7A z rezerwacją baterijną napięcia stałego i zmiennego na napięcie sieci 220 V 50 Hz: "Zasilacz stabilizowany AZR-113/2"
 c/ Zasilacza stabilizowanego 25V/14A z rezerwacją baterijną tylko dla napięcia stałego na napięcie sieci 220V/50 Hz: "Zasilacz stabilizowany AZR-114-I/2".



URZĄDZENIA DO POMIARU TEMPERATURY Z SYGNALIZACJĄ STANÓW ALARMOWYCH STOSOWANE NA STATKACH MORSKICH

Wstęp

Dynamicznie rozwijający się w Polsce przemysł okrętowy stwarza rosnące zapotrzebowanie na specjalistyczną aparaturę pomiarową przeznaczoną dla wyposażenia statków. Aparatura kontrolno-pomiarowa przeznaczona do eksploatacji na morzu pracuje w wyjątkowo trudnych warunkach techno-klimatycznych. Wynika to przede wszystkim z uniwersalności występujących zagrożeń i zmienności warunków otoczenia. Statki o nieograniczonym rejonie pływania pokonują olbrzymie odległości, przebywając w ciągu jednego rejsu w strefach o różnych klimatach. Aparatura narażona jest więc na wpływ wszystkich warunków klimatycznych, od arktycznych do tropikalnych.

Specyficzne warunki wynikające ze skupienia większości czynników działających niszcząco na aparaturę pomiarową powodują duże trudności konstrukcyjne. Stwarzają one konieczność konstruowania urządzeń odpornych zarówno na działanie klimatu, jak wibracji, uderzeń, kołysania oraz umożliwiających poprawne działanie w warunkach stałego przechyłu dochodzącego do 45°, który może wystąpić na statku w czasie pracy. Z tych też względów Krakowska Fabryka Aparatów Pomiarowych "Mera-KFAP" dopiero w roku 1973 r. przystąpiła do opracowania konstrukcji centralki pomiaru temperatury z sygnalizacją stanów krytycznych, mając już za sobą trzyletnią współpracę z przemysłem okrętowym oraz liczne opracowanie takie, jak: wielokanałowy miernik temperatury ESI 001/M, ESM 11/M, wielokanałowy miernik rejestrujący temperatury i wilgotności ERI 001/M, ERM 211/M i ERM 11/M oraz całą gamę różnych czujników temperatury i wilgotności do różnych zastosowań okrętowych. Dodatkowym utrudnieniem dla konstruktorów był fakt, że centralka stanów krytycznych musiała być urządzeniem całkowicie elektronicznym i nie

miała zupełnie odpowiednika w produkowanej aparaturze pomiarowej zarówno w KFAP, jak i w innych zakładach zgrupowanych w Zjednoczeniu MERA, produkujących aparaturę pomiarową.

W chwili opracowywania centralki stanów krytycznych udział wyrobów elektronicznych w KFAP wynosił zaledwie 4%, a produkowana aparatura była głównie aparaturą elektro-mechaniczną.

2. Pomiar i sygnalizacja temperatury na nowoczesnych statkach o nieograniczonym rejonie pływania

Współcześnie budowane statki coraz powszechniej stosują bezzałogowe zautomatyzowane siłownie tzw. "siłownie bezwachtowe". Oznacza to, że siłownia nowoczesnego statku handlowego co najmniej przez 8 godzin na dobę pracuje bez obsługi, a sterowanie maszyną główną odbywa się ze sterówki. Wymaga to odpowiednich niezawodnie działających urządzeń automatyki, zdalnego sterowania oraz aparatury pomiarowo-sygnalizacyjnej. Funkcje aparatury pomiarowo-sygnalizacyjnej spełniają wielokanałowe centralki pomiaru temperatury z sygnalizacją stanów krytycznych, zwane w okrętownictwie "centralkami stanów krytycznych". Mimo iż budowane są również centralki stanów krytycznych dla sygnalizacji i pomiaru innych parametrów np. ciśnienia poziomu cieczy, przepływu itp., to jednak najważniejszym parametrem obrazującym pracę silnika okrętowego i innych mechanizmów siłowni jest temperatura. Dla przykładu w samym tylko silniku głównym mierzy się temperaturę wody chłodzącej, oleju, tulej cylindrów, łożysk, paliwa do wtryskiwaczy, głowicy, gazów wylotowych, turbodmuchawy, powietrza do cylindrów oraz wiele innych.

Centralki stanów krytycznych są urządzeniami pomiarowo-sygnalizacyjnymi, których głównym zadaniem jest ostrzeganie załogi o nieprawidłowościach występujących w pracy urządzeń okrętowych. Zadanie to realizowane jest przez: ciągłe nadzorowanie wartości wybranych punktów pomiarowych temperatury silnika głównego i mechanizmów pomocniczych, porównanie tych wartości z zadanymi wartościami granicznymi, a w przypadku wykrycia przekroczenia nastawionej wartości granicznej - włączenie sygnalizacji optycznej i akustycznej informujące załogę o zaistniałej awarii.

Wartości temperatury mierzone są za pomocą czujników. W różnych rozwiązaniach stosowane są czujniki stykowe /dwustanowe/ lub, w systemach bardziej rozbudowanych, czujniki analogowe. W systemach stosujących czujniki stykowe porównanie wartości granicznych odbywa się w samych czujnikach, które w razie wykrycia przekroczenia wysyłają sygnał /zwarcie lub rozwarcie styku/ do części centralnej systemu. Centralki z czujnikami dwustanowymi nie pozwalają na pomiar aktualnej wartości temperatury panującej w miejscu zamontowania czujnika, co poważnie ogranicza ich zastosowanie. Obecnie centralki te, mimo iż koszt ich jest znacznie niższy niż centralek z czujnikami analogowymi, mają niewielkie znaczenie i stosuje się je jedynie do sygnalizacji mniej odpowiedzialnych urządzeń.

W systemach stosujących czujniki analogowe otrzymuje się na wyjściu z czujnika sygnał elektryczny ciągły o wartości zależnej od wartości mierzonego parametru. Porównanie tej wielkości z zadaną wartością graniczną odbywa się w części centralnej systemu. W układzie znajdują się również przyrządy wskazujące, na których w każdym momencie można odczytać aktualną wartość dowolnie wybranego kanału pomiarowego.

Współczesne centralki stanów krytycznych najczęściej posiadają 12 do 24 kanałów pomiarowych, a w niektórych wypadkach nawet 80.

3. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych centralek stanów krytycznych stosowanych przez polski przemysł okrętowy

Okrętowa aparatura pomiarowa charakteryzuje się aktualnie dynamicznym rozwojem produkcji szczególnie w krajach o rozwiniętym od lat przemyśle stoczniowym. W Europie w produkcji tej aparatury wyspecjalizowały się następujące firmy: AUTRONICA i STANDARD TELEFON og KABELFABRIK-Norwegia, SOREN T. LYNGSO i CARL TH. MALLING-Dania, HAGENUK i SIEMENS-FRN oraz GRAVINER i MIMIC DAIGRAMS & ELEC-

TRONICS - Wielka Brytania. Należy podkreślić, że poza firmą SIEMENS pozostałe firmy są raczej nieznaną na polu produkcji przemysłowej aparatury kontrolno-pomiarowej.

W Polsce najbardziej znana jest aparatura produkcji firm: AUTRONICA, SOREN T. LYNGSO i GRAVINER. W zakresie produkcji krajowej nowe rozwiązania oferuje Krakowska Fabryka Aparatów Pomiarowych "Mera-KFAP". Poniżej zostaną scharakteryzowane rozwiązania technicznie wymienionej aparatury.

3.1. Centralka typu MN-4, firmy AUTRONICA

Centralka służy głównie do sygnalizacji temperatury morskich silników spalinowych i parowych. Centralka daje automatyczne ostrzeżenie w przypadku przekroczenia wartości temperatury granicznej /krytycznej, ustawionej oddzielnie dla każdego kanału pomiarowego. Jest ona przeznaczona głównie do pomiaru temperatury łożysk, wody chłodzącej, oleju itp.

Podstawowe parametry techniczne:

- zakres pomiarowy - $0 \pm 100^{\circ}\text{C}$
- rodzaj czujników - termistorowe
- ilość kanałów pomiar. - 9, 14, 24, 34, 39 lub 54.
- dokładność wskazań i sygnalizacji - w zakresie $20^{\circ}\text{C} \pm 80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- poza w/w zakresem -3°C
- rodzaj sygnalizacji - maksymalna
- napięcie zasilania - 24 V-

Centralka ma budowę modułową, składa się z następujących bloków:

- a/ blok miernika
- b/ blok alarmu głównego
- c/ blok alarmu uszkodzeń
- d/ blok sygnalizacji przekroczeń

3.2. Centralka typu MU-4 AUTRONICA

Centralka sygnalizacyjna temperatury okrętowych silników spalinowych. Daje ona automatyczne ostrzeżenie w przypadku przekroczenia temperatury granicznej wspólnej dla wszystkich kanałów pomiarowych. Jest ona przeznaczona do pomiaru temperatury powietrza zasilającego silniki spalinowe, temperatury tulej cylindrów silnika głównego itp.

Podstawowe parametry techniczne

- zakres pomiarowy - $0 \pm 150^{\circ}\text{C}$
- rodzaj czujników - rezystorowe Pt $100\Omega/^{\circ}\text{C}$
- ilość kanałów pomiarowych - 4, 9 lub 14
- dokładność - -2% zakresu
- sygnalizacja - max
- napięcie zasilania - 24 V-

Centralka typu MU-4, podobnie jak centralka typu MN-4, ma budowę modułową.

3.3. Centralka typu MX-4 AUTRONICA

Centralka przeznaczona jest do pomiaru i sygnalizacji temperatury spalin na wydechu małych silników spalinowych w okrętowych agregatach prądowórczych. Wartość temperatury granicznej nastawiona jest wspólnie dla wszystkich kanałów pomiarowych.

Podstawowe parametry techniczne

- zakres pomiarowy - 0 - 600°C
- rodzaj czujnika - termoelement NiCr-Ni ze wzmacniaczem typu GA2
- ilość kanałów pomiarowych - 4, 9, 14 lub 24
- dokładność - ±2% zakresu
- sygnalizacja - max
- napięcie zasilania - 24 V =

Centralka ma budowę modułową podobnie jak centralka typu MN-4.

3.4. Centralka typu MX-5 AUTRONICA

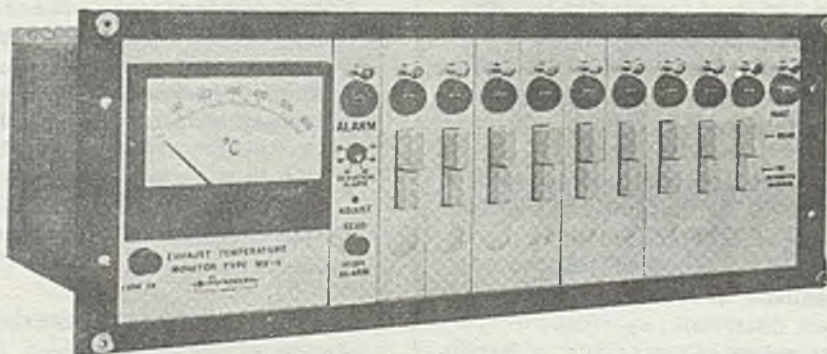
tycznie ostrzeżenie w przypadku przekroczenia wartości nastawionej indywidualnie dla każdego kanału temperatury granicznej. Przeznaczona jest głównie do pomiaru temperatury łożysk, wody chłodzącej, oleju itp.

Podstawowe parametry techniczne

- zakres pomiarowy - 50 ± 150°C
- rodzaj czujników - rezystorowe Pt 100
- ilość kanałów pomiarowych - do 12
- dokładność - ±2% zakresu
- sygnalizacja - max
- napięcie zasilania - 220 V 50 ± 60 Hz

3.6. Centralka typu 204 A SOREN T. LYGSO

Centralka przeznaczona jest specjalnie dla pomiaru i sygnalizacji temperatury gazów wydechowych okrętowych silników wysokoprężnych. Jest odpowiednikiem centralki typu MX-5 firmy AUTRONICA. Kanały niewykorzystane do sygnalizacji temperatury gazów wydechowych mogą być użyte do sygnalizacji maksymalnej temperatury urządzeń pomocniczych silnika.



Fot. 1. Centralka typu MX-5 firmy "Autronica"

Skonstruowana specjalnie dla nadzorowania temperatury gazów wylotowych dużych wysokoprężnych silników okrętowych służących do napędów głównych. Centralka daje automatyczne ostrzeżenie w przypadku przekroczenia przez średnią temperaturę wartości nastawionej. Ponadto alarm wystąpi, gdy nastawiona odchyłka temperatury któregoś z cylindrów od wartości średniej zostanie przekroczona.

Podstawowe parametry techniczne podobne jak centralki typu MX-4.

3.5. Centralka typu 204-C firmy SOREN T. LYGSO

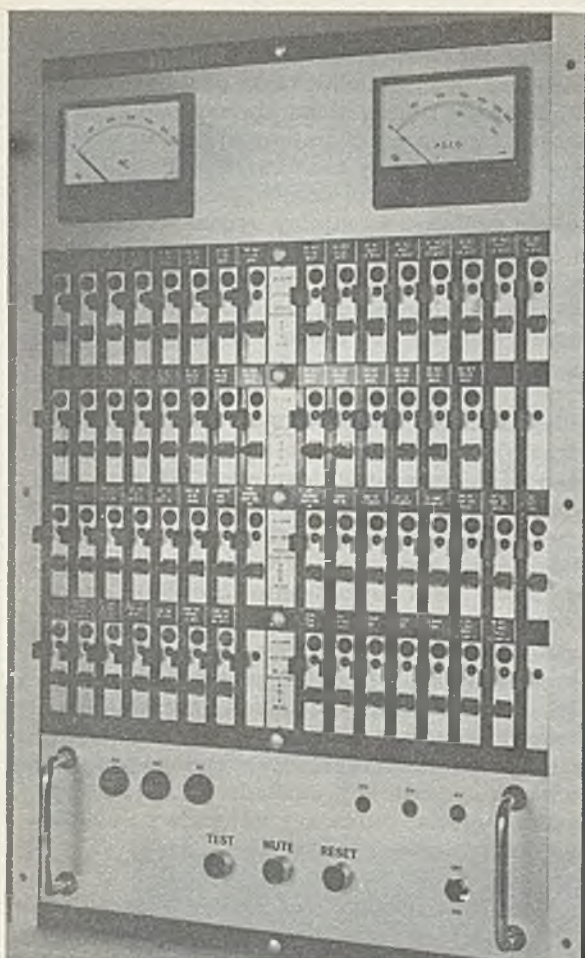
Centralka przeznaczona głównie do pomiaru i sygnalizacji przekroczeń temperatury w urządzeniach okrętowych. Daje ona automa-

3.7. Centralka typu MK 5 firmy GRAVINER

Centralka ta służy do nadzorowania temperatury lub innych parametrów głównego i pomocniczego wyposażenia statku. Jest centralką uniwersalną, mogącą pracować przetwornikami temperatury, ciśnienia, przepływu poziomu itp. zarówno analogowymi jak dwustanowymi /przełącznikowymi/.

Podstawowe parametry techniczne:

- zakres pomiarowy - niski 0 ± 150°C
- wysoki 100 ± 650°C
- rodzaj czujników - dla zakresów niskich - termistorowy
- dla zakresów wysokich - rezystorowy Pt 100
- ilość kanałów pomiarowych - 16, 32, 48, 64 lub 80



Fot. 2. Centralka firmy "Grawiner"

- wyjście dla centralnej rejestracji danych
 - przewidziano
- rodzaj sygnalizacji - maksymalna
- napięcie zasilania - 110V, 115V, 230V, 50 + 60 Hz

Centralka ma budowę modułową, przeznaczona jest do wbudowania w pulpit lub tablicę.

3. 8. Okrętowa centralka pomiaru temperatury z sygnalizacją stanów krytycznych typu ECR 11 opracowana przez Krakowską Fabrykę Aparatów Pomiarowych "Mera-KFAP"

Wielokanałowa centralka pomiaru temperatury z sygnalizacją przekroczeń stanów krytycznych typu ECR 11 w połączeniu z czujnikami rezystancyjnymi temperatury służy do ciągłego pomiaru i kontrolowania zadanych wartości temperatury w wybranych punktach pomiarowych i sygnalizowania załogi statku o występujących nieprawidłowościach w pracy urządzeń okrętowych. Centralka ma uniwersalne przeznaczenie. Może nadzorować zarówno silnik główny, jak silniki pomocnicze lub temperaturę innych urządzeń kadowni. Przeznaczona jest i opracowana głównie dla zastosowania na statkach, lecz ze

względu na uniwersalność zakresów pomiarowych znaleźć może również szerokie zastosowanie w przemyśle.

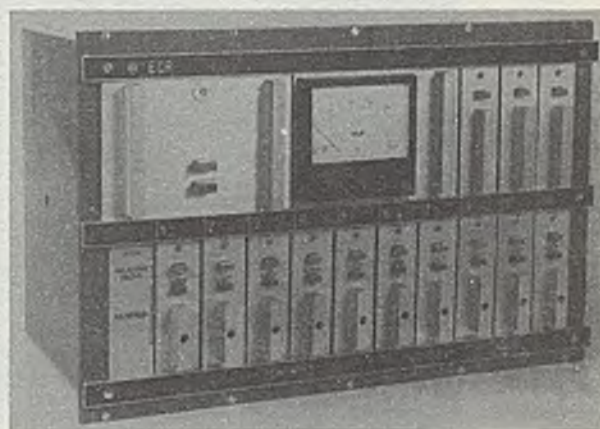
Podstawowe dane techniczne

- zakresy pomiarowe
 - $-30 \pm 20^{\circ}\text{C}$
 - $-50 \pm 50^{\circ}\text{C}$
 - $-50 \pm 150^{\circ}\text{C}$
 - $0 \pm 100^{\circ}\text{C}$
 - $0 \pm 200^{\circ}\text{C}$
 - $0 \pm 600^{\circ}\text{C}$
- rodzaj czujnika - rezystorowy Pt 100/ 0°C wg PN
- ilość kanałów pomiarowych - 10, 20, lub 30
- dokładność wskazań i sygnał - 1,6% lub 2,5% zakresu
- rodzaj sygnalizacji - maksymalna lub minimalna
- napięcie zasilania - 110V, 220V 50 + 60 Hz

Centralka ma budowę modułową, można w niej wyodrębnić pięć układów funkcjonalnych, tworzących następujące bloki:

- zasilacza
- miernika wskazującego
- alarmu ogólnego /głównego/
- alarmu uszkodzeń
- sygnalizacji przekroczeń

Wszystkie wymienione bloki są wymienne i dostępne od czoła centralki. Obudowa posiada kołnierz umożliwiający zabudowanie jej w pulpicie lub szafie sterowniczej.



Fot. 3. Centralka typu ECR opracowana w "Mera-KFAP"

Istnieje również wersja centralki /ECR21/ przeznaczona do mocowania na ścianie. Obwody elektroniczne centralki zbudowano w oparciu o krzemowe elementy półprzewodnikowe oraz obwody scalone. Jako lampek sygnalizacyjnych w centralce użyto diod luminescencyjnych typuLED.

Podstawowy układ sygnalizacji przekroczeń zawiera: mostek pomiarowy, wzmacniacz oraz układ sygnalizacji wyposażony w człon opóźniający oraz układ pamięci rozruchu. W gałęzi mostka pomiarowego znajduje się czujnik pomiarowy oraz precyzyjny potencjometr wielo-

obrotowy do nastawiania żądanej wartości temperatury krytycznej maksymalnej lub minimalnej. Zastosowany człon opóźniający o wartości opóźnienia 2 s czyni układ niewrażliwym na krótkotrwałe impulsy zakłócające, które mogą przedostać się do obwodu wejściowego centralki i uruchomić alarm. Zadaniem układu pamięci rozruchu jest natomiast unieruchomienie układu alarmowego na czas rozruchu urządzenia. Ma to zastosowanie np. przy realizacji minimalnej, kiedy temperatura czujnika w czasie rozruchu jest niższa od nastawionej temperatury krytycznej.

Miernik analogowy /mikroamperomierz/ współpracujący ze wzmacniaczem pomiarowym umożliwia odczyt temperatury rzeczywistej panującej w miejscu zainstalowania czujnika, co odpowiada napięciu na przekątnej wejściowego mostka pomiarowego oraz umożliwia odczyt nastawionej na potencjometrze temperatury krytycznej odpowiadającej spadkowi napięcia na suwaku potencjometru włączonego w układ mostka. Alarm w układzie powstaje jako wynik zrównoważenia napięcia wyjściowego mostka pomiarowego.

W skład zespołu sygnalizacji przekroczeń wchodzi także układ sygnalizacji uszkodzeń dający skok napięcia do układu alarmowego w przypadku zwarcia, rozwarcia lub doziemienia w obwodzie czujnika.

Moduł alarmu ogólnego zawiera multiwibrator bistabilny pracujący jako przerzutnik, który steruje tranzystorem z umieszczoną w emiterze cewką przekaźnika, włączając swymi stykami urządzenia alarmowe. Przerzutnik jest sterowany impulsami z układu sygnalizacji przekroczeń poprzez klucz tranzystorowy. Układ alarmu uszkodzeń działa podobnie do układu alarmu ogólnego.

Działanie

Pomiar temperatury. Miernik wskazuje normalnie zero. Po przyciśnięciu czerwonego przycisku bloku sygnalizacji przekroczeń, miernik wskazuje aktualną temperaturę w miejscu zainstalowania danego czujnika. Po przyciśnięciu przycisku szarego znajdującego się na tymże bloku, miernik wskaże nastawioną przy pomocy wieloobrotowego potencjometru wartość graniczną alarmu.

Alarm. Przekroczenie nastawionej temperatury krytycznej przez jeden lub więcej czujników wywołuje alarm. Sygnalizowany jest on przez czerwone światła na blokach sygnalizacji przekroczeń, w których nastąpiło przekro-

czenie i czerwone światło na bloku alarmu ogólnego. Za pośrednictwem przekaźnika znajdującego się na bloku alarmu ogólnego może być również uruchomiony sygnał zewnętrzny w postaci syreny lub dzwonka. Przez wciśnięcie przycisku znajdującego się w bloku alarmu ogólnego kasujemy sygnał świetlny na tym bloku oraz sygnał alarmu zewnętrznego. Alarmowy sygnał świetlny na bloku sygnalizacji przekroczeń można skasować szarym przyciskiem na tym bloku dopiero po ustąpieniu przyczyny alarmu w danym kanale.

W centralce może powstać alarm, którego przyczyną jest uszkodzenie w zewnętrznym obwodzie pomiarowym czujnika. Alarm ten sygnalizowany jest w bloku alarmu uszkodzeń przez ciągłe czerwone światło oraz w bloku sygnalizacji przekroczeń w kanale czujnika, gdzie nastąpiło uszkodzenie światłem czerwonym pulsującym. Do bloku sygnalizacji uszkodzeń można również przyłączyć alarm zewnętrzny. Alarmowy sygnał świetlny na bloku sygnalizacji uszkodzeń i ewentualny alarm zewnętrzny można wyłączyć /skasować/ przez naciśnięcie czerwonego przycisku na bloku sygnalizacji uszkodzeń. Alarmowy sygnał świetlny pulsujący ustępuje po usunięciu uszkodzenia.

Centralka posiada dwa moduły alarmu ogólnego, do których można przyłączyć dowolne grupy bloków sygnalizacji przekroczeń. Pozwala to na wywoływanie alarmu zewnętrznego w dwu różnych miejscach /różnych osób/, w zależności od miejsca pomiaru temperatury.

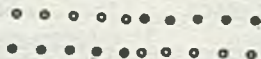
4. Zamierzenia rozwojowe krajowej produkcji centralek stanów krytycznych

Szybki rozwój przemysłu okrętowego w Polsce powoduje również wzrost zapotrzebowania na nowoczesny sprzęt specjalistyczny dla wyposażenia statków, w tym również na aparaturę kontrolno-pomiarową. Z tego względu "Mera-KFAP" przewiduje opracowanie nowych rozwiązań centralek stanów krytycznych. Będą do nich należały:

Centralka stanów krytycznych "Kontenerowa" przeznaczona do zastosowania przy sygnalizacji temperatury w kontenerach chłodzonych do przewozu środków żywnościowych.

Centralka stanów krytycznych przeznaczona dla sygnalizacji temperatury gazów wydechowych silnika głównego.

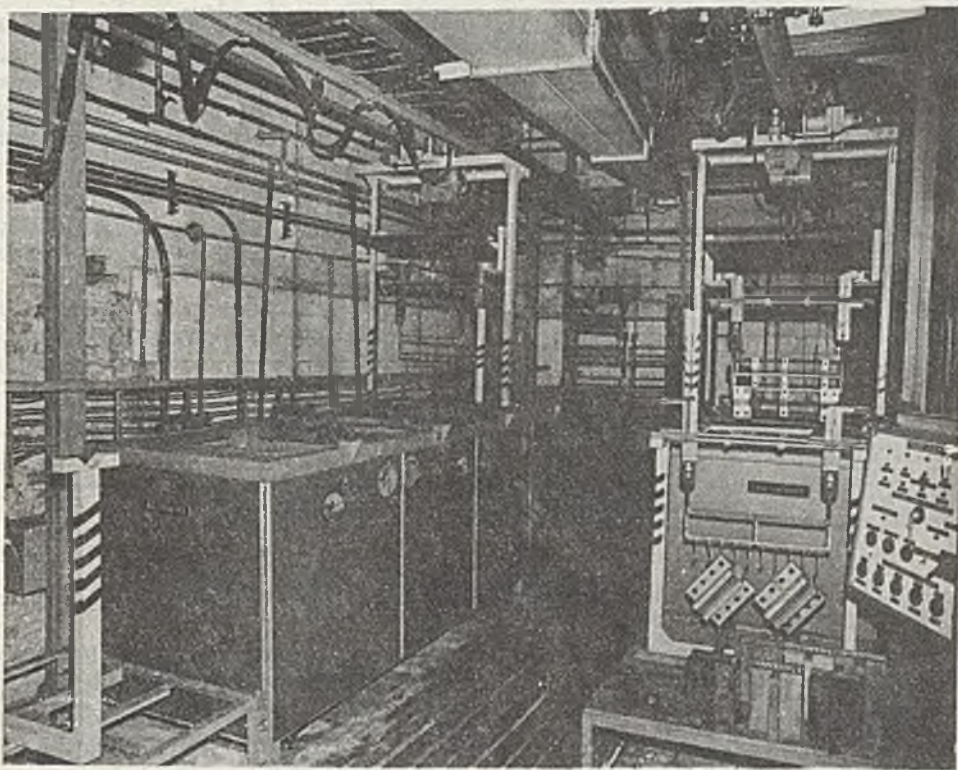
Ta ostatnia centralka jest odpowiednikiem centralek typu MX-5 Autronica lub typu 204A SOREN T. Lyngso.



inż. BOHDAN SADOWSKI
mgr inż. KAZIMIERZ SIELICKI
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy
Metrologii Elektrycznej "Mera-Lumel"

LINIA AUTOMATYCZNA DO OBRÓBKI ELEKTROCHEMICZNEJ BOCZNIKÓW POMIAROWYCH

W artykule przedstawiono budowę i zasadę działania linii do elektrochemicznej obróbki boczników pomiarowych, opracowanej i wykonanej w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Metrologii Elektrycznej w Zielonej Górze, dla Lubuskich Zakładów Aparatów Elektrycznych "Mera-Lumel". Ze względu na uniwersalność konstrukcji, opisana linia służyć może jako wzór do opracowania podobnych urządzeń w innych przedsiębiorstwach.



Fot. 1. Ogólny widok linii do cynowania boczników

Boczniki pomiarowe zewnętrzne stanowią wymienne przybory do amperomierzy prądu stałego i są przeznaczone do rozszerzania zakresów pomiarowych przy pomiarach dużych prądów. Jednym z producentów boczników są

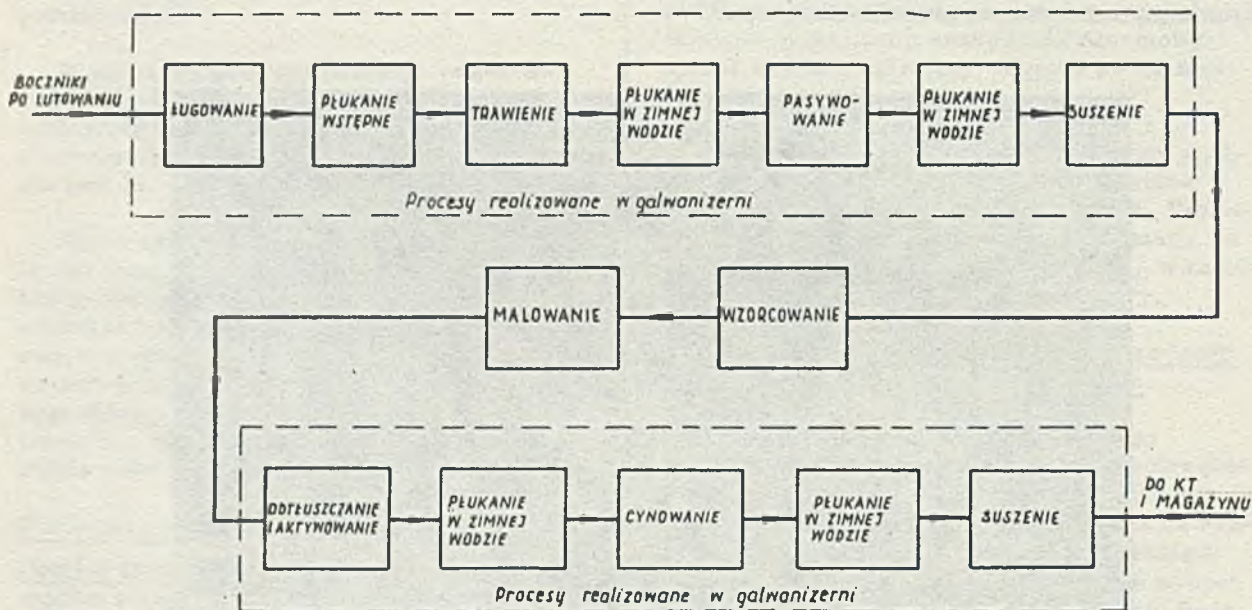
Lubuskie Zakłady Aparatów Elektrycznych "Mera-Lumel", wykonujące boczniki typu B2 i B3 dla znamionowego spadku napięcia 60 mV i 150 mV, o zakresach prądów 25 A...15000 A. Klasa dokładności boczników jest równa 0,5.

Niezależnie od wielkości mierzonego prądu bocznik składa się z dwóch miedzianych lub mosiężnych kształtowników, połączonych ze sobą odpowiednią ilością /w zależności od zakresu pomiarowego/ prętów oporowych z brązu manganinowego. Na kształtownikach umieszczone są śruby do przyłączenia bocznika do toru pomiarowego i zaciski do podłączenia obwodu pomiarowego /napięciowego/. W zależności od zakresu masa bocznika typu B2 wynosi 0,15...31 kg. Boczniki powinny spełniać szereg wymagań określonych normami /1/. Podstawowym wymogiem jest zachowanie dokładności w całym zakresie prądu obciążenia w warunkach użytkowych. O klasie dokładności decydują: współczynnik temperatury oporności użytego materiału oporowego /2/ oraz podstawowe procesy technologiczne:

- technologia lutowania twardego,
- operacja wzorcowania,
- procesy obróbki elektrochemicznej.

Zabezpieczenie bocznika przed korozją zapewnia pokrycie powierzchni prętów oporowych lakierem i cynowanie elektrolityczne kształtowników. Kolejność operacji technologicznych po lutowaniu boczników ilustruje rys. 1. Celem utrzymania określonych parametrów technologicznych obróbki elektrochemicznej i zmechanizowania transportu /wymagającego przy przyjętym programie produkcji 12-krotnego przeniesienia masy około 30 kg w ciągu godziny/ opracowano koncepcję linii automatycznej. Ograniczone warunki "lokalowe" galwanizerni Zakładów "Mera-Lumel" dają możliwość wygospodarowania jedynie małego pomieszczenia o powierzchni około 30 m². W tej sytuacji typowe urządzenia produkowane w kraju przez ZUGIL w Wieluniu, ze względu na swoje duże wymiary gabarytowe, nie mogły być zastosowane.

Z kolejności operacji przedstawionych na rys. 1 wynika, że istnieje możliwość prze-

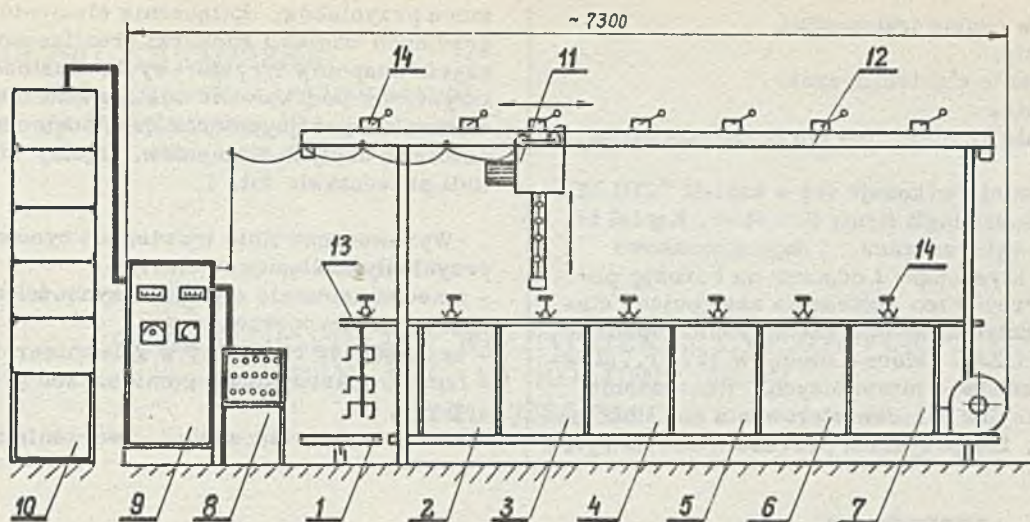


Rys. 1. Schemat procesów technologicznych boczników po lutowaniu

Konstrukcja urządzeń wzorcujących powinna zapewniać wzorcowanie i sprawdzanie boczników przy znamionowym prądzie obciążenia z dokładnością lepszą niż 0,1% /3/. Pręty łączone są z kształtownikami metodą lutowania twardego. Przy nagrzewaniu płomieniem gazowym do temperatury 700°C w trakcie lutowania, warstwa powierzchniowa prętów zmienia swój skład chemiczny i własności fizyczne, między innymi pogarsza się współczynnik temperatury oporności. W celu usunięcia niekorzystnych skutków stosuje się chemiczne trawienie warstwy uszkodzonej.

prowadzenia obróbki elektrochemicznej na dwóch oddzielnych liniach: linii do trawienia chemicznego i linii do elektrolitycznego cynowania. Rozwiązanie konstrukcyjne linii trawienia pokazano na rys. 2.

Boczniki dostarczane są do stanowiska załadowania wózkiem transportowym i ręcznie zawieszane na zaczepy zawieszek. Elektrociąg o programowanym ruchu jazdy i podnoszenia, zabiera załadowane bocznikami zawieszki i automatycznie umieszcza kolejno, na określony czas, w odpowiednich wannach, a po zakończeniu cyklu procesów dostarcza



Rys. 2. Linia do trawienia chemicznego: 1. Stanowisko załadunku i rozładunku, 2+6. Wanny do obróbki chemicznej, 7. Suszarka, 8. Blok sterowania ręcznego, 9. Blok sterowania automatycznego, 10. Rozdzielnia skrzynkowa z zaworami tyrystorowymi, 11. Elektrowciąg, 12. Szyna jezdna elektrowciągu, 13. Zawieszka, 14. Wyłączniki krańcowe i przełączniki sterujące.

do stanowiska rozładunku. Program ruchu zawieszek w linii trawienia boczników przedstawia rys. 3.

W linii trawienia realizowane są następujące procesy chemiczne:

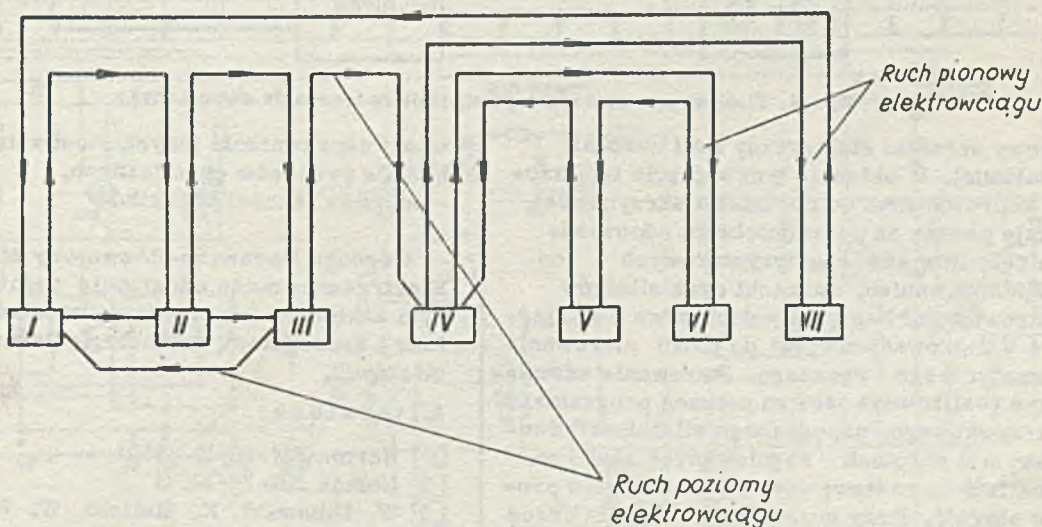
- ługowanie resztek topnika pozostałych po lutowaniu w kąpeli z wodorotlenku sodu mieszanym sprężonym powietrzem,
- dwukrotne płukanie w gorącej wodzie,
- trawienie w roztworze kwasu siarkowego i dwuchromianu potasu,
- pasywowanie w dwuchromianie potasu i kwasie siarkowym,
- suszenie strumieniem gorącego powietrza.

Mała, w stosunku do powierzchni wsadu objętość wanny wymaga starannej kontroli składu chemicznego i okresowej korekty roz-

tworu trawiącego. Z tego też względu skład dobrano tak, aby obie komponenty kąpeli wy-czerpywały się w stałej, niezmiennej proporcji. Uzupełnienie polega na dodawaniu odpowiedniej ilości koncentratu zawierającego $K_2Cr_2O_7$ i H_2SO_4 w stosunku 1:1, 2. Dla ułatwienia przeprowadzania korekty opracowano tablice, pozwalające na szybkie określenie zużytej ilości koncentratu w zależności od ilości obrobionych boczników. Po trawieniu boczniki odsyłane są do lakierni, gdzie pręty oporowe pokrywa się lakierem, który oprócz pokrycia antykorozyjnego zabezpiecza je w procesie cynowania.

Cynowanie odbywa się w drugiej linii auto-

matycznej, w której realizowane są procesy:
- aktywowanie powierzchni w H_2SO_4 /usunięcie zanieczyszczeń powstałych przy lakiero-



Rys. 3. Program pracy linii do trawienia chemicznego boczników: I - Załadunek i rozładunek zawieszek 5 + 10 min., II - Ługowanie 30 + 45 + 60 min., III - Płukanie wstępne 5 + 7, 5 + 10 min., IV - Płukanie dokładne 1 + 1, 5 + 2 min., V - Pasywowanie 30 + 45 + 60 s., VI - Trawienie 8 + 12 + 18 min., VII - Suszenie 5 + 7, 5 + 10 min.

waniu i w czasie transportu/

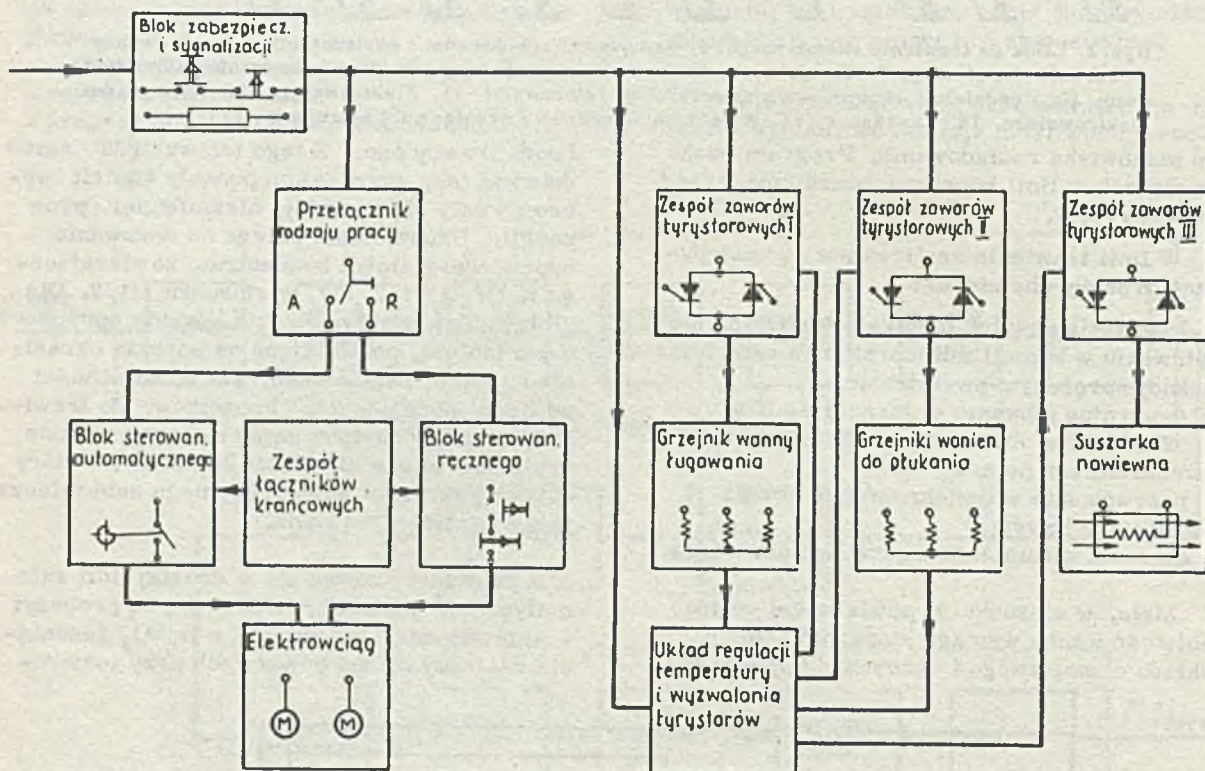
- płukanie,
- cynowanie elektrolityczne,
- płukanie,
- suszenie strumieniem gorącego powietrza.

Cynowanie wykonuje się w kąpeli "CULMO" według technologii firmy Schlotter. Kąpiel ta zawiera wyblyszczacze i daje stosunkowo twarde, błyszczące i odporne na korozję powłoki. Proces ten skutecznie zastępujący stosowane dotychczas srebrzenie został wprowadzony w LZAE "Mera-Lumel" w 1974 r., głównie do końcówek lutowniczych. Rozwiązania konstrukcyjne układów sterowania obu linii są podobne. Dla przykładu przedstawiono na rys. 4

mocą przycisków. Załączenie elementów grzejnych wanien i suszarki zrealizowano przy użyciu zespołów tyrystorowych. Zastosowanie tyrystorów podyktowane zostało znaczną mocą elementów grzejnych oraz dużą zdolnością łączeniową użytych elementów. Ogólny widok linii przedstawia fot. 1.

Wprowadzone linie trawienia i cynowania przyniosły następujące efekty:

- zmechanizowanie ciężkich czynności transportu międzyoperacyjnego,
- oszczędność robocizny w galwanizerni,
- lepsze wykorzystanie pomieszczeń produkcyjnych,
- zdobycie doświadczenia i stworzenie możli-



Rys. 4. Blokowy schemat elektryczny linii do trawienia chemicznego

blokowy schemat elektryczny linii obróbki chemicznej. W układzie tym napięcie trójfazowe, doprowadzone do rozdzielni skrzynkowej, zostaje podane za pośrednictwem odpowiednich zespołów zaworów tyrystorowych do grzejników wanien, suszarki oraz silników elektrowciągu. Napięcie jednofazowe o wartości 24 V doprowadzone jest do bloku sterowania automatycznego i ręcznego. Sterowanie automatyczne realizowane jest za pomocą programatora krzywkowego, napędzanego silnikiem dwufazowym o obrotach regulowanych skokowo. Umożliwia to nastawę czasu trwania cyklu procesu obróbki. Przy przełączaniu linii na pracę ręczną, wybór odpowiedniej czynności/np. dojazd elektrowciągu do wanien, zabranie względnie pozostawienie zawieszek/ odbywa się za po-

- wości usprawnienia innych stosowanych w Zakładzie procesów chemicznych,
- poprawa jakości boczników

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Metrologii Elektrycznej może udostępnić zainteresowanym zakładom dokumentację konstrukcyjną linii i szczegółową technologię procesów chemicznych.

Literatura:

- [1] Norma PN-70/E-06501
- [2] Norma ZN-74/MPC
- [3] W. Gibowski, K. Sielicki, W. Wiecek - "Urządzenia do wzorcowania i sprawdzania boczników", Biuletyn "Mera" nr 2/1970 r.

BLOK WSPÓLPRACY WOLTOMIERZY CYFROWYCH
 Z DRUKARKAMI KOLUMNOWYMI
 TYPU V532/3511

Zjednoczone Zakłady Elektronicznej Aparatury Pomiarowej "Meratronik" wprowadziły do produkcji blok pośredniczący typu V532/3511 spełniający warunki elektrycznego dopasowania wyjść sygnałów woltomierzy V530, V531, V532, V533 i V534 do wejść sygnałów drukarek produkcji RFT typu 3511 i 3512.

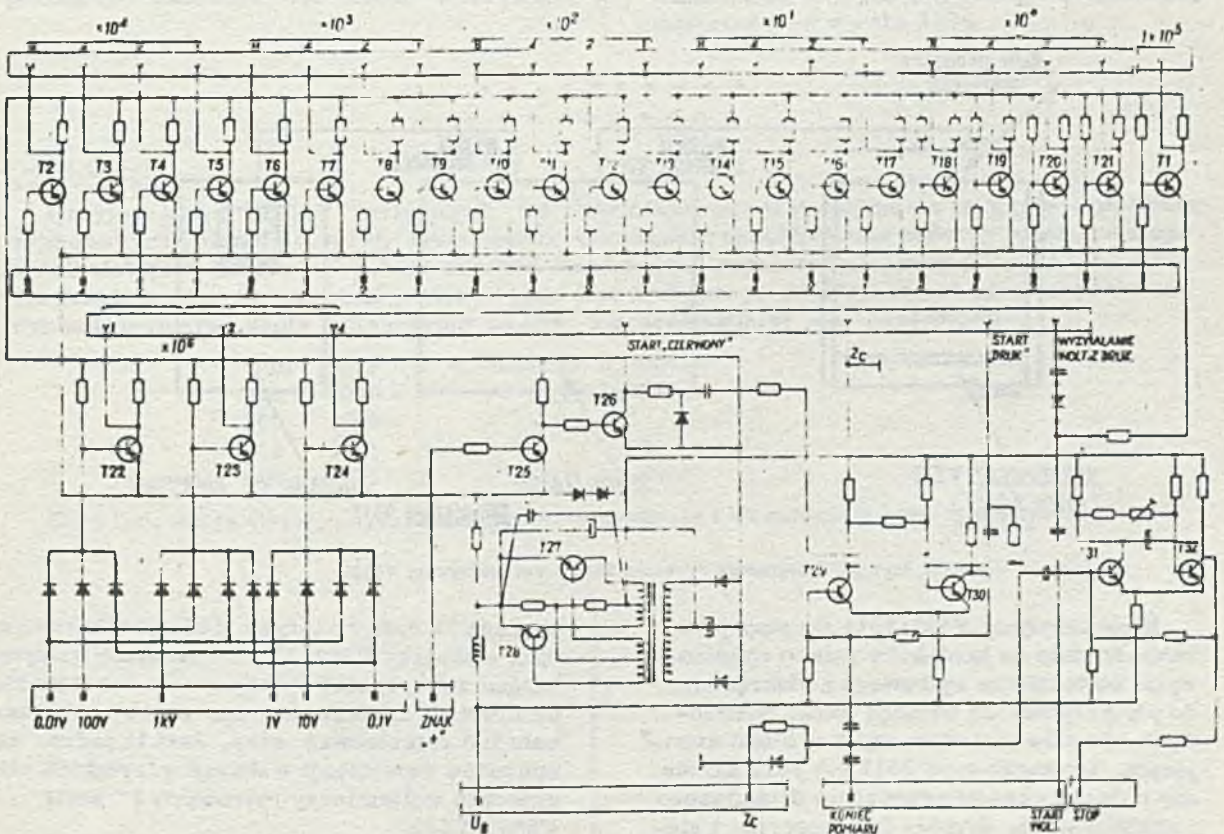
Blok sterujący typu V532/3511 realizuje następujące funkcje:

- dopasowuje poziom napięć wyjściowych informacji cyfrowej stanu dekad woltomierzy do poziomu wymaganego dla wejść informacji drukarek 3511 i 3512,

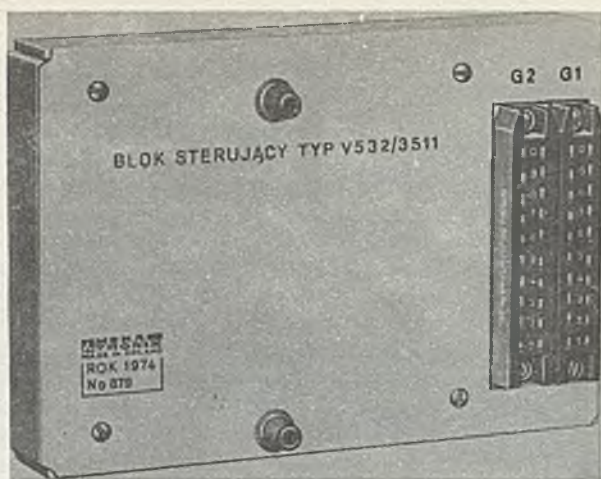
- przetwarza wejściową informację zakresu pomiarowego z kodu jeden z dziesięciu na kod dwójkowo dziesiętny 8 4 2 1,

- wytwarza sygnały: uruchomienia drukarki, zmiany koloru druku, blokady uruchomienia woltomierza

Uproszczony schemat bloku sterującego ilustruje rys. 1. Dopasowanie poziomu napięć sygnałów wyjściowej informacji wyniku z woltomierza do wejściowej drukarki dokonuje się w stopniach inwerterowych zbudowanych na tranzystorach T1 + T21. Zmiana ko-

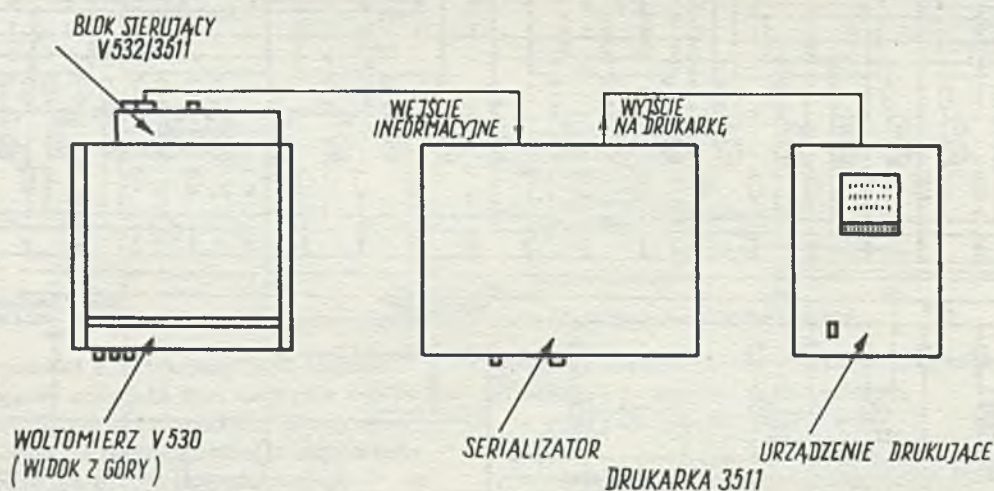


Rys. 1. Uproszczony schemat bloku sterującego V532/3511



loru druku i uruchomienie drukarki realizowany jest w układzie przerzutnika monostabilnego /tranzystory T29, T30/. Uruchomienie rejestracji pomiarów woltomierza realizowane jest w układzie przerzutnika monostabilnego /tranzystory T31, T32/, natomiast czas trwania regulowany jest potencjometrem R81. Sygnał zdalnego uruchomienia woltomierza wytwarzany jest w drukarce. Steruje on woltomierzem poprzez układ progowy z diodą zapewniając w ten sposób eliminację wpływu zakłóceń powodujących przypadkowe rozpoczęcie cyklu pracy systemu.

Układ połączenia drukarki RFT 3511 lub 3512 z blokiem sterującym V532/3511 i woltomierzem cyfrowym produkcji "Meratronik" przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Połączenie drukarki 3511 z woltomierzem V530

Blok sterujący V532/3511 łączony jest bezpośrednio do kontaktów gniazd wyjściowych woltomierza cyfrowego i dokręcany do płyty tylnej za pomocą dwóch metalowych wkrętów umieszczonych w bloku sterującym. Drukarka typu 3511 lub 3512 składa się z dwóch części: urządzenia drukującego i serializatora. Sygnały informacyjne i ste-

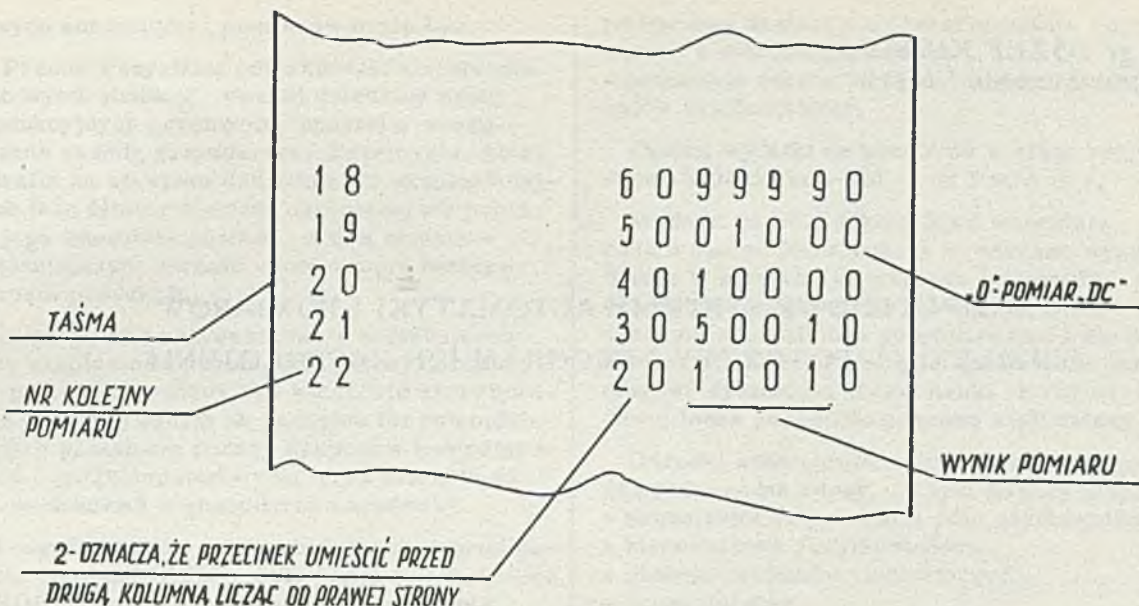
rujące z bloku pośredniczącego kierowane są do wejścia tych sygnałów w serializatorze. W tym celu należy wymienić łączówkę wejściową serializatora.

Sposób drukowania drukarki 3511 współpracującej z woltomierzami V530, V531, V533 oraz V534 i V532 jest następujący:

- przy współpracy z woltomierzem V530, V531, V533 i V534 stan dekad woltomierzy drukowany jest w następujących czterech kolumnach licząc od prawej strony taśmy: 5, 4, 3, 2 a wskazanie funkcji w pierwszym. W przypadku prądu stałego drukuje się 0, zmiennego - 8 oraz rezystancji - 2,
- przy współpracy z woltomierzem V532 /woltomierz całkujący o wysokiej dokładności, którego uruchomienie produkcji planuje się w 1975 roku/ wskazanie stanu dekad drukowane jest w pierwszych sześciu kolumnach licząc od prawej strony taśmy,
- dodatni znak mierzonego napięcia stałego sygnalizowany jest w formie czerwonego wydruku,
- pozycja przecinka a więc informacja o zakresie pomiarowym drukowana jest w 7 kolumnie licząc od prawej strony taśmy.

Formę wydruku na taśmie przedstawia rys. 3. Wydrukowanie wyniku pomiaru dokonane przez woltomierze następuje każdorazowo po zakończeniu pomiaru niezależnie czy pomiar był zainicjowany ręcznie, przez drukarkę czy automatycznie. W przypadku zastosowania drukarki 3512 sytuacja nie ulegnie zasadniczej zmianie. Drukarka 3512

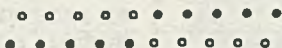
posiada 12 cyfr, z których siedem wykorzystuje blok sterujący V532/3511. Pozostałe miejsca można wykorzystać w innym celu w zależności od inwencji użytkownika np. drukować nr kanału lub rejestrować czas. Jest to jeden ze sposobów rejestracji wskazań wszystkich całkujących woltomierzy cyfrowych z serii V530 i V532.



Rys. 3. Wydruk wyników pomiarów woltomierza V530

Obecnie w coraz większym stopniu daje się odczuć brak taniego, prostego i dostępnego na rynku rejestratora wierszowo-kolumnowego produkcji krajowej. Duże nadzieje łączy się w tym względzie z planowanym uruchomieniem elektrycznych maszyn do pisania jako urządzeń wejścia - wyjścia a konkretnie maszyn o funkcji "wyjście" typu "1205" i "1206" produkcji Zakładów "ŁUCZNIK" w Radomiu.

W związku z tym w Zjednoczonych Zakładach Elektronicznej Aparatury Pomiarowej "Meratronik" przygotowuje się produkcję prostego rejestratora wierszowo-kolumnowego w oparciu o elektryczną maszynę do pisania i układ sterujący zbudowany na monolitycznych układach scalonych. Wprowadzenie takiego rejestratora do produkcji seryjnej pod nazwą "Rejestrator wierszowo-kolumnowy typu P234 planowane jest w roku 1976.



Od redakcji

Przyjęta przez ZZEAP "Meratronik" konwencja wydruku jest optymalna ze względu na liczbę zajmowanych kolumn drukarki. Może jednak wprowadzić sposób zapisu podobny do stosowanego w kalkulatorach kieszonkowych do obliczeń naukowych i inżynierskich. Przy pewnym uproszczeniu /zakłada się, że przecinek mimo, że nie jest drukowany, znajduje się za pierwszą kolumną wyników pomiaru/ zapis umieszczony na rys. 3 przedstawiałby się następująco:

180	9999	- 3	co oznacza	0,009999
190	1000	- 3	- " -	0,001
200	1000	- 1	- " -	0,1
210	5001	- 0	- " -	5,001
220	1001	1	- " -	10,01

Co o tym sądzą Czytelnicy? Oczekujemy na dyskusję i ewentualnie inne propozycje.

inż. Ludomir Kowalski

KOMPUTEROWE SYSTEMY AUTOMATYKI I POMIARÓW SZKOLENIE - POTRZEBY I PROGRAM ICH ZASPOKOJENIA

Przeświadczenie o konieczności szybkiego rozwijania usług szkolenia kadr użytkowników systemów komputerowych automatyki i pomiarów powoli przestaje być udziałem tylko kierownictwa tego przemysłu. Znajduje ono coraz pełniejsze zrozumienie szerszego kręgu osób, wywierających istotny wpływ na tempo i kierunki zastosowań elektronicznej techniki obliczeniowej w skali kraju.

Kilka zasadniczych czynników kształtuje sytuację w omawianej dziedzinie szkolenia zawodowego i specjalizacyjnego.

P o p i e r w s z e utrzymująca się wysoka dynamika rozwoju produkcji i wzrost podaży systemów komputerowych automatyki i pomiarów. Szacuje się, że wielkość produkcji sprzętu komputerowego i minikomputerowego w 1980 r. przewyższy o ok. 2, 3-krotnie jej poziom z 1975 r. przy - mimo to - przewidywanym niepełnym zaspokojeniu potrzeb gospodarki narodowej w tym zakresie.

P o d r u g i e - pogłębiający się niedobór wysoko kwalifikowanych specjalistów, zarówno w dziedzinie obsługi sprzętowej jak i oprogramowania. Ten stan rzeczy pociąga za sobą szereg negatywnych skutków, takich jak: niepełne lub niewłaściwe wykorzystanie systemów komputerowych, bardzo wysoką płynność kadr, kaperowanie pracowników, powiązane z podbijaniem płac ponad poziom uzasadniony ich rzeczywistymi umiejętnościami itp.

P o t r z e c i e - szkolenie kadr użytkowników systemów komputerowych ma w większości charakter rozproszony, często prowadzone jest w oderwaniu od sprzętu i w sposób pospieszny. W rezultacie na rynku pracy pojawiają się pracownicy niedouczeni, pozbawieni niezbędnego minimum wiedzy teoretycznej i właściwej praktyki. Przemysł komputerowy, który w trudnych, prowizorycznych warunkach rozwija szkolenie kontraktowe, przede wszystkim w ramach serwisowej organizacji "Mera-

Elwro-Service", nie nadąza przy posiadanej /więcej niż skromnej/ bazie usługowej za dynamicznie wzrastającymi potrzebami użytkowników.

P o c z w a r t e - ciągle jeszcze gospodarka narodowa nie otrzymuje ze szkolnictwa wyższego i zawodowego absolwentów odpowiednio przygotowanych do obsługi i wykorzystania systemów komputerowych i minikomputerowych w różnych dziedzinach ich zastosowań. Gorzej, bo nic nie wskazuje, aby w najbliższych latach obecna, niezadowolająca sytuacja mogła na tym odcinku ulec widocznej poprawie.

Według projektu dokumentu pt. "Kompleksowy program kształcenia i szkolenia kadr informatyki" przygotowanego przez Ministerstwo Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki, w latach 1976-80 gospodarka narodowa może ze szkolnictwa wyższego i zawodowego otrzymać:

- . 1700 absolwentów szkół wyższych
- . 6800 absolwentów szkół zawodowych.

Przeważająca część tej ilości absolwentów ma być zawodowo zorientowana nie na obsługę i użytkowanie sprzętu komputerowego, lecz na jego produkcję /konstrukcja/. Zasili więc głównie kadry producenta systemów, a nie ich użytkowników. W tym stanie rzeczy w latach 1976-80 spada na przemysł nie tylko ciężar szkolenia użytkowników w posługiwaniu się jego nowymi produktami systemowymi: nowoczesnym sprzętem i progresywnym oprogramowaniem. Przemysł musi w dobrze pojętym interesie gospodarki narodowej i dla zapewnienia zbytu własnej produkcji podjąć w tym okresie szkolenie kadr użytkowników w zakresie podstaw techniki komputerowej i jej wykorzystania oraz wysoko kwalifikowanych kadr programistów i projektantów systemów w zakresie dziedzinowych, obiektowych systemów użytkowych.

Jedynym słusznym wyjściem z wyżej scharakteryzowanej, niekorzystnej sytuacji w dziedzinie szkolenia kadr użytkowników systemów kompute-

rowych automatyki i pomiarów może być:

1/ Przede wszystkim potraktowanie szkolenia jako wyodrębnionej, ważnej dziedziny usług produkcyjnych przemysłu, opartej o ekonomiczne zasady gospodarcze. Przemysłu, który natrafia na zjawisko deficytu kadr eksploatacyjnych jako istotny element ograniczający popyt na jego rzeczowy produkt, a tym samym - w późniejszym okresie - stanowiący barierę wzrostu produkcji,

2/ Odpowiednie zainwestowanie w techniczną bazę szkoleniową przemysłu, której rozmiary i organizacja powinny być właściwie skorelowane z przewidywanym na początek lat osiemdziesiątych poziomem podaży systemów komputerowych i minikomputerowych, oraz kierunkami ich zastosowań w gospodarce narodowej.

Przeprowadzone w trzech firmach zagranicznych: Siemens /RFN/, ICL /Anglia/ i Robotron /NRD/ rozpoznanie pozwoliło na uzyskanie orientacji m.in. co do skali i warunków prowadzenia przez nie działalności szkoleniowej, rozwijanej w związku z produkcją sprzętu komputerowego. Ponadto umożliwiło zaznajomienie się z rozmiarami i organizacją szkoleniowej bazy techniczno-usługowej posiadanej przez wymienione firmy.

Wszystkie wyżej wspomniane organizacje produkcyjno-handlowe prowadzą szkolenie kadr użytkowników /klientów/ wraz ze szkoleniem własnych pracowników serwisu sprzętowego i oprogramowania. Szczególnie pożyteczne są informacje dotyczące ośrodków szkoleniowych działających w ramach organizacji Siemens i Robotron.

Ośrodki szkoleniowe

Firma Siemens dysponuje czterema ośrodkami szkoleniowymi na terenie RFN /Monachium, Hanover, Essen i Frankfurt/. Ośrodek w Monachium jest największy i spełnia rolę wiodącą.

Dane za rok 1973 charakteryzujące działalność szkoleniową firmy Siemens w zakresie sprzętu komputerowego i przetwarzania danych:

- 1800 kursów w ciągu roku
- 200 przedmiotów
- 33000 uczestników
- 270000 osobodni, z tego 130000 w Monachium.

Ośrodek szkoleniowy w Monachium:

- ponad 30 sal wykładowych
- miejsca dla ponad 800 uczestników szkolenia
- dwa ośrodki obliczeniowe obejmujące 16 systemów komputerowych /systemy 4004 oraz najnowszy Unidata 7750/. Koszt systemów komputerowych ponad 45 mln DM.
- studio radio-telewizyjne dla produkcji filmów nagrywanych na videomagnetofonach.
- /Większość klas wyposażonych w telewizory

podłączone do sieci rozprzestrzeniania programów z videomagnetofonów/,
- produkcja własna 40 videofilmów rocznie dla celów szkoleniowych.

Ogólne wydatki na szkolenie w ciągu roku wynoszą 200-250 mln DM /4 do 5 mld zł /.

Wydatki na cele szkoleniowe wznoszą się co roku o około 20%. Oznacza to znaczne wyprzedzenie w stosunku do wzrostu sprzedaży. Cała działalność szkoleniowa jest prowadzona na własnym rozrachunku gospodarczym i nie przynosi strat. Klienci płacą za szkolenie w ramach dostawy systemów. Koszt nauki służby serwisowej także pośrednio ponoszą użytkownicy.

Ośrodki szkoleniowe firmy Siemens prowadzą różnorodne kursy, w tym między innymi:
- organizatorów produkcji /dla użytkowników/,
- kierownictwa /użytkowników/,
- obsługi systemów /operatorzy/,
- programistów,
- analityków systemu,
- personelu serwisu w zakresie oprogramowania i sprzętu.

Szkolenie obejmuje:

- personel użytkowników w 70%,
- pracowników Siemens w 30%.

Struktura szkolenia według specjalności przedstawia się następująco:

- oprogramowanie - 60% /większość: personel klientów/
- sprzęt - 40% /większość: personel Siemens/.

W zakresie serwisu systemów i oprogramowania szkoli się personel użytkowników krajów RWPG, ale uznaje się to za niewłaściwe. Firma Siemens zamierza objąć zorganizowaną formą serwisu również kraje RWPG.

Firma prowadzi szkolenie także w języku angielskim, co wynika z porozumień w ramach UNIDATA.

Wprowadzenie do produkcji nowego systemu komputerowego poprzedzone jest cyklem szkolenia odbiegającym od tradycyjnego. Podstawowe informacje o nowym systemie przekazują inżynierowie z biur rozwojowych na sesjach szkoleniowo-konsultacyjnych. Sesje odbywają się 12 miesięcy przed sprzedażą pierwszego systemu. Każdy z ośrodków szkoleniowych wysyła na sesje po 2-3 wykładowców, a ośrodki serwisowe po jednym doświadczonym pracowniku z zespołu konserwacji i napraw. Po zamknięciu sesji szkoleniowo-konsultacyjnej wykładowcy, zwani tu "docentami", w ciągu 2 miesięcy przygotowują własne wykłady, filmy i inne materiały szkoleniowe.

Kadra wykładowców rekrutuje się głównie z serwisu /inżynierowie, a także technicy z długoletnią praktyką/. Niezależnie od stałej obsady, wykłady prowadzą także inżynierowie na stałe zatrudnieni w serwisie. Za wykłady otrzymują dodatkowe wynagrodzenie.

Program szkolenia jest tak ułożony, że poszczególne kursy trwają stosunkowo krótko /5 i 10 dni/, po czym uczeń wraca do serwisu /to, aby utrwalić zdobyte wiadomości oraz zebrać szereg pytań związanych z trudnymi problemami technicznymi i softwarowymi, na które uzyska właściwą odpowiedź na kolejnym kursie po 4 - 5 tygodniach.

Powszechnie stosuje się formę samokształcenia, która obniża koszty nauczania oraz, co ważniejsze, doprowadza się w ten sposób do ujednoczenia poziomu wiedzy podstawowej o oprogramowaniu i sprzęcie przed szkoleniem stacjonarnym. Firma nieodpłatnie przekazuje uczniom materiały szkoleniowe oraz wypożycza filmy, videofilmy i inne. Opracowano specjalny materiał kontrolno-testujący służący do sprawdzania postępów w samonauczaniu.

W szkoleniu stacjonarnym z instruktorem stosuje się nowoczesne formy nauczania, z wykorzystaniem videomagnetofonów i telewizji przewodowej, filmów, przezroczy itp. Uczniowie wykonują stosunkowo mało notatek, gdyż podstawowe informacje i duża część przykładów znajduje się w materiałach szkoleniowych.

Praktyczna nauka naprawy sprzętu komputerowego polega na poszukiwaniu i usuwaniu symulowanych uszkodzeń. Naprawa sprzętu komputerowego u użytkowników przez pierwsze pół roku odbywa się pod nadzorem doświadczonego inżyniera lub technika serwisu.

Ośrodek zlokalizowany w Monachium prowadzi scentralizowaną działalność wydawniczą w zakresie dokumentacji techniczno-ruchowej i oprogramowania komputerów. Ośrodek wydał dotychczas 1100 tytułów, 80 tysięcy stron o łącznej wartości 1,3 mln DM.

Dokumentacja oprogramowania podstawowego BS-100 obejmuje 15 tomów o łącznej objętości ponad 10.000 stron. Dokumentacja oprogramowania jest aktualizowana dwukrotnie w ciągu roku. Jeżeli zmiany są mniejsze aniżeli 10% /trzeba wymienić 10% stron/ to wówczas wydaje się suplement.

Ośrodek Szkoleniowy firmy Robotron w Lipsku realizuje wyłącznie szkolenie zawodowe: kontraktowe i pozakontraktowe.

Obejmuje ono: organizatorów, programistów, operatorów, obsługę techniczną systemów oraz konserwatorów. Trzy wymienione na początku grupy pracowników zaliczane są do obsługi software'u, dwie końcowe - do obsługi hardware'u.

Łość osób, specjalności oraz koszty szkolenia kontraktowego są określone zasadniczym kontraktem zakupu danej e. m. c. i jej konfiguracją. Kontrakt ten stanowi podstawę zawarcia przez klienta odrębnej umowy z ośrodkiem

szkoleniowym, który w drodze jej wykonywania realizuje zarazem kontrakt zasadniczy.

Ośrodek realizuje szkolenie pozakontraktowe na podstawie odrębnie zawieranych umów również z klientami zagranicznymi. Liczba osób szkolonych w ramach kontraktów nie jest jednolita - zależy od szeregu obiektywnych warunków oraz od życzeń klienta. Jako minimalny stan obsady systemu przyjmuje się 16 osób. Z tej liczby przypada średnio na:

- techników operatorów - 4
- pracowników obsługi technicznej - 6
- organizatorów i programistów - 10.

Przeszkolenie tej ilości pracowników jako minimalnej obsady osobowej średniej wielkości systemu jest wymogiem formalnym każdego kontraktu. W ośrodku szkoleniowym stosowane są, jako średnie, następujące cykle szkolenia:

- 1/ Organizatorzy - 3 tygodnie,
/Zakłada się, że posiadają kwalifikacje programistów/,
- 2/ Programiści - 3 do 11 tygodni na 1 język,
/Po ukończeniu wymagana znajomość przynajmniej dwu języków programowania/,
- 3/ Obsługa operatorska - 3/4 roku
- 4/ Obsługa techniczna - 3/4 roku
- 5/ Konserwatorzy - 1 rok.

Szkolenie podzielone jest na moduły 4-8 tygodniowe, ze względu na finansowo-ekonomicznych. Każdy moduł kończy się egzaminem oraz zaświadczeniem o jego ukończeniu. Cały cykl szkolenia kończony jest łącznym egzaminem i dopiero wówczas wydawane jest świadectwo uzyskanej specjalizacji i licencja producenta.

Struktura czasowa prowadzonych zajęć /%/

Specjalizacja	Wykłady	Prace audytoryjne	Laboratoria i praktyka
1	90	-	10
2	50	1-2	49-48
3	50	20	30
4	50	40	10
5	50	40	10

Szkolenie poprzedzane jest 6-tygodniowym okresem przygotowawczym pracy własnej kursantów w ich miejscu zamieszkania. Z takim wyprzedzeniem otrzymują oni odpowiednie materiały szkoleniowe. Następnie - już w ośrodku szkoleniowym - składają egzamin wstępny.

Ośrodek szkoleniowy firmy Robotron opiera pracę dydaktyczną na etatowej kadrze wykładowców, będących zarazem instruktorami. Wykładowcy pracują 36 godzin tygodniowo w okresie 20 tygodni w roku. Tydzień roboczy wynosi w NRD 42 3/4 godzin pracy. Pozostały okres pracy w roku - poza zajęciami dydaktycznymi - wykładowcy przygotowują się do zajęć, opracowują wykłady, poznają nowe produkty firmy oraz doskonalą się zawodowo.

Obsadę kadrową ośrodka szkoleniowego - bez bazy gastronomicznej i internatu - stanowi 650 pracowników, w tym 350 wykładowców.

Szkolenie odbywa się w grupach nie więcej niż 16-osobowych - w toku wykładów i prac audytoryjnych oraz 4-osobowych - przy pracach laboratoryjnych i zajęciach praktycznych. Szkolenie prowadzone jest na trzy zmiany - zajęcia audytoryjne i wykłady - oraz cztery zmiany - ćwiczenia w laboratoriach.

W ośrodku szkolonych jest średnio 600 - 800 osób dziennie. W ciągu roku kończy kursy ok. 14 - 15 tys. osób. Ośrodek posiada własną bazę gastronomiczną na ok. 500 miejsc oraz internat dla ok. 450 osób, przeznaczony wyłącznie dla obcokrajowców.

Bazę sprzętową ośrodka stanowią /pełne zestawy/:

2 systemy 1040
1 " 1020
2 " R - 21
2 " R - 300,

ponadto - przynajmniej jeden komplet urządzeń peryferyjnych dodatkowo do każdego systemu.

Szkoleni pokrywają koszty zamieszkania z własnych środków, z wyjątkiem obcokrajowców, korzystających z internatu. Koszty utrzymania szkolonych obciążają nabywców e. m. c. Materiały szkoleniowe wytwarzane są we własnym zakresie i koszt ich ujęty jest w cenie szkolenia.

Na podstawie uzyskanego rozpoznania rozmiarów i form organizacyjnych prowadzonej przez zachodnie firmy komputerowej działalności szkoleniowej oraz doświadczeń własnych polskiego przemysłu komputerowego - przygotowano program potrzeb szkoleniowych, mający stanowić przesłankę określenia wielkości i organizacji przemysłowej bazy szkoleniowej docelowo od 1985 r. W programie tym m. in. przyjęto jako podstawę poniższy szacunek wielkości podaży komputerowych systemów automatyki i pomiarów w 1980 r. :

około 200 systemów komputerowych,

około 2000 systemów minikomputerowych.

Stosownie do zróżnicowanych konfiguracji systemów komputerowych przyjęto również zróżnicowane standardy szkolenia ich osobowych obsad. I tak np. dla systemu R-32 konfiguracji 256 kb standard szkolenia obejmuje 20 osób, z czego:

- operatorzy - 4 osoby
- technicy obsługi sprzętu - 2 osoby
- konserwatorzy sprzętu - 4 osoby
- programiści systemu - 2 osoby
- programiści aplikacyjni - 4 osoby
- organizatorzy programiści - 3 osoby
- kierownik ośrodka - 1.

Odpowiedni standard dla systemu R-50 o konfiguracji 1024 kb zakłada przeszkolenie 35 osób.

W toku dyskusji nad wymienionym programem uzgodniono m. in., że przeszkolenie pracowników w ilościach zgodnych z przyjętymi standardami warunkuje w następstwie sprawne technicznie i ekonomicznie efektywne wykorzystywanie potencjału obliczeniowego systemów komputerowych przez ich użytkowników.

W związku z omawianymi standardami nasuwają się dwie uwagi. W przypadku minikomputerów przyjęto założenie, że operatorami systemów będą merytoryczni pracownicy użytkowników. Dlatego też przewidziano w programie stosunkowo wysoką normę szkolenia - 10 osób na system - z równoczesnym wyeliminowaniem zawodowej obsługi operatorskiej.

Istotne znaczenie dla efektywności wykorzystania systemów komputerowych powinno odegrać należyte specjalistyczne wyszkolenie organizatorów i programistów. Postęp w produkcji oprogramowania będzie prowadził do wydatnego obniżenia pracochłonności jego wytworzenia. Z tej przyczyny należy się liczyć z względnie malejącą tendencją w dziedzinie zatrudnienia właściwych programistów. Jednakże same systemy, rozumiane jako formalne rozwiązania określonych technicznych lub ekonomicznych problemów ze sfery nauki, produkcji i usług oraz zarządzania będą tym bardziej złożone, im dokładniej będą przystawać do rzeczywistego przebiegu zjawisk lub procesów, stanowiących objekty zastosowania techniki systemów. Dlatego też przewidziano narastające zapotrzebowanie na wymienionych wysoko kwalifikowanych specjalistów.

Obliczenia wielkości potrzeb szkolenia oparto m. in. na cyklach szkolenia zbliżonych do stosowanych we wspomnianych już firmach europejskich. W programie założono jednak, że w/w cykle będą mogły być w pełni realizowane dopiero około 1985 r. tj. po złagodzeniu obecnego deficytu kadr specjalistów w interesującej nas dziedzinie.

W programie przyjęto ponadto, że podlegają oni okresowemu uzupełniającemu doszkalaniami.

Program potrzeb szkolenia kadr użytkowników oszacowany dla przewidywanego na 1980 r. poziomu podaży systemów komputerowych automatyki i pomiarów charakteryzuje się następującymi, podstawowymi wielkościami:

Wi elkość programu szkolenia	tys. osobodni	%
systemy komputerowe	1.285	63
systemy minikomputerowe	759	37
w tym: automatyzacja procesów produkcyjnych	579	28
obsługa sprzętowa	955	46
obsługa oprogramowania	1.065	52
marketing	24	2

Realizacja wyżej zaprezentowanego ilościowego programu wymaga zainwestowania ok. 1,8 mld zł oraz zorganizowania w skali Zjednoczenia "Mera" jeszcze przed 1980 r. przemysłowej bazy szkoleniowej, umożliwiającej jednocześnie nauczanie i doskonalenie zawodowe ok. 8 100 osób średnio rocznie.

Z tej liczby przypada na:

- szkolenie w zakresie użytkowania komputerowych systemów 5.100 osób

w tym: obsługa techniczna systemów 1.500 osób

- szkolenie w zakresie użytkowania systemów minikomputerowych 3.000 osób

w tym: automatyzacja prac produkcyjnych 2.300 osób.

Przewidywane znaczne rozmiary potrzeb szkoleniowych w dziedzinie eksploatacji i wykorzystania systemów komputerowych automatyki i pomiarów oraz względy funkcjonalne wskazują na celowość przestrzennego, a zarazem wyspecjalizowanego ukształtowania przemysłowej bazy szkoleniowej.

Proponuje się wyróżnić:

- Ośrodek centralny szkolenia, zorientowany głównie na szkolenie programistów i organizatorów. Ośrodek ten byłby zarazem siedzibą Przemysłowego Centrum Szkoleniowego Komputerowych Systemów Automatyki i Pomiarów - "Mera-Kompucentr". Potencjał szkoleniowy Ośrodka powinien pozwalać na jednocześnie nauczanie 3600 osób średnio rocznie.

- Ośrodek terenowy szkolenia w technicznej obsłudze systemów komputerowych, w tym: realizacja modułu szkolenia upowszechniającego. Potencjał szkoleniowy ośrodka powinien umożliwiać jednocześnie nauczanie 1500 osób średnio rocznie.

- Ośrodek terenowy szkolenia w użytkowaniu systemów minikomputerowych. Potencjał szkoleniowy ośrodka powinien umożliwiać jednocześnie nauczanie 700 osób średnio rocznie.

- Ośrodek terenowy szkolenia w technicznej obsłudze komputerowych systemów sterowania zautomatyzowanymi obiektami i procesami.

Potencjał szkoleniowy ośrodka powinien umożliwiać jednocześnie nauczanie 2300 osób średnio rocznie.

Szacuje się, że wymienione ośrodki powinny umożliwić wyszkolenie w ciągu roku ok. 37 tys. specjalistów z zakresu obsługi systemów komputerowych, sprzętu i oprogramowania - a ponadto ok. 11 tys. osób w zakresie umiejętności korzystania z tych systemów. Proces dydaktyczny w ośrodkach oparty byłby w głównej mierze na pracy etatowych wykładowców i instruktorów, wspomaganych przez głównych specjalistów z przemysłu systemów komputerowych i automatyki. Przyjmuje się stan zatrudnienia ok. 1,5 tys. wykładowców i instruktorów w 1980 r. jako uzasadniony rozmiarami potrzeb szkoleniowych i założoną strukturą zajęć.

Na zakończenie należy podkreślić przewidywaną wysoką ekonomiczną efektywność wyżej scharakteryzowanego programu rozwoju przemysłowej sieci ośrodków szkoleniowych, mierzoną bezpośrednim efektem potania usług szkoleniowych dla użytkowników. Prymitywne, trudne aktualne warunki realizacji szkolenia pociągają za sobą jako negatywny ekonomiczny skutek jego wysoki jednostkowy koszt. Średnia cena jednostkowa godziny szkolenia w systemach komputerowych automatyki i pomiarów kształtuje się obecnie na poziomie ok. 500 zł/godz. Przy tej cenie wartość usług szkoleniowych objętych wymienionym programem wyniosłaby w 1980 r. sumę ok. 6,1 mld zł. W stosunku do projektowanej sprzedaży usług szkoleniowych tworzy to niebagatelną różnicę ok. 4,3 mld. Tak znaczną obniżkę cen można uzyskać wydatkując 1,8 mld zł na realizację nowoczesnej bazy szkoleniowej. Oznacza to zarazem, że w skali gospodarki narodowej 1980 r., w niecałe 5 miesięcy funkcjonowania projektowanej sieci ośrodków zwrócić się nakłady inwestycyjne na ośrodki szkoleniowe.



Cena 43. - zł

Pren. roczna 516. - zł

