

P.2900/75

# MERA

KOMPUTEROWE SYSTEMY

AUTOMATYZACJI I POMIARÓW

# BIULETYN

9(163)

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 1-6-100020 RSW "Prasa-Książka-Ruch" - CKPiW, Warszawa, ul. Towarowa 28

Indeks nr 35429/35309



ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU AUTOMATYKI  
I APARATURY POMIAROWEJ „MERA”



P 2900/75

# „MERA”

BIULETYN PRZEMYSŁU  
KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW  
AUTOMATYZACJI I POMIARÓW

WARSZAWA, WRZESIEŃ 1975

## S P I S T R E S C I

	str.
J. Dzwonkowski A. Hupert - Pneumatyczny system automatycznej regulacji PNEFAL III .....	3
Z. Jaroszewski - Problemy iskrobezpieczeństwa elektronicznych sys- temów automatyki .....	14
A. Pacan - SMAZ - System modułowy automatyki zabezpiecze- niowej cz. I. - Ogólna problematyka badawczo-kon- strukcyjna .....	30
Z. Bykow, J. Ważgowski, A. Mielnik - Cyfrowy system rejestracji i sygnalizacji tempera- tury płynnych metali SERT-10 .....	37
S. Rutkowski - Eksploatacja urządzeń klimatyzacyjnych w ośrodku obliczeniowym .....	39
T. Podwysocki - O systemach .....	42
<u>Komputeryzacja</u> - Sprawozdawczość BHP .....	43
"Mera" otrzymała znak towarowy .....	44



mgr inż. JANUSZ DZWONKOWSKI  
mgr inż. ANDRZEJ HUPERT  
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy  
Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal"

## PNEUMATYCZNY SYSTEM AUTOMATYCZNEJ REGULACJI PNEFAL-3

Proces automatyzacji wielkich obiektów przemysłowych posiadających często kilkaset obwodów regulacyjnych i coraz szersze zastosowanie komputerów do optymalizacji procesów przemysłowych zmusiły producentów aparatury do uruchomienia produkcji małogabarytowych systemów automatycznej regulacji, dostosowanych do współpracy z komputerem.

W Przedsiębiorstwie Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal" jest wdrażany do produkcji opracowany przy współudziale Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów "Mera-PIAP" pneumatyczny system automatycznej regulacji PNEFAL-3.

Pierwsze stacyjki systemu PNEFAL-3 zainstalowane zostały w 1974 r. w Janikowskich Zakładach Sodowych w celu sprawdzenia możliwości sterowania procesem przemysłowym przy zastosowaniu komputera ODRA 1325 i krajowej aparatury SMA.

### 1. Budowa systemu PNEFAL-3

W skład systemu PNEFAL-3 wchodzi przyrządy tablicowe o wymiarze płyty czołowej 72x144 mm i zunifikowanej głębokości /2 odmiany - standardowej i krótkiej/, umożliwiające zmontowanie praktycznie dowolnego układu regulacji.

Można je podzielić na kilka podstawowych grup:

- regulatory tablicowe,
- stacyjki operacyjne,
- stacyjki sterownicze,
- wskaźniki,
- integrator,
- stacyjki regulacji stosunku,
- regulator w wykonaniu skrzynkowym /nie pokazany na rys. 1/.

Płyty czołowe przyrządów systemu PNEFAL-3 zestawione są na rys. 1.

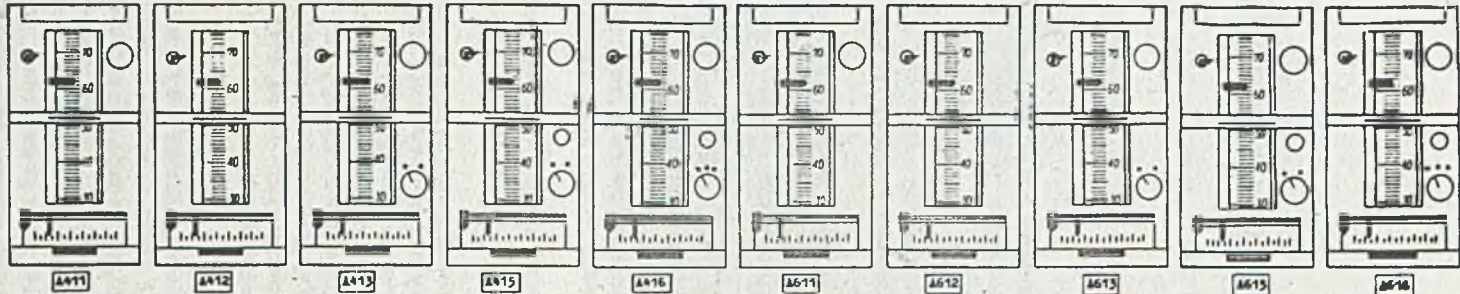
Podstawowym wyrobem jest regulator tablicowy. Stanowi on zespoloną część centralną całego obwodu regulacyjnego.

Zaletą takiego układu jest zespół cech stanowiących o łatwości obsługi i niezawodności pracy, a mianowicie:

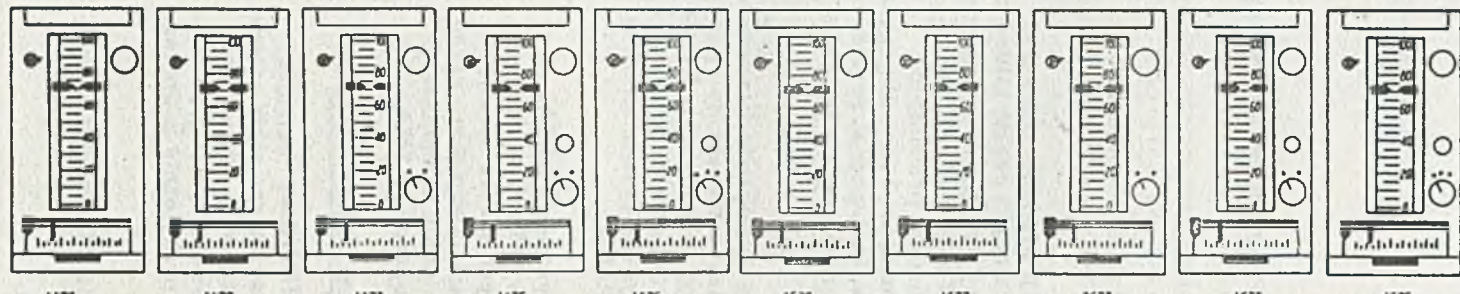
- po częściowym wysunięciu regulatora istnieje możliwość dokonania nastaw regulatora;
- wtyki kontrolne pozwalają na pomiar podstawowych parametrów regulacyjnych i ocenę prawidłowości pracy poszczególnych zespołów;
- modułowość budowy pozwala na naprawę lub wymianę, podczas pracy układu, większości zespołów;
- istnieje możliwość wymiany całego regulatora na inny bez przerywania ciągłej regulacji procesu przemysłowego;
- bezuderzeniowe przełączanie  $A - R$  i  $R - A$ ;
- sygnalizacja prawidłowej pracy układu regulacyjnego /sygnalizacja odchyłki  $X-W$ /;
- duży, zapewniający dobrą czytelność, wskaźnik wartości rzeczywistej i zadanej.

W grupie regulatorów wydzielić można regulatory ze skalą ruchomą i stałą. W pierwszych wartość zadana odczytywana jest w środku widocznej części przesuwanej /o długości 190 mm/ skali, a wskazówka wielkości rzeczywistej przy prawidłowo pracującym układzie jest niewidoczna - przysłonięta zieloną linią. Wskazania prawidłowo pracującego układu nie absorbują uwagi operatora. Natomiast przy wystąpieniu większej odchyłki czerwona wskazówka ukazuje się spoza zielonej linii, informując o kierunku i wielkości odchylenia.



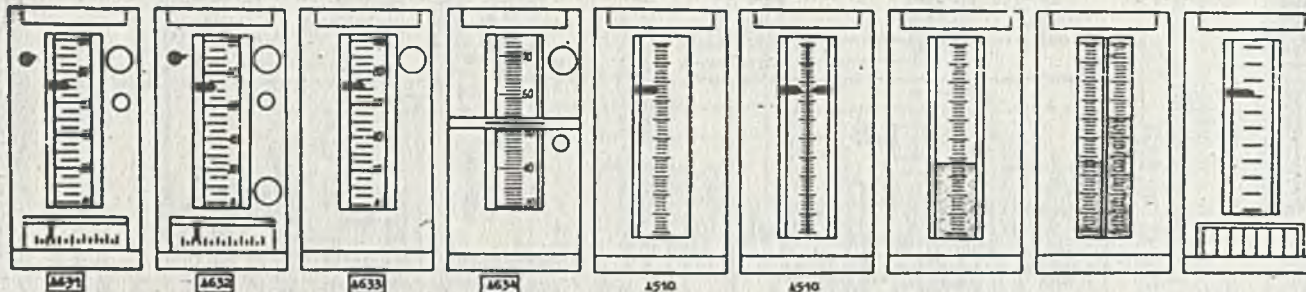


Regulatory z ruchomą skalą					Stacyjki operacyjne z ruchomą skalą				
do regulacji stałowartościowej /wiodącej/	do regulacji nadążnej	do regulacji nadążnej z przelączeniem na stałowartościową	do sterowania nadrzędnego	do sterowania nadrzędnego i regulacji nadążnej	do regulacji stałowartościowej /wiodącej/	do regulacji nadążnej	do regulacji nadążnej z przelączeniem na stałowartościową	do sterowania nadrzędnego	do sterowania nadrzędnego i regulacji nadążnej

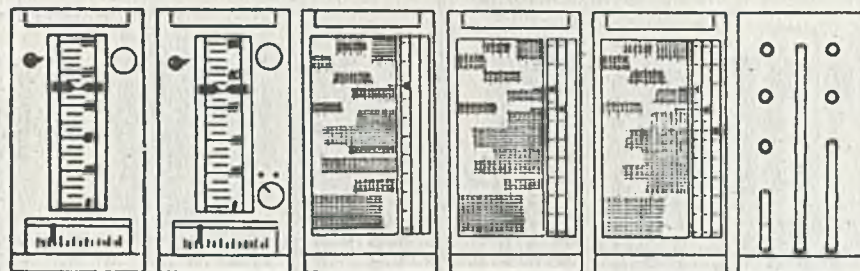


Regulatory ze stałą skalą					Stacyjki operacyjne ze stałą skalą				
do regulacji stałowartościowej /wiodącej/	do regulacji nadążnej	do regulacji nadążnej z przelączeniem na stałowartościową	do sterowania nadrzędnego	do sterowania nadrzędnego i regulacji nadążnej	do regulacji stałowartościowej /wiodącej/	do regulacji nadążnej	do regulacji nadążnej z przelączeniem na stałowartościową	do sterowania nadrzędnego	do sterowania nadrzędnego i regulacji nadążnej





Steryjki sterownicze		Wzrostniki		Mechaniki taniarkowe		Integrator
	do współpracy z BMC	pojedynczy	podwójny	pojedynczy	podwójny	...



- uruchomienie produkcji w 1975 r.

Steryjki do regulacji sterowniczej	Steryjki do mechanicznej regulacji sterowniczej	Rejestratory			Wykreski taniarkowe
		Jednostkowy	dwójnikowy	trójnikowy	

Rys. 1. Płyty czołowe przyrządów tablicowych systemu PNEFAL-3



Regulator ten zaleca się stosować do regulacji stałowartościowej lub jako regulator wiodący przy regulacji kaskadowej. W przypadkach, kiedy istotna jest nie tylko prawidłowość pracy układu, ale i konkretna wartość zadana, np. regulator nadążny, zaleca się stosowanie regulatora ze stałą skalą.

Poszczególne typy regulatorów różnią się między sobą zastosowaniem w konkretnych układach regulacyjnych:

- A411 - regulator tablicowy do regulacji stałowartościowej; może być stosowany jako regulator wiodący przy regulacjach kaskadowych;
- A412 - do regulacji nadążnej bez przełączania na stałowartościową; stosowany jest wtedy, gdy regulatory: wiodący i nadążny zamontowane są blisko siebie i przejście na sterowanie ręczne w regulatorze wiodącym jest równoznaczne z przejściem na regulację stałowartościową;
- A413 - do regulacji nadążnej z przełączaniem na stałowartościową; stosowany przy regulacji stosunku;
- A415 - do współpracy z komputerem w systemie sterowania nadrzędnego /Supervisory Control/ z możliwością wyłączenia komputera i sterowania ręcznego wartością zadaną;
- A416 - j. w., wraz z przełączaniem na regulację nadążną; umożliwia zastosowanie komputera np. do regulacji stosunku.

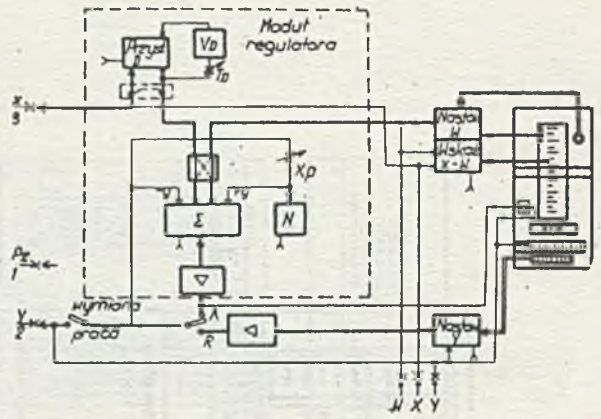
Regulatory serii 420 mają analogiczne zastosowanie jak omówione regulatory serii 410. różnią się jedynie posiadaniem stałej skali wartości zadanej zamiast ruchomej.

Drugą grupę przyrządów stanowią stacyjki operacyjne. Mają one zastosowanie wtedy, gdy ze względu np. na stabilność układu, konieczne jest zastosowanie regulatora polewego. Produkowane są we wszystkich wykonaniach, podobnie jak regulatory tablicowe.

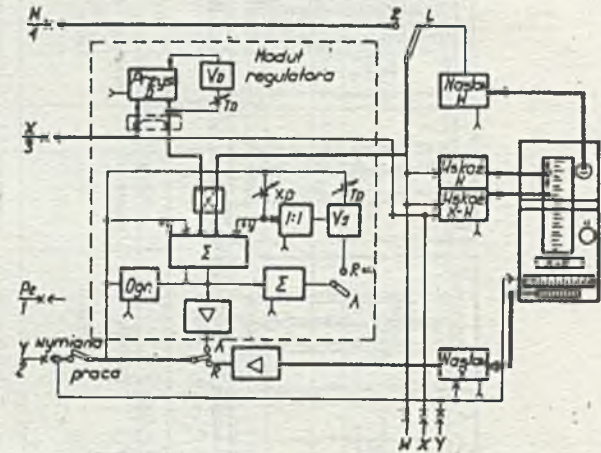
Stacyjki regulacji stosunku mają wbudowany przyrząd mnożący oraz nastawnik ze wskaźnikami i przełącznikiem. Układ regulacji stosunku wymaga dwóch przyrządów: omawianej stacyjki i regulatora nadążnego A413, A423 lub - przy współpracy z komputerem - A416.

W układach kaskadowej regulacji stosunku wymagany jest trzeci przyrząd - regulator wiodący.

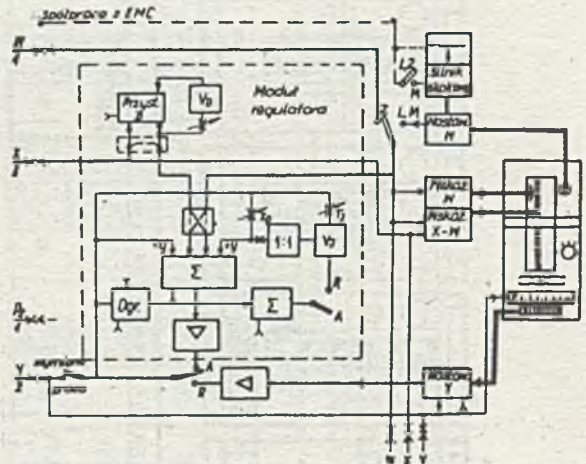
Kolejną grupę stanowią stacyjki sterownicze. Mogą one mieć jeden lub dwa wskaźniki, nastawniki i przełączniki. Zestawy ich projektowane były na konkretne życzenia użytkowników.



Rys. 2. Schemat funkcjonalny regulatora PD do regulacji stałowartościowej, typ A411



Rys. 3. Schemat funkcjonalny regulatora PID do regulacji nadążnej z przełączaniem na regulację stałowartościową, typ A413



Rys. 4. Schemat funkcjonalny regulatora PID do sterowania nadrzędnego z przełączaniem na regulację nadążną lub stałowartościową typ A416

Stacyjka A634 posiada wbudowany blok współpracy z komputerem i służy do powiązania go z dowolnym nietypowym układem.

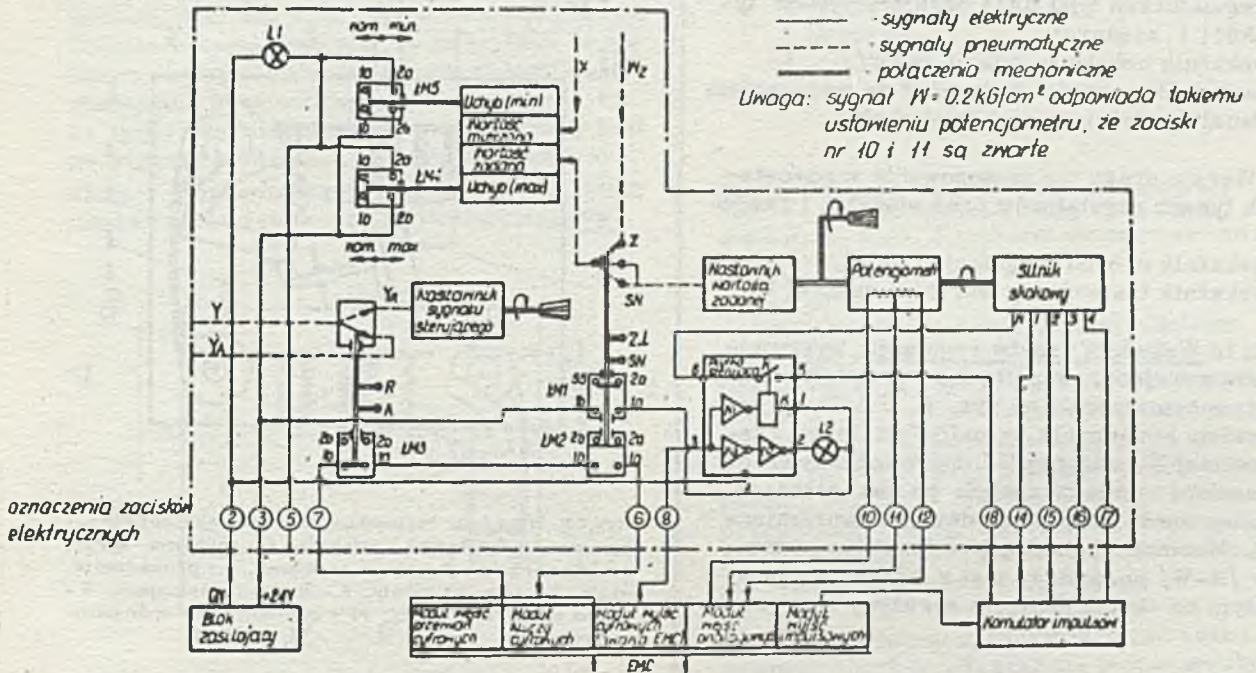
Elementami uzupełniającymi dla systemu PNEFAL-3 są wskaźniki i integrator, o tym samym gabarycie i podobnym wyglądzie płyty czołowej.



## 2. Współpraca systemu PNEFAL-3 z komputerem

Regulatory A415, A416 oraz A425, A426 i stacyjki A615, A616, A625, A626, A634 przystosowane są do współpracy z komputerem w systemie sterowania nadrzędnego. Regulatory mogą współpracować z dowolnym komputerem pod warunkiem odpowiedniego interfejsu. Pierwsza próba powiązania systemu pneumatycznego z komputerem ODRA 1325 za pośrednictwem SMA realizowana jest obecnie w Janikowskich Zakładach Sodowych.

Na rys. 5 przedstawiono schemat układu elektrycznego regulatora A416, przykładowo w powiązaniu z modułami SMA.



Rys. 5. Schemat układu elektrycznego regulatora tablicowego typu A416 z sygnalizacją odchyłki X-W

Regulator i komputer powiązane są następującymi sygnałami:

- sygnał gotowości regulatora do współpracy z komputerem,
- sygnał gotowości komputera do współpracy z regulatorem,
- sygnał sterujący /wartość zadana z komputera/,
- sprzężenie zwrotne do komputera, informujące o aktualnej wartości zadanej.

Gotowość regulatora do współpracy z komputerem sygnalizowana jest przez zwarcie zacisków 6 i 7. Następuje to w położeniu przełączników: "automatyka" i "EMC". Przyjmowanie impulsów z komputera możliwe jest natomiast po otrzymaniu sygnału z modułu wyjść cyfrowych SMA - sygnał gotowości komputera do współpracy. W przypadku awarii komputera następuje zanik tego sygnału i regulator pracuje z ostatnią, nastawioną przed awarią, wartością zadaną.

Sygnał sterujący podawany jest w kodzie przyrostowym. Elementem zmieniającym wartość zadaną jest silnik krokowy typu EDS-10, produkcji "Mera-ZAP-Mont", sprzężony z nastawnikiem pneumatycznym.

Zmiana położenia wałka silnika wymaga zasilenia jego uzwojeń za pośrednictwem sterownika. Sygnał z komputera, po przetworzeniu na ciąg impulsów, podany jest do sterownika, który bezpośrednio steruje silnikiem skokowym. Zaleca się stosowanie sterownika ADJ-21M produkcji "Mera-ZAP-Mont" przystosowanego do współpracy z silnikiem EDS-10. W tym przypadku przyrost wartości zadanej określony jest ilością impulsów:

- amplituda impulsu - "0" logiczne - 0...0,4 V  
 "1" logiczna - 2,4...5 V
- maksymalna częstotliwość impulsów - 100 Hz,

Osobnym przewodem podawany jest kierunek zmiany wartości zadanej. Z osią silnika skokowego połączony jest potencjometr 10-obrotowy, z którego pobierany jest, poprzez moduł wejść analogowych, sygnał sprzężenia zwrotnego do EMC informujący o aktualnej wartości zadanej.

## 3. Budowa regulatora

Poszczególne typy regulatorów A411...A426 i stacyjek operacyjnych A611...A626 tworzone są przez dobór odpowiednich zespołów funkcjonalnych. Najważniejsze z nich to:

- blok wskaźników,
- nastawnik wartości zadanej,
- nastawnik ręcznego formowania sygnału sterującego,
- moduł regulatora.



Wszystkie warianty funkcjonalne regulatora, a mianowicie:

- regulatory o charakterystyce P, PD, PI i PID,
- regulatory z ograniczeniem sygnału wyjściowego lub bez ograniczenia,
- regulatory o zakresie proporcjonalności nastawianym od wartości maksymalnej 300% i 600%

uzyskuje się przez odpowiedni dobór części składowych modułu regulatora.

### 3.1. Blok wskaźników

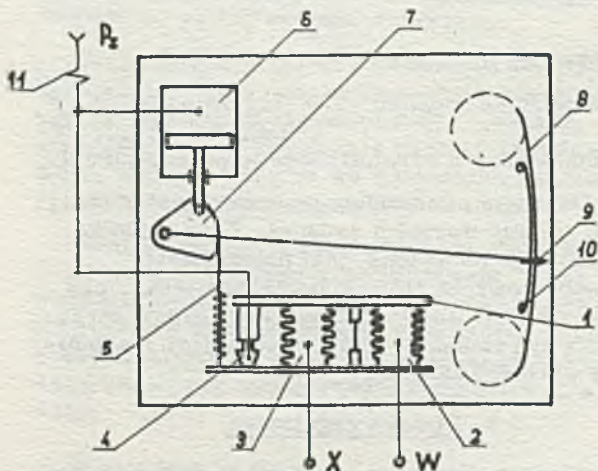
Blok wskaźników wykonywany jest w dwóch wersjach. Wersja pierwsza ma zastosowanie w regulatorach typu A411 oraz stacyjkach typu A611 i zawiera:

- wskaźnik uchybu regulacji  $/X-W/$ ,
- nastawnik wartości zadanej  $W$  ze wskazaniem żądanej wartości na ruchomej skali.

Wersja druga ma zastosowanie w pozostałych typach regulatorów oraz stacyjek i zawiera:

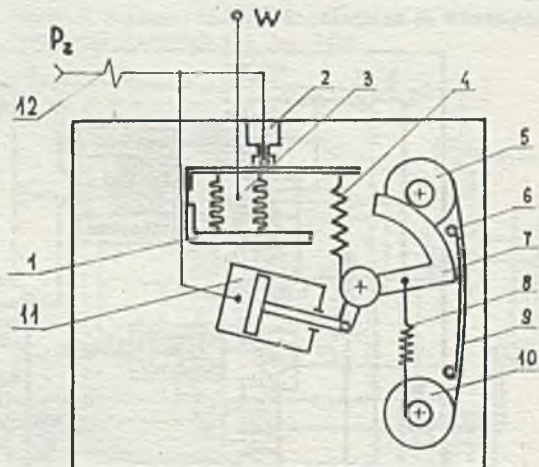
- wskaźnik uchybu regulacji  $/X-W/$ ,
- wskaźnik tasiemkowy wartości zadanej  $W$ .

3.1.1. Wskaźnik uchybu regulacji występuje w obu wersjach. Jego budowa przedstawiona jest schematycznie na rys. 6. Działa on na zasadzie porównania sygnałów wartości rzeczywistej  $X$  i zadanej  $W$ , doprowadzonych do mieszków umieszczonych w obu stronach zamocowanej sprężystości dźwigni dwuramiennej. Moment pochodzący od różnicy sygnałów  $/X-W/$  porównany jest z momentem powstałym na skutek napięcia sprężyny sprzężenia



Rys. 6. Wskaźnik uchybu regulacji  $X-W$ : 1 - równoważenia pneumatyczna, 2 - mieszek wartości zadanej, 3 - mieszek wartości rzeczywistej, 4 - dysza, 5 - sprężyna sprzężenia zwrotnego, 6 - siłownik, 7 - segment napinający sprężynę, 8 - skala, 9 - wskazówka, 10 - prowadzenie skali, 11 - opór pneumatyczny

nia zwrotnego serwomechanizmu. Różnica tych momentów powoduje zmianę położenia kątownego dźwigni i odpowiednie wysterowanie kaskady sterującej. Ciśnienie kaskadowe podawane jest do siłownika, który poprzez przełożenia mechaniczne wychyla wskazówkę oraz zmienia napięcie sprężyny sprzężenia zwrotnego, doprowadzając układ do stanu równowagi. Układ serwomechanizmu, jaki tworzą: kaskada sterująca, siłownik i sprężyna sprzężenia zwrotnego wraz z niezbędnymi połączeniami, zapewnia żadaną dokładność i może być wykorzystany do bezpośredniej sygnalizacji przekroczenia nastawionej wielkości dopuszczalnego uchybu regulacyjnego.



Rys. 7. Wskaźnik tasiemkowy wartości zadanej  $W$ : 1 - sumator, 2 - dysza, 3 - mieszek, 4 - sprężyna sprzężenia zwrotnego, 5 - bęben napędowy, 6 - prowadzenie skali, 7 - segment zębaty, 8 - sprężyna napinająca, 9 - taśma skali, 10 - bęben, 11 - siłownik, 12 - opór pneumatyczny

### 3.1.2. Wskaźnik tasiemkowy wartości zadanej $W$

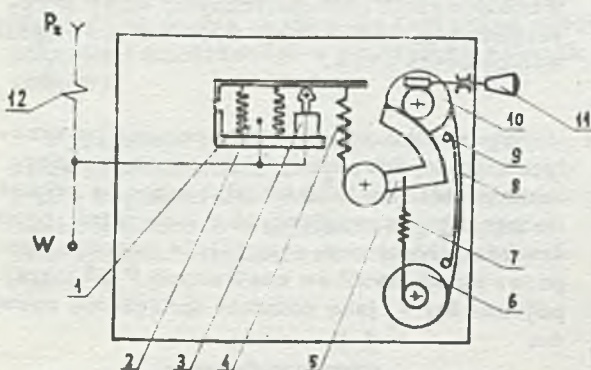
Budowę wskaźnika przedstawia schematycznie rys. 7. Elementem pomiarowym jest mieszek, do którego doprowadzony jest sygnał wartości zadanej  $W$ . Oddziałuje on na dźwignię jednoramienną, która porównuje momenty: pochodzące od mieszkka i od sprężyny sprzężenia zwrotnego serwomechanizmu. Różnica tych momentów powoduje wysterowanie kaskady sterującej.

Ciśnienie kaskadowe podawane jest do siłownika, który poprzez przełożenia mechaniczne napędza segment zębaty i napina odpowiednio sprężynę sprzężenia zwrotnego, doprowadzając układ do stanu równowagi. Segment zębaty powoduje ruch obrotowy bębna i przewinięcie wyskalowanej taśmy. Napięcie taśmy i możliwość jej dwukierunkowego przewijania zapewnia drugi bęben. Taśma wskaźnika jest elastyczna, odporna na rozciąganie oraz na wpływ czynników atmosferycznych.



### 3.1.3. Nastawnik wartości zadanej ze wskazaniem

Schemat nastawnika przedstawiony jest na rys. 8. Nastawnik wykonany jest przy wykorzystaniu zespołów wskaźnika tasiemkowego. Pokrętko nastawnika, dzięki połączeniu mechanicznym, powoduje obrót bębna przewijającego wyskalowaną taśmę i przesuwają jednocześnie segment zębaty, powodujący napięcie sprężyny proporcjonalne do wskazania na skali. Napięcie sprężyny zmienia wartość momentu obrotowego porównywanego za pomocą dźwigni jednoramiennej z momentem powstałym na skutek oddziaływania mieszki sprężenia zwrotnego. Umieszczona po przeciwnej stronie niż mieszki kaskada sterująca ustala w mieszkach sprężenia zwrotnego ciśnienie kaskadowe, tak, aby była zapewniona równowaga. Ciśnienie kaskadowe jest, w przypadku regulatora, ciśnieniem wyjściowym zadajnika. W stacyjkach sterowniczych ze względu na to, że sygnał wartości zadanej przekazywany jest na większe odległości, ciśnienie kaskadowe steruje wzmacniaczem pneumatycznym, który zapewnia potrzebną moc wyjściową sygnału.



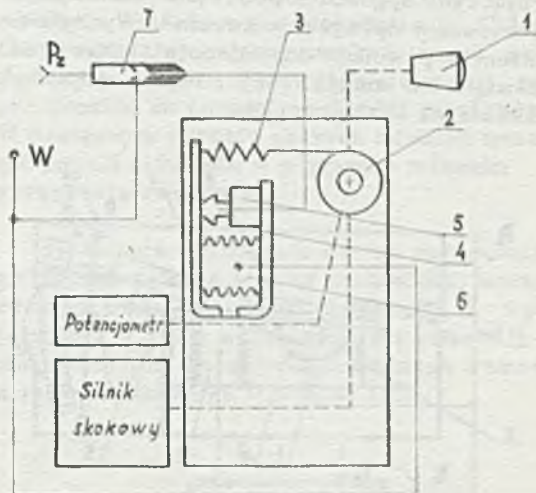
Rys. 8. Nastawnik wartości zadanej W ze wskazaniem: 1 - sumator, 2 - mieszki, 3 - dysza, 4 - sprężyna, 5 - segment zębaty, 6 - bęben, 7 - sprężyna napinająca, 8 - taśma skali, 9 - prowadzenie skali, 10 - bęben napędowy, 11 - pokrętko, 12 - opór pneumatyczny

Podzespoły wchodzące do obu wersji bloku wskaźników montowane są między dwiema płytami montażowymi. Jedna z nich, klejona z trzech warstw, zapewnia jednocześnie połączenie pneumatyczne zespołów. Jej środkowa warstwa ma wycięte przelotowo kanały łączące. Dwie płyty boczne są elementami zapewniającymi szczelność kanałów.

### 3.2. Nastawnik wartości zadanej W

Nastawnik wartości zadanej W w wersji prostej ma budowę podobną do opisanego nastawnika ze wskazaniem z tym, że pokrętko powoduje bezpośrednio odpowiednie napięcie sprężyny. Nastawnik taki znajduje zastosowanie w regulatorach typu A413 i stacyjkach typu A613.

Schematyczną budowę nastawnika wartości zadanej W do współpracy z EMC przedstawia rys. 9.



Rys. 9. Nastawnik wartości zadanej do współpracy z EMC: 1 - pokrętko, 2 - przekładnia, 3 - sprężyna, 4 - sumator, 5 - dysza, 6 - mieszki sprężenia zwrotnego, 7 - ezektor

Nastawienie wartości zadanej ciśnienia przyrządu może się odbywać ręcznie lub za pośrednictwem EMC. Działanie przyrządu polega na spowodowaniu odpowiedniego napięcia sprężyny zadajnika, analogicznie jak w wersji prostej. Sprężyna napinana jest przy pomocy segmentu zębatego połączonego, przez przekładnię zębatą, z potencjometrem sprężenia zwrotnego oraz silnikiem krokowym i pokrętkiem nastawiania ręcznego.

W celu ochrony urządzenia przed uszkodzeniem pokrętko wyposażone jest w sprzęgło cierne zabezpieczające przed oddziaływaniem na przekładnię zbyt dużych momentów. Podobne sprzęgło zabezpieczające ma również napędzający urządzenie silnik krokowy.

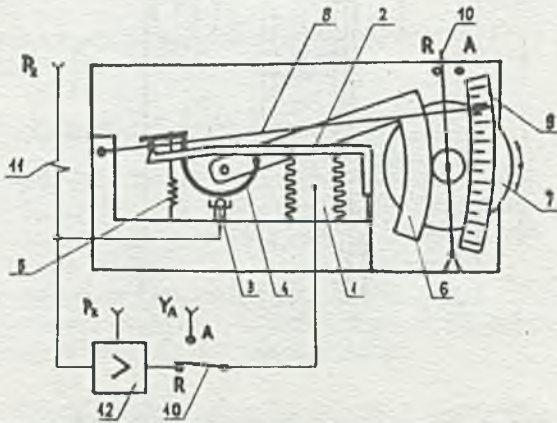
### 3.3. Nastawnik ręcznego formowania sygnału sterującego

Przy opracowaniu konstrukcji nastawnika uwzględniono jego działanie jako urządzenia spełniającego następujące funkcje: nastawnika ciśnienia z jednoczesnym wskazaniem jego wartości lub wskaźnika wartości ciśnienia zadawanego z zewnątrz z jednoczesnym śledzeniem jego wartości przez część aktywną nastawnika oraz natychmiastowe przełączenie ze sterowania automatycznego na ręczne. Schemat nastawnika przedstawia rys. 10.

Proces nastawiania ciśnienia zapoczątkowuje obrót pokrętkła sprzężonego tarciowo z segmentem ciernym. Zmiana położenia pociąga za sobą zmianę położenia przysłonki. Układ dysza - przysłona wysterowuje



kaskadę i steruje wzmacniaczem, który jest wyjściowym stopniem wzmocnienia mocy w przypadku ręcznego formowania sygnału sterującego. Sygnał ten podawany jest na mieszek stanowiący sprzężenie zwrotne. Wychylenie mieszka powoduje odpowiednie ustawienie dźwigni i w konsekwencji również wskazówki wskaźnika oraz przystonki.



Rys. 10. Nastawnik ręcznego formowania sygnału sterującego: 1 - mieszek, 2 - równoważnia, 3 - dysza, 4 - przestonka, 5 - sprężyna naplnająca, 6 - segment cierny, 7 - pokrętko, 8 - wskazówka, 9 - skala, 10 - przełącznik, 11 - opór pneumatyczny, 12 - wzmacniacz

Gdy układ pracuje jako wskaźnik, ciśnienie mierzone podawane jest do mieszka. Wychylenie mieszka powoduje odpowiednie ustawienie dźwigni i w konsekwencji również wskazówki wskaźnika. Aby umożliwić natychmiastowe przełączenie ze sterowania automatycznego na ręczne, w położeniu przełącznika "automatyczna" segment cierny uwolniony jest od współpracy z pokrętkiem i nadąża, na skutek działania sił mechanicznych, za ruchem wskazówki wskaźnika. Po przełączeniu układ rozpoczyna pracę zawsze od ostatniej wartości sygnału sterującego, jaki był zadawany przez układ sterowania automatycznego.

### 3.4. Moduł regulatora

Pożądane warianty funkcjonalne regulatora uzyskuje się przez wymianę elementów modułu regulatora na specjalne płytki zaślepiające część kanałów lub tworzące połączenia wewnętrzne.

W każdej wersji modułów regulatorów pozostają niezmiennie: płyta kanałowa z pojemnościami, zespół przełączników, zaworek odcinających, wzmacniacze pneumatyczne, płytki odwracająca działanie regulatora, a ponadto, w zależności od żądanego zakresu proporcjonalności - dławik P i równoważnia pneumatyczna.

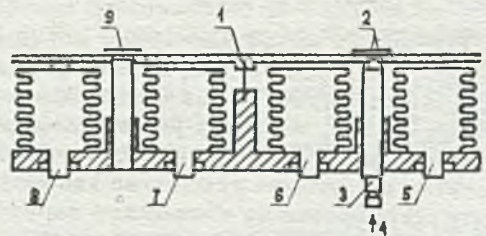
Zmieniające się elementy to: dławik I, dławik D, przełącznik różniczkujący, nastawnik punktu pracy, aktywny przełącznik 1:1, ogranicznik sygnału wyjściowego, inwertor.

Opis budowy i działania regulatora rozpoczniemy od omówienia równoważni pneumatycznej, przedstawionej schematycznie na rys. 11, która jest elementem porównywania sygnałów w regulatorze. Różnica ciśnień w mieszkach wewnętrznych 6 i 7, do których doprowadzone są odpowiednio: sygnał wartości rzeczywistej i sygnał wartości zadanej, daje moment wypadkowy zmieniający położenie kątowne zamocowanej na zawieszonym sprężystym dźwigni dwuramiennej. Jeden koniec dźwigni połączony jest z przystonką pneumatycznego czujnika równowagi działającego na zasadzie dzielnika ciśnienia. Jego cechą charakterystyczną jest wykorzystanie efektu podsysania w komorze wyjściowej przy znacznym odsunięciu przystonki od czoła dyszki.

Czujnik równowagi równoważni steruje wzmacniaczem pneumatycznym, który w regulatorze spełnia funkcję wyjściowego stopnia wzmocnienia mocy.

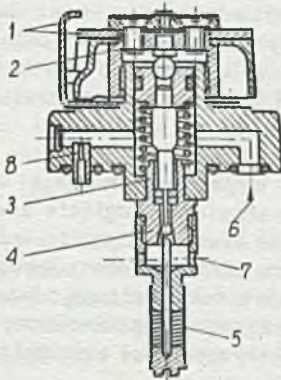
Sygnał sterujący ze wzmacniacza pneumatycznego doprowadzony jest, poprzez przełącznik sterowania automatycznego na ręczne, do mieszków zewnętrznych równoważni, bezpośrednio jako ujemne sprzężenie zwrotne i poprzez układ dławików nastawnych P i I oraz pojemności  $V_1$  jako dodatnie sprzężenie zwrotne.

Nastawne opory pneumatyczne - dławiki P, I oraz D - służą do formowania składowych czasowych funkcji regulacyjnej oraz za-



Rys. 11. Schemat funkcjonalny równoważni pneumatycznej: 1 - dźwignia dwuramienna, 2 - zespół dysza-przystonka, 3 - wkład eżektorowy z dławikiem stałym, 4 - zasilanie, 5 - mieszek ujemnego sprzężenia zwrotnego, 6 - mieszek wartości zadanej, 7 - mieszek wartości rzeczywistej, 8 - mieszek dodatniego sprzężenia zwrotnego, 9 - zderzak

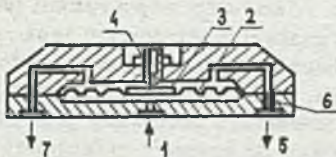




Rys. 12. Schemat funkcjonalny dławika nastawnego: 1 - podziałka ze wskaźnikiem, 2 - tulejka gwintowana, 3 - popychacz zaworu, 4 - gniazdo stożkowe z kulką, 5 - popychacz dociskający, 6 - otwór wejściowy, 7 - otwór wyjściowy, 8 - dławik stały /tylko w dławiku nastawnym P/

kresu proporcjonalności. Charakteryzują się one zasadniczo jednakową budową. Dławik P ma dodatkowo wbudowany w korpusie opór stały przedstawiony na rys. 12. Elementem dławiącym przepływ powietrza jest kulka umieszczona między dwoma przemieszczonymi osiowo popychaczami w stożkowym otworze. Wartość dławienia nastawiana jest przez obrót pokrętki, zaopatrzonego w podziałkę i zderzak końcowy.

Przełącznik 1 : 1, którego schemat funkcjonalny przedstawiono na rys. 13 stosowany jest w regulatorach PI i PID w celu wyeliminowania zakłóceń w działaniu regulacyjnym przy zmianach nastaw zakresu proporcjonalności.



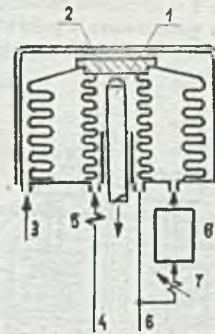
Rys. 13. Schemat funkcjonalny przełącznika: 1 - wejście, 2 - membrana metalowa, 3 - przysłonka, 4 - dysza wylotowa, 5 - zasilanie, 6 - dławik wejściowy, 7 - wyjście

Funkcję członu różniczkującego spełnia, znajdujący się w torze wartości rzeczywistej regulatora, przedstawiony na rys. 14, współpracujący z dławikiem nastawnym D i pojemnością  $V_D$ , przełącznik /przystawka/ D. Funkcjonowanie przełącznika D oparte jest na zasadzie równowagi sił i odpowiada pod względem działania równoważni trzymieszkowej z dwoma mieszkami sprężenia zwrotnego umieszczonymi na różnych ramionach.

Gdy sygnał wielkości regulowanej doprowadzony do przestrzeni między obudową i mieszkiem zewnętrznym ulegnie skokowemu

zwiększeniu, następuje przymknięcie dyszy przez przysłonkę, którą stanowi wspólne dno obu mieszków. Odpływ powietrza przez dyszę zostaje zdławiony i następuje skokowy wzrost ciśnienia wyjściowego przełącznika D. Ciśnienie to oddziałuje poprzez mały mieszek wewnętrzny jako ujemne sprężenie zwrotne, proporcjonalne do zmiany wielkości regulowanej. W następnym okresie zaczyna również wzrastać powoli ciśnienie w większym mieszku sprężenia zwrotnego.

Opóźnienie w działaniu całego sprężenia zwrotnego zależne jest od nastawionej wartości stałej czasowej w zespole dławika D i pojemności  $V_D$ . Po wyrównaniu się ciśnień w obu mieszkach sprężenia zwrotnego wzmocnienie przełącznika D wynosi 1:1.

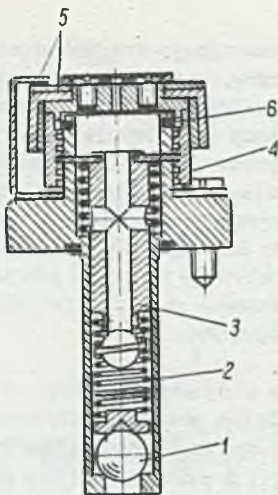


Rys. 14. Schemat funkcjonalny przełącznika D: 1 - dyszka wylotowa, 2 - zderzak i przysłonka, 3 - łącznik wartości rzeczywistej, 4 - łącznik zasilania, 5 - dławik wejściowy, 6 - łącznik ciśnienia wyjściowego, 7 - dławik D, 8 - pojemność D

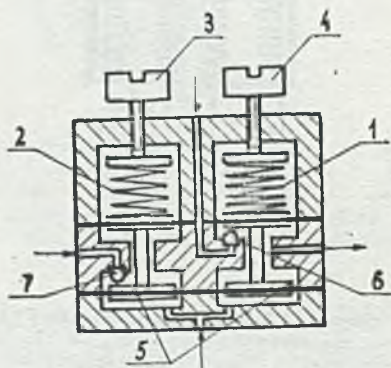
We wszystkich regulatorach P i PD stosowany jest nastawnik punktu pracy. Zespół ten służy do nastawiania wartości punktu pracy regulatora i montowany jest w miejscu przeznaczonym zwykle na dławik I. Nastawnik /rys. 15/ zbudowany jest podobnie jak dławiki nastawne i działa na zasadzie dławienia przepływu powietrza przez kulkę dociskaną do gniazda za pomocą precyzyjnej sprężyny pomiarowej.

Elementem dodatkowym, jaki może być stosowany we wszystkich regulatorach jest ogranicznik sygnału wyjściowego /desaturator/ przedstawiony schematycznie na rys. 16. Umożliwia on ograniczenie minimalnej oraz maksymalnej wartości sygnału wyjściowego. Desaturator jest przyłączony bocznikowo w linii kaskada sterująca - wzmacniacz. Wartości progów ograniczeń sygnału wyjściowego nastawione są przez odpowiednie napięcie precyzyjnych sprężyn pomiarowych za pomocą wkrętów zewnętrznych. W przypadku, gdy sygnał wyjściowy osiągnie wartość mniejszą od minimalnej nastawionej na desaturatorze na

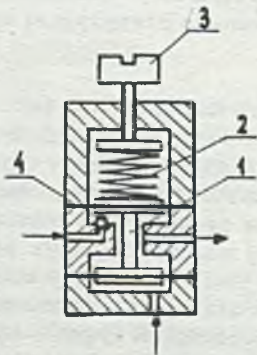




Rys. 15. Schemat funkcjonalny nastawnika punktu pracy  
1 - kulka zaworu, 2 - sprężyna zaworowa, 3 - popłuczacz, 4 - tulejka gwintowana z pokrętkiem, 5 - podziałka ze wskazówką, 6 - pierścień mocujący



Rys. 16. Schemat funkcjonalny ogranicznika sygnału wyjściowego: 1 - sprężyna ogranicznika maksymalnej wartości sygnału, 2 - sprężyna ogranicznika minimalnej wartości sygnału, 3 - pokrętko regulacyjne minimalnej wartości sygnału, 4 - pokrętko regulacyjne maksymalnej wartości sygnału, 5 - blok membran, 6, 7 - zawory kulkowe



Rys. 17. Schemat funkcjonalny Inwertora: 1 - blok membran, 2 - sprężyna, 3 - pokrętko, 4 - zawór kulkowy

skutek ugięcia zespołu membrany, następuje otwarcie zaworka kulkowego oraz doładowanie układu kaskady sterującej wzmacniacza. Ciśnienie wyjściowe wzrasta do chwili ustalenia się równowagi na poziomie nastawialnej wartości ciśnienia.

Gdy sygnał wyjściowy osiągnie wartość większą od nastawionej, ugięcie zespołu membran spowoduje otwarcie zaworu kulkowego i upust nadmiaru ciśnienia sterującego wzmacniaczem do wartości ciśnienia odpowiadającej, po wzmocnieniu przez wzmacniacz, nastawionej maksymalnej wartości ciśnienia.

Wszystkie typy regulatorów mają możliwość przejścia ze sterowania automatycznego na ręczne i odwrotnie. W regulatorach PI i PID zastosowano układ umożliwiający natychmiastowe przełączanie R - A. Wytwarza on w komorze całkową regulatora takie ciśnienie, że regulator po przełączeniu R - A zaczyna pracować od ostatniej wartości sygnału sterującego nastawionego ręcznie.

Do wytworzenia odpowiedniego ciśnienia w komorze całkową wykorzystana jest równoważnia pneumatyczna regulatora. Porównuje ona sygnały: wartości rzeczywistej X, zadanej W, sterujący, nastawiany ręcznie Y oraz dodatniego sprężenia zwrotnego. Ponieważ komora całkową znajduje się w torze dodatniego sprężenia zwrotnego, zastosowano w celu zachowania ujemnego sprężenia zwrotnego, wzmacniacz operacyjny odwrotnego działania - inwertor. Przedstawiony jest on schematycznie na rys. 17. Jest to jednostopniowy wzmacniacz z kaskadą sterującą. Sygnałem wejściowym inwertora jest ciśnienie kaskadowe czujnika równowagi równoważni pneumatycznej. Sygnałem wyjściowym jest, zmieniające się odwrotnie proporcjonalnie do sygnału wejściowego, ciśnienie kaskadowe. Sygnał wyjściowy inwertora podawany jest przez zawór odcinający do komory całkową a następnie do mieszka sprężenia zwrotnego.

Po przełączeniu przełącznika R - A w położenie A /automatyka/ zawór odcinający zamyka dopływ ciśnienia z inwertora do komory całkową, uszczelniając ją.

W regulatorach P i PD przy przełączaniu R - A należy korzystać z kulkowego wskaźnika równowagi sygnału sterowania ręcznego z sygnałem sterowania automatycznego.

Duża liczba zespołów i pełnionych przez nie funkcji wymaga odpowiedniego systemu połączeń pneumatycznych. Rozwiązano to w ten sposób, że wszystkie omówione tu zespoły montowane są na wspólnej płycie kanałowej o budowie analogicznej do budowy płyty połączeń pneumatycznych bloku wskaźników.



Schemat ideowy modułu regulatora oraz większość jego elementów, takich jak: równoważnia pneumatyczna, wzmacniacz pneumatyczny, przekaźnik 1:1, zestaw dławików P, I, D, nastawnik punktu pracy, przekaźnik /przystawka/ D, zostały sprawdzone w produkowanym obecnie na licencji firmy Siemens regulatorze typu A404...A406.

W związku z zakupieniem od firmy Honeywell licencji na system elektronicznych małoważnościowych regulatorów oraz stacyjek operacyjnych EFTRONIK przewiduje się w przyszłości wyposażenie regulatorów PNEFAL 3 w układy współpracy z komputerem, analogiczne do układów stacyjek EFTRONIK.

#### Dane techniczne regulatorów

##### Nastawniki wartości zadanej W

Klasa dokładności 0,6%  
Zakres nastaw ciśnienia 0,2...1,0 kG/cm<sup>2</sup>

##### Nastawnik sygnału sterowania ręcznego ze wskazaniem

Klasa dokładności 2%  
Zakres nastaw ciśnienia 0,05...1,35 kG/cm<sup>2</sup>

##### Wskaźniki wartości zadanej W i odchyłki /X-W/

Klasa dokładności 0,6%  
Zakres pomiarowy W 0,2...1,0 kG/cm<sup>2</sup>

Zakres wskazań odchyłki X-W +20% od wartości zadanej w zakresie ciśnień od 0,2...1,0 kG/cm<sup>2</sup>

##### Regulator

Sygnały wejściowe /XiWz/ 0,2...1,0 kG/cm<sup>2</sup>  
Sygnały wyjściowe Y 0,2...1,0 kG/cm<sup>2</sup>

Nastawiany zakres proporcjonalności 5...300% lub 12...600%

Nastawialny punkt pracy 0,2...1,0 kG/cm<sup>2</sup>

Nastawialny czas zdwożenia 0,1...50 min.

Nastawialny czas wyprzedzenia 0,05...25 min.

Histercza 0,01%

Próg nieczułości 0,01%

##### Dane ogólne

Ciśnienie zasilania 1,4 kG/cm<sup>2</sup> +10%  
Napięcie zasilania 24 V +10% -15% prądu

stałego  
Sygnał stanu gotowości +14V...+30V prądu stałego  
EMC do pracy prądu stałego  
Sygnał stanu awarii EMC 0...+0,3 V prądu stałego lub brak napięcia

Potencjometr sprzężenia zwrotnego Helipot 500 /1,5 W przy 40°C/





## PROBLEMY ISKROBEZPIECZENSTWA ELEKTRONICZNYCH SYSTEMÓW AUTOMATYKI

### Wstęp

W ostatnich latach główni producenci urządzeń automatyki zaoferowali użytkownikom z przemysłu chemicznego i przemysłów pokrewnych, specjalne elektroniczne systemy automatyki analogowej do automatycznej regulacji procesów technologicznych. Było to spowodowane potrzebami tych dynamicznie rozwijających się gałęzi przemysłu, w których wzrosła ilość wytwarzanych produktów oraz złożoność procesów technologicznych, rozmieszczonych niejednokrotnie na dużych obszarach. W związku z tym wzrosła również ilość sygnałów informacyjnych o przebiegach procesów technologicznych oraz długość linii transmisyjnych tych sygnałów. W celu właściwego poprowadzenia procesu produkcyjnego i uzyskania produktów o wysokiej jakości, z podanych wyżej względów powstała konieczność objęcia przemysłu chemicznego automatyzacją o niespotykanym przedtem stopniu, przy czym urządzeniom automatyki postawiono znacznie większe wymagania techniczne. Było to związane także z tym, że w większości przypadków użytkownicy z przemysłu chemicznego żądali, żeby systemy pomiarowe i regulacyjne mogły współpracować z komputerem, co pozwoliłoby na realizację systemów regulacji kompleksowej.

Wymagania te nie mogły być spełnione przez tradycyjnie stosowane w przemyśle chemicznym pneumatyczne systemy automatyki. Jedynym rozwiązaniem mogła być realizacja systemów automatyki w technice elektronicznej. Ponieważ jednak w zakładach chemicznych produkuje się zazwyczaj materiały łatwopalne, producenci elektronicznych systemów automatyki, przeznaczonych do instalacji w przestrzeniach zagrożonych wybuchem, musieli podjąć produkcję przyrządów tak skonstruowanych, aby nie stanowiły źródeł zapłonu mieszanin wybuchowych.

Żądanie to spełnia elektroniczny system automatyki VUTRONIK produkcji firmy Honeywell, którego odpowiednikiem jest uruchamiany obecnie w Przedsiębiorstwie Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal" system EFTRONIK.

### 2. Podstawowe wiadomości o ochronie przeciwwybuchowej urządzeń elektrycznych

Ponieważ zagadnienia ochrony przeciwwybuchowej urządzeń elektrycznych nie są jeszcze zbyt dobrze znane szerszym kręgom użytkowników urządzeń automatyki jak i ich producentom, podane zostaną podstawowe pojęcia z tej dziedziny, co pozwoli łatwiej zrozumieć koncepcję ochrony przeciwwybuchowej systemu VUTRONIK.

Uzyskanie tych atestów w kilku krajach, w których przepisy w zakresie ochrony przeciwwybuchowej urządzeń elektrycznych różnią się nieraz znacznie od siebie, było możliwe ze względu na coraz szersze uznanie przez większość krajów sposobu zapewnienia przeciwwybuchowości za pomocą stosowania tzw. barier ochronnych. Bariery te znane są szerzej pod nazwą barier Zenera, /nazwa pochodzi od techniki ich realizacji opartej na diodach Zenera, co nie zawsze ma miejsce, np. w przypadku barier ochronnych z oddzieleniem galwanicznym/. Należy więc zwrócić uwagę na to, że bariera Zenera jest szczególnym rozwiązaniem układowym bariery ochronnej.

W związku z tym, że system VUTRONIK został opracowany w USA, obowiązujące w tym kraju przepisy będą podstawą do podania głównej informacji o ochronie przeciwwybuchowej urządzeń elektrycznych. System ten uzyskał w USA, Kanadzie, Wielkiej Brytanii i RFN atesty stwierdzające jego przeciwwybuchowość.



W celu podtrzymania spalania muszą być spełnione następujące warunki: musi istnieć zapalna mieszanina materiału palnego z powietrzem /materiały palne występują w większości procesów produkcyjnych/ i musi być źródło zapłonu o wystarczająco dużej energii.

Personel zakładów przemysłowych stara się sprowadzić do minimum prawdopodobieństwo wystąpienia zapłonu mieszanin łatwo zapalnych, sprawując kontrolę nad materiałami palnymi w procesie produkcyjnym. Jest to jednak tylko działanie, które w najlepszym przypadku prowadzi do zmniejszenia stopnia zagrożenia wybuchem.

W celu uzyskania pełnej oceny stopnia niebezpieczeństwa wprowadzona jest szczegółowa klasyfikacja rodzajów i własności fizycznych materiałów zapalnych.

Naturalnym zjawiskiem towarzyszącym procesom przemysłowym jest to, że materiały łatwo zapalne występują w sposób nieunikniony w postaci przecieków z pomp, kryz, kołnierzy itd. Chociaż, oczywiście, mogą być wykonane małe ulepszenia w celu osiągnięcia bezpiecznego przepływu tych materiałów, to jednak zawsze występuje powietrze w ilości wystarczającej do otrzymania mieszanki wybuchowej. Sposobem zapewnienia bezpieczeństwa jest więc kontrola lub w ogóle eliminacja źródeł zapłonu.

W USA stosowane są zasadniczo 3 sposoby zapewnienia bezpieczeństwa przeciwwybuchowego przy wprowadzeniu przyrządów elektrycznych do zakładów produkujących materiały łatwo zapalne. Polegają one na odpowiedniej konstrukcji przyrządów elektrycznych. Tak więc mogą być stosowane:

- urządzenia z osłoną ognioszczelną
- urządzenia przewietrzane
- urządzenia iskrobezpieczne

Urządzenia z osłoną ognioszczelną są dotychczas najbardziej powszechnie stosowanymi urządzeniami przeciwwybuchowymi i rzeczywiście stosowanie ich jest uzasadnione w przypadku obwodów elektrycznych dużej mocy. Obudowa urządzeń jest tak skonstruowana, że może wytrzymać bez uszkodzeń i trwałych odkształceń ciśnienie wybuchu mieszaniny wybuchowej w przestrzeni, którą obejmuje oraz zapobiega skutecznie przeniesieniu się wybuchu z jej wnętrza do otaczającego urządzenie elektryczne środowiska, gdzie występuje mieszanina wybuchowa. Gorące gazy są chłodzone i uchodzą na zewnątrz przez specjalnie zaprojektowane szczeliny tak, że płomień wybuchu przeniesiony na zewnątrz ma dostatecznie niską temperaturę, taką która już nie powoduje za-

palenia mieszaniny wybuchowej znajdującej się na zewnątrz osłony ognioszczelnej. Ceny urządzeń z osłonami ognioszczelnymi, jak również koszty okablowania i uszczelnienia, są bardzo duże. Niewygodna jest także konserwacja tych urządzeń, ponieważ przy regulacji lub naprawach muszą być one odłączone od zasilania, trzeba zdejmować obudowę i po dokonaniu czynności regulacyjnych należy ją z powrotem założyć i uszczelnić. Urządzenia z osłoną ognioszczelną, właściwie konserwowane, mogą pracować nawet kilka lat, spełniając swe funkcje w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa przeciwwybuchowego, z drugiej jednak strony np. już poluzowanie jednego sworzni w urządzeniu może spowodować utratę właściwości gwarantujących bezpieczeństwo. Stosowanie urządzeń z osłoną ognioszczelną nie eliminuje źródeł zapłonu mieszanin wybuchowych.

W urządzeniach o budowie przewietrzanej wszystkie części urządzenia mogące zapalić mieszaninę wybuchową są umieszczone w obudowie, przez którą przepływa pod niewielkim ciśnieniem strumień czystego powietrza lub gazu niepalnego, zapobiegając przedostaniu się do urządzenia mieszanin wybuchowych. Oczywiście i w tym przypadku ze względu na wymagania dotyczące zachowania odpowiedniej szczelności w przewietrzanej obudowie konserwacja tych urządzeń jest bardzo kłopotliwa, podobnie jak urządzeń z osłoną ognioszczelną. Stosowanie urządzeń przewietrzanych nie eliminuje także źródeł zapłonu mieszanin wybuchowych.

Trzecia metoda zapewnienia ochrony przeciwwybuchowej polegająca na stosowaniu konstrukcji iskrobezpiecznych zyskała ostatnio powszechnie uznanie. Użycie tej metody stało się możliwe dzięki znacznemu rozwojowi produkcji półprzewodników, które mogą pracować przy małym poborze mocy zasilania. W metodzie tej ogranicza się występującą w przyrządach energię elektryczną do tak małej, że ewentualne przypadkowe zwarcia nie mogą spowodować zapłonu mieszanki wybuchowej. Sposób ograniczenia energii elektrycznej jest cechą znamioną całego systemu przyrządów. Nie są tu potrzebne specjalne obudowy i przewietrzanie, ponieważ zostały wyeliminowane źródła zapłonu. Okablowanie stosowane do połączeń między przyrządami systemu iskrobezpiecznego jest normalnym okablowaniem, takim jakie stosuje się na obiektach niezagrożonych wybuchem mieszanin łatwo zapalnych. Szacuje się ogólnie, że koszt okablowania i instalacji urządzeń iskrobezpiecznych stanowi najwyższej 50% kosztów okablowania i instalacji urządzeń z osłoną ognioszczelną czy też przewietrzaną. Iskrobezpieczeństwo systemu powinno być zachowane zarówno w warunkach pracy normalnej jak i w warunkach awaryjnych. Regulacja



konserwacja urządzeń iskrobezpiecznych jest bardzo wygodna i nie wymaga wyłączenia urządzeń z ruchu.

### 3. Iskrobezpieczeństwo w elektronicznych systemach automatyki do regulacji procesów technologicznych

#### 3.1. Przepisy normalizacyjne dotyczące iskrobezpieczeństwa, obowiązujące w USA

Iskrobezpieczeństwo jako jedną z metod zapewnienia ochrony przeciwybuchowej uznano oficjalnie w USA w 1956 r., podając podstawowe informacje z tej dziedziny w Article 5001 Notional Electrical Code /NEC/. Publikacja została wydana przez National Fire Protection Association /NFPA/ i obecnie jest oznaczona jako 500-1. Następny dokument dotyczący iskrobezpieczeństwa ukazał się dopiero w 1965 r., kiedy to Instrument Society of America /ISA/, dążąc do normalizacji w zakresie przyrządów instalowanych na obiektach przemysłowych wydało normę tymczasową "Intrinsically Safe and Nonincentive Electrical Instruments", oznaczoną jako ISA Dokument RP12. 2. Norma ta została następnie oznaczona jako Standard Practice SP12. 2.

W roku 1967 NFPA opublikowało normę tymczasową - Standard NFPA 493T, która po poprawkach została w 1969 r. uznana za normę obowiązującą i jest oznaczona obecnie jako NFPA 493. Norma ta jest najbardziej znaną i powszechnie uznaną w USA normą dotyczącą zagadnień iskrobezpieczeństwa.

Stosunkowo niedawno Underwriter's Laboratories, instytucja wydająca atesty stwierdzające iskrobezpieczeństwo przyrządów i systemów oraz wykonująca badania atestacyjne, opublikowała przepisy, jakie muszą spełniać przyrządy iskrobezpieczne, żeby uzyskać atesty. Przepisy te są oznaczone jako Subject 913.

Dążąc do standaryzacji produkcji przyrządów i maszyn oraz określenia warunków pracy ludzi w St. Zjedn. Ministerstwo Pracy tego kraju /The US Dept. of Labor/ opublikowało w 1970 r. Kartę Bezpieczeństwa i Higieny Pracy /Occupational Safety and Health Act - OSHA/, zwaną też Kartą Williamsa-Steigera. W Karcie tej podano przepisy, które usuwają niezgodności poglądów dotyczących iskrobezpieczeństwa, występujących w wcześniejszych publikacjach na ten temat. OSHA uznaje za prawomocne na terenie USA tylko atesty wydane przez 2 amerykańskie instytucje atestujące: Underwriter's Laboratories /UL/ i Factory Mutual Engineering Corporation /FM/.

#### 3.2. Klasyfikacja atmosfer wybuchowych i przestrzeni zagrożonych wybuchem

W USA klasyfikacja atmosfer wybuchowych i właściwości przestrzeni zagrożonych podane są w National Electric Code, Article 500.

Podstawą podziału atmosfer wybuchowych jest najniższa energia potrzebna do spowodowania zapłonu. Podział ten jest w USA wspólny dla wszystkich sposobów zabezpieczenia przed wybuchem. Wszystkie materiały łatwo zapalne podzielone są na 3 klasy /Class/, które z kolei dzielą się na grupy /Group/. Do klasy I zaliczone są łatwo zapalne mieszaniny par i gazów z powietrzem, klasa II obejmuje łatwo zapalne pyły, natomiast klasa III obejmuje łatwo zapalne materiały.

Poniżej w tablicy podano pełną klasyfikację atmosfer wybuchowych.

Klasa	Grupa	Substancja
I	A	acetylen
	B	wodór, butadien, tlenek etylenu, tlenek propylenu, gaz koksowniczy
	C	aldehid octowy, cyklopropan, eter etylowy, etylen, izopren, niesymetryczna metylohydrazyna
	D	aceton, akrylonitryl, alkohol etylowy, amoniak, benzyna czysta, benzen, butan, chlorek etylenu, benzyna etylizowana, heksan, nafta, gaz naturalny, propan, propylen, fenyloetylen, octan winylu, chlorek winylu, ksylen.
II	E	aluminium, magnez, stopy aluminium i magnezu
	F	węgiel kamienny, pył koksowy
	G	pył zbożowy, mąka zbożowa, mąka ziemniaczana
III	-	odpadki kapoku, włókno kakaowe, bawełna, wełna, drewna, konopie, juta, targań, sztuczny jedwab, sizal, pakuły

Podstawą podziału przestrzeni zagrożonych wybuchem na sfery zagrożenia jest prawdopodobieństwo wystąpienia wybuchu materiałów łatwo zapalnych, czyli tzw. stopień zagrożenia wybuchem. Rozróżnia się zasadniczo dwie strefy /division/ zagrożenia wybuchem:

a/ strefa 1 - obejmuje obszary, w których niebezpieczna koncentracja materiałów łatwo zapalnych występuje ciągle, sporadycznie lub okresowo w czasie normalnych i awaryjnych warunków pracy;



b/ strefa 2 - obejmuje obszary, w których niebezpieczna koncentracja materiałów łatwo zapalnych może wystąpić tylko w warunkach awaryjnych.

W NFPA 493 jest zamieszczona wzmianka o tym, że w niektórych krajach, jak np. RFN i Wielka Brytania, wyróżnia się także strefę zagrożenia wybuchem, charakteryzując ją jako obszar, gdzie niebezpieczna koncentracja materiałów łatwo zapalnych występuje ciągle lub prawie ciągle. Tym samym wyłącza się w tych krajach ze strefy 1 część obszarów zaliczonych do niej przez przepisy obowiązujące w USA.

Należy zwrócić uwagę na to, że przyrządy przeznaczone do zainstalowania w strefie 1 muszą być bezpieczne zarówno w normalnych warunkach pracy, jak i awaryjnych. Natomiast przyrządy przeznaczone do stosowania w strefie 2 muszą być bezpieczne tylko w normalnych warunkach pracy. Podstawą takiego podejścia dla strefy 2 jest to, że prawdopodobieństwo jednoczesnego wystąpienia awarii procesu technologicznego i przyrządów jest bardzo małe.

### 3.3. Definicje iskrobezpieczeństwa i innych związanych z tym pojęć

W NFPA 493 podana jest następująca definicja iskrobezpieczeństwa: "Iskrobezpieczne wyposażenie i okablowanie jest to takie wyposażenie i okablowanie, które jest niezdolne do wytworzenia tak dużej energii elektrycznej i termicznej, która mogłaby spowodować zapłon określonej mieszanki wybuchowej przy najbardziej niekorzystnej pod względem wybuchowym jej koncentracji, zarówno w warunkach normalnych jak i awaryjnych. Wyposażenie takie jest odpowiednie do zastosowania w strefie 1."

Z definicji tej można wyciągnąć następujące wnioski:

- a/ Jeżeli mówi się o iskrobezpieczeństwie całego systemu lub pętli regulacyjnej, to należy rozumieć, że dotyczy to wszystkich przyrządów i połączeń wewnętrznych między nimi.
- b/ Iskrobezpieczeństwo dotyczy zawsze tylko ściśle określonej atmosfery wybuchowej. Klasyfikację atmosfer wybuchowych podano w p. 3.2.
- c/ System musi działać właściwie zarówno w warunkach normalnych, jak i awaryjnych bez względu na to, jakie wystąpi uszkodzenie. /Rodzaje możliwych uszkodzeń zostaną rozpatrzone w następnym punkcie artykułu/.
- d/ Energia elektryczna może wytworzyć iskrę elektryczną przy otwieraniu obwodów

elektrycznych lub zwieraniu obwodów pojemnościowych. Energia cieplna jest wytwarzana przez prąd płynący przez przewody i elementy elektroniczne, co może doprowadzić do nagrzania powierzchni urządzeń. Norma NFPA 493 wprowadza w zależności od składowych obwodu pewne ograniczenia.

Norma ta podkreśla, że przy ocenie iskrobezpieczeństwa muszą być rozpatrzone wszystkie połączenia między przyrządami. Chociaż większość przyrządów pętli regulacyjnej może i powinna być zamontowana w strefie 2 lub strefie bezpiecznej, to jednak przyrządy te muszą być także sprawdzone w celu uzyskania pewności, że nie są one w stanie dostarczyć zbyt dużej energii do przyrządów znajdujących się w strefie 1, nawetw przypadku wystąpienia uszkodzeń.

W normie NFPA 493 podana jest także definicja "minimum energii" określająca, że jest to najmniejsza energia, która może spowodować zapłon określonej mieszanki gazowej w normalnej temperaturze pokojowej i ciśnieniu. Energia zapłonu zmniejsza się przy wzroście temperatury lub ciśnienia lub obu tych czynników naraz.

Norma NFPA 493 określa awaryjne warunki pracy jako wystąpienie takiego zdarzenia lub kombinacji zdarzeń, których efektem jest zmiana charakterystyki elektrycznej obwodu.

### 3.4. Rozpatrzenie najbardziej niekorzystnego awaryjnego stanu pracy urządzeń

Przyrząd iskrobezpieczny musi być niezdolny do spowodowania zapłonu atmosfery wybuchowej w następujących kombinacjach zdarzeń:

- a/ Napięcie zasilania w linii ma wartość maksymalną,
- b/ Wszystkie nastawy przyrządów są w położeniu najbardziej niekorzystnym,
- c/ Występuje najbardziej niekorzystna kombinacja uszkodzeń zespołów składowych urządzenia i uszkodzeń obwodów łącznie z uszkodzeniami obiektowymi zarówno widocznymi /dostrzegalnymi/, jak i niewidocznymi /nie-dostrzegalnymi/.

Uszkodzenie widoczne jest to takie uszkodzenie, które jest wskazywane lub alarmowane i zmusza dyspozytora do skupienia na nim jego uwagi. Uszkodzeniem widocznym jest np. zwarcie wejścia przetwornika, co powoduje, że na wyjściu regulatora lub rejestratora występują maksymalne wartości sygnałów powodując zadziałanie odpowiednich układów alarmowych.

Uszkodzenie niewidoczne jest to takie uszkodzenie, które nie może być dostrzeżone przez operatora w czasie normalnej pracy.



Uszkodzeniem niewidocznym jest np. uszkodzenie w obwodzie ograniczającym prąd w linii, które nie zostanie wychwycone, aż do chwili, gdy wystąpi zwarcie obwodu /uszkodzenie widoczne/.

NFPA 493 podaje następujące kombinacje zdarzeń, które mogą wystąpić jednocześnie, nie powodując zapłonu atmosfery wybuchowej:

- a/ występują 3 uszkodzenia niewidoczne,
- b/ występują 2 uszkodzenia niewidoczne i 1 uszkodzenie widoczne,
- c/ występuje 1 uszkodzenie niewidoczne i 2 uszkodzenia widoczne.

Trzy uszkodzenia widoczne nie są rozpatrywane, ponieważ już wystąpienie jednego tylko tego typu uszkodzenia powoduje zaalarmowanie obsługi o istnieniu awarii, co powinno być sygnałem do usunięcia jej przez służby serwisowe.

Przedstawione powyżej uszkodzenia obejmują wszystkie przypadki, jakie mogą wystąpić w całej pętli regulacyjnej, a więc w przyrządach i połączeniach między nimi.

Należy tu zwrócić uwagę na to, że uszkodzenie, które pociąga za sobą wystąpienie uszkodzenia innych urządzeń jest uważane za jedno uszkodzenie. I tak np. jeżeli uszkodzenie rezystora powoduje wadliwe działanie tranzystora i jeszcze inne uszkodzenia, to cały ten zespół zdarzeń jest uważany za jedno uszkodzenie.

### 3.5. Ocena iskrobezpieczeństwa

W procedurze oceny iskrobezpieczeństwa istnieją 3 stopnie postępowania:

1/ Analiza obwodów w celu określenia wystąpienia każdego możliwego uszkodzenia lub kombinacji trzech uszkodzeń. Można to zrealizować w dwojaki sposób:

a/ teoretycznie - przez analizę działania obwodów zakładając wystąpienie różnych przypadków uszkodzeń, co pozwala na wyciągnięcie wniosków o wystąpieniu w układzie określonych napięć i prądów,

b/ praktycznie - przez celowe spowodowanie uszkodzeń i pomiar w układzie otrzymanych napięć i prądów.

2/ W drugim stopniu postępowania należy określić możliwość wystąpienia zapłonu w warunkach normalnych i dla najbardziej niekorzystnego przypadku w stanie awaryjnym. Można to także zrealizować w dwojaki sposób:

a/ Przez rozwieranie i zwieranie ze sobą i do ziemi przewodów obiektowych znajdujących się w atmosferze wybuchowej /strefa 1/, przez co mogą zostać wywołane iskry. Potrzebna jest do tego specjalna aparatura

b/ Przez pomiar napięć  $U$  i prądów  $I$  oraz odpowiadających im odpowiednio pojemności  $C$  i indukcyjności  $L$ , porównując następnie otrzymane wyniki z krzywymi  $U = f/C/$  i  $I = f/L/$ , zamieszczonymi w normie.

3/ W trzecim stopniu postępowania dokonuje się przeglądu detali konstrukcyjnych pod kątem spełnienia przez nie odpowiednich norm.

### 3.6. Metody osiągnięcia iskrobezpieczeństwa

#### 3.6.1. Rezystory wewnętrzne ograniczające wartości prądu

Przy zastosowaniu tej metody w panelu przyrządu znajdującego się w strefie bezpiecznej są zamontowane rezystory /warstwowe lub drutowe/. Wartość tych rezystorów zależy od maksymalnego napięcia zasilającego, jakie wystąpi w warunkach uszkodzenia oraz prądu dopuszczalnego dla przyrządów montowanych w strefie 1. W tej metodzie każdy przyrząd pętli regulacyjnej powinien pochodzić od tego samego wytwórcy, ponieważ zazwyczaj nie ma odpowiedniości między przyrządami różnych producentów pod względem napięcia zasilania oraz przesyłanych sygnałów. Zasilacz musi mieć w tym przypadku ograniczone napięcie i prąd, tak aby nawet w przypadku uszkodzenia nie przekroczył pewnych ustalonych wartości.

#### 3.6.2. Bariery ochronne rezystancyjne

W metodzie tej rezystory o własnościach jak w p. 3.6.1. są montowane w specjalnej obudowie i mogą być tym samym połączone tylko zewnętrznie z przyrządem. Bariera rezystancyjna musi być włączona szerogowo do każdego przewodu połączonego z drugiej strony z przyrządem znajdującym się w strefie zagrożenia 1. Funkcja spełniana przez te bariery jest taka sama, jaką spełniają rezystory w metodzie z p. 3.6.1. Cały system przyrządów musi pochodzić od jednego producenta i musi mieć atesty pozwalające na wspólną pracę przyrządów jako systemu iskrobezpiecznego. Do systemu nie mogą być włączane przyrządy od innych wytwórców, ponieważ narusza to jego iskrobezpieczeństwo.



### 3.6.3. Bariery ochronne z oddzieleniem galwanicznym

W tej metodzie jest używany wzmacniacz zapewniający oddzielenie galwaniczne między zasilającym go napięciem, a napięciem zasilającym przyrządy zamontowane w strefie zagrożenia oraz oddzielenie galwaniczne między sygnałem pomiarowym przesyłanym od tych przyrządów a sygnałem wyjściowym ze wzmacniacza. Dzięki temu otrzymuje się całkowitą izolację między przyrządami zamontowanymi w strefie zagrożenia i przyrządami znajdującymi się w strefie bezpiecznej. Ta metoda, aczkolwiek zapewnia bezpieczeństwo i elastyczność systemu, jest jednak dosyć droga.

### 3.6.4. Bariera ochronna z diodami Zenera [Bariera Zenera]

Bariera Zenera stanowi jednostkę rozdzielającą układy elektryczne znajdujące się w strefie bezpiecznej i strefie zagrożenia 2, od układów elektrycznych znajdujących się w strefie zagrożenia 1. Zadaniem bariery Zenera jest ograniczenie do określonej wartości energii przesyłanej do przyrządów zamontowanych w strefie zagrożenia nawet w warunkach wystąpienia uszkodzeń w strefie bezpiecznej. Zadanie to musi być także spełnione, gdy przewody połączone normalnie z przyrządem znajdującym się w strefie zagrożenia zostaną zwarte /lub wspólnie zwarte do ziemi /lub zostaną rozwarne /przerwane/. Bezpieczny poziom energii przesłanej do strefy zagrożenia 1 jest podany w postaci wartości napięcia i prądu, co narzuca jednocześnie wymagania dotyczące charakterystyk elektrycznych przyrządów przeznaczonych do pracy w strefie zagrożenia 1. Części składowe bariery Zenera dobierane są ze względu na te wymagania w zakresie napięcia i prądu.

Na rysunku 1 podano schemat elektryczny typowej bariery Zenera. Jest to prosta sieć elektryczna zawierająca zespół rezystor - bezpiecznik /ang. fusistor/, rezystor kontrolny i rezystor ograniczający prąd. Cały obwód jest zalany żywicą epoksydową /dwualil ftalanu/, co zabezpiecza go przed manipulacja-

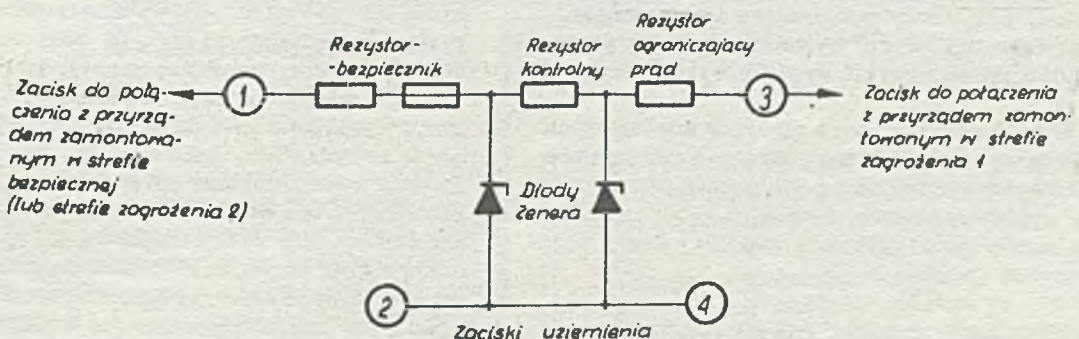
mi i uszkodzeniami przez osoby niepowołane. Bariera Zenera jest celowo tak skonstruowana, ażeby nie można było jej naprawić.

Diody Zenera są selekcyjonowane w celu otrzymania napięcia o wartości bezpiecznej dla ściśle określonych przyrządów, przeznaczonych do pracy w strefie zagrożenia 1. Zwarta dioda jest uszkodzeniem bezpiecznym. Rezystor kontrolny jest potrzebny do sprawdzenia diod Zenera już po zakończeniu montażu bariery Zenera. Rezystor ograniczający prąd jest dobierany w celu otrzymania bezpiecznej wartości prądu przy napięciu wymuszonym przez diodę Zenera. Bezpiecznik jest dobierany tak, aby spowodował rozwarcie obwodu, zanim zostanie uszkodzona dioda Zenera i w celu zapewnienia, że uszkodzenie diody będzie zawsze bezpiecznego rodzaju /zwarcie obwodu/. Bariera Zenera zawiera dwie diody Zenera. To gwarantuje, że w przypadku uszkodzenia jednej z tych diod /rozwarcie/, bariera Zenera nie straci swej własności ograniczania napięcia podawanego do strefy zagrożenia 1.

## 4. Sposób realizacji iskrobezpieczeństwa w elektronicznym systemie automatyki VUTRONIK

### 4.1. Ogólna charakterystyka systemu VUTRONIK

System VUTRONIK /wersja V - 7/ firmy Honeywell jest elektronicznym systemem automatyki przeznaczonym przede wszystkim do automatyzacji procesów technologicznych w przemyśle chemicznym i petrochemicznym. Główne podstawowe cechy tego systemu to budowa iskrobezpieczna niektórych jego przyrządów oraz możliwość współpracy z komputerem. Poza tym umożliwia on za pomocą przetwornika elektro-pneumatycznego użycie prostych pneumatycznych urządzeń wykonawczych.



Rys. 1. Obwód elektryczny typowej bariery Zenera



W zależności od spełnianych funkcji, można wyróżnić w systemie VUTRONIK 3 podstawowe grupy przyrządów:

- przetworniki pomiarowe
- przyrządy części centralnej
- przetworniki wykonawcze.

Rozpatrując miejsce zamontowania przyrządów systemu pod względem lokalizacji w strefach zagrożenia należy podać, że przetworniki pomiarowe i wykonawcze mogą pracować w strefie zagrożenia 1, natomiast przyrządy części centralnej mogą pracować w strefie bezpiecznej lub w strefie zagrożenia 2.

Przyrządy systemu są zasilane z centralnych zasilaczy prądu stałego o napięciu znamionowym 25 V.

Sygnąłem przesyłowym od przetworników pomiarowych do przyrządów części centralnej i od przyrządów części centralnej do przetworników wykonawczych jest sygnał standardowy prądu stałego  $4 \pm 20$  mA transmitowany, w przypadku obwodu z przetwornikiem pomiarowym, jedną linią dwuprzewodową łącznie z zasilaniem.

Sygnał pomiarowy jest zamieniany na rezystorze pomiarowym o wartości 250 ohm, znajdującym się w przyrządach części centralnej, na sygnał napięciowy prądu stałego  $1 \pm 5$  V, za pomocą którego odbywa się przesyłanie informacji między przyrządami.

Wśród przyrządów części centralnej, ze względu na pewne wspólne cechy można wyróżnić dodatkowo następujące grupy przyrządów:

- zasilacze,
- regulatory i stacyjki analogowe,
- przyrządy do współpracy z komputerem,
- urządzenia rejestrujące,
- przyrządy pomocnicze,
- urządzenia testujące.

Przyrządami, które bezpośrednio odbierają sygnały pomiarowe, są: regulatory i stacyjki analogowe, przyrządy do współpracy z komputerem, przyrządy pomocnicze i rejestrator. Pierwsze trzy wyżej wymienione grupy przyrządów mogą wysyłać sygnały wykonawcze.

Wśród regulatorów i stacyjek analogowych oraz przyrządów do współpracy z komputerem wyróżnia się dwa podstawowe wykonania:

- z wyjściem standardowym,
- z wyjściem w systemie wspólnej szyny zerowej.

Podstawą podziału jest sposób przyłączenia do tych przyrządów obciążenia dla wyjściowego sygnału prądowego. W regulatorach i stacyjkach z wyjściem, w systemie ze współ-

ną szyną zerową, obciążenie jest przyłączone z jednej strony do masy zasilacza, natomiast w przypadku przyrządów z wyjściem standardowym /pływającym/, obciążenie nie łączy się bezpośrednio z masą zasilacza. W przypadku przyrządów pomocniczych występuje tylko jedna odmiana, w której obciążenie jest przyłączone z jednej strony do masy zasilacza. Powyższa uwaga określająca rodzaje stosowanych wyjść w przyrządach części centralnej ma bezpośredni związek z wymaganiami dotyczącymi iskrobezpieczeństwa przyrządów, co zostanie bliżej opisane w dalszej części artykułu.

Przetworniki pomiarowe systemu VUTRONIK służą do zamiany określonych wielkości fizycznych, takich jak: ciśnienie, różnica ciśnień, podciśnienie, poziom i temperatura na standardowy sygnał prądu stałego  $4 \pm 20$  mA.

Opisywane przetworniki pracują w systemie dwuprzewodowym i są zasilane prądem sygnału pomiarowego w przedziale od 0 do 4 mA. W stosunku do przetworników trój- i czteroprzewodowych te przetworniki mają niesłychanie ważną zaletę: połączenie ich z resztą urządzeń pętli regulacyjnej wymaga odpowiednio o jeden lub dwa przewody mniej. Przetworniki dwuprzewodowe można rozpatrywać jako dwójniki bierne, w których płynący prąd zależy liniowo od mierzonej wielkości fizycznej /np. ciśnienia, różnicy ciśnień itp. /.

Przetworniki wykonawcze systemu VUTRONIK bezpośrednio współpracują z przyrządami części centralnej systemu. Do przetworników tych należą: przetwornik elektro-pneumatyczny i ustawnik pozycyjny elektro-pneumatyczny, montowany bezpośrednio na zaworze regulacyjnym. Przetworniki wykonawcze nie wymagają odrębnego zasilania. Działają tylko po podaniu na ich wejście standardowego sygnału wyjściowego, którym jest prąd stały  $4 \pm 20$  mA.

#### 4. 2. Rozważania ogólne

Z różnych metod stosowanych w celu uzyskania iskrobezpieczeństwa elektronicznych systemów automatyki metoda barier Zenera ma największe znaczenie praktyczne, szczególnie w wieloobwodowych układach regulacji, gdzie wymagana jest duża elastyczność w doborze przyrządów. Inne metody, takie jak np. metoda z rezystorami ograniczającymi prąd, aczkolwiek tak samo skuteczna, to jednak wprowadza więcej ograniczeń przy wyborze przyrządów składowych układu regulacji. W tej metodzie w celu zatwierdzenia całego systemu jako iskrobezpiecznego, musi być oceniony, pod względem iskrobezpieczeństwa, każdy przyrząd przy wzajemnym powiązaniu z innymi przyrządami systemu. Analiza taka



jest czasochłonna i kosztowna, a ponadto w większości przypadków - nieuzasadniona, ze względu na prawie nieograniczoną ilość kombinacji wzajemnych możliwych połączeń przyrządów. Tym niemniej metoda z rezystorami ograniczającymi prąd była stosowana w celu osiągnięcia iskrobezpieczeństwa w poprzedniej wersji systemu VUTRONIK, tzw. wersji V-6.

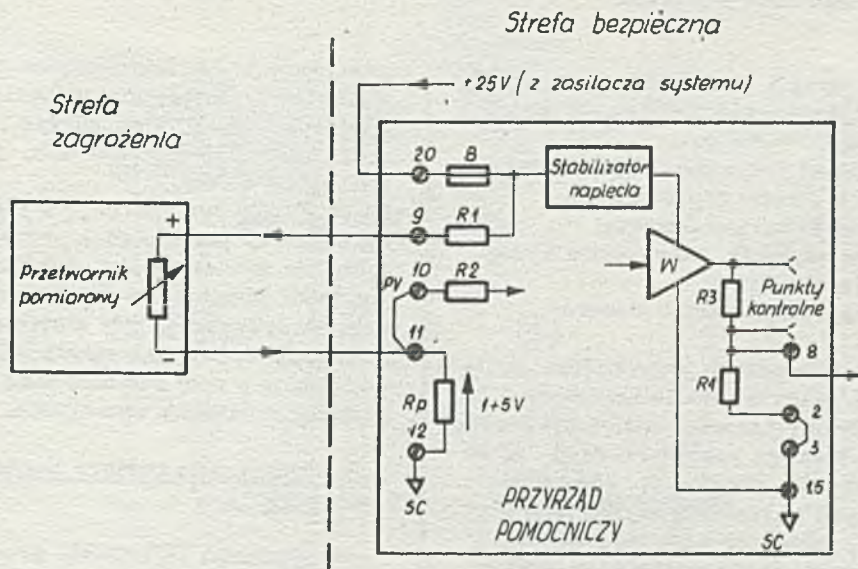
Ponieważ do wersji V-7 systemu VUTRONIK zostały włączone przyrządy pomocnicze z wersji V-6 tego systemu, więc na przykładzie połączenia tych przyrządów z przetwornikami, znajdującymi się w strefie zagrożenia, zostanie przedstawiona bliżej metoda zapewnienia iskrobezpieczeństwa za pomocą rezystorów ograniczających prąd.

W wersji V-6 systemu VUTRONIK na wyjściu zasilacza mogło wystąpić maksymalne napięcie o wartości nie przekraczającej 28 V i to zarówno w normalnych warunkach pracy jak i przy zaistnieniu uszkodzeń,

otrzymamy wartość prądu w linii mniejszą od 100 mA. W przypadku przerwania przewodu obiektowego połączonego z przetwornikiem pomiarowym do przestrzeni zagrożenia zostanie podane napięcie o wartości maksymalnej 28 V / napięcie maksymalne z zasilacza systemu /.

Na rys. 3 przedstawiono schemat połączeń obwodu wyjściowego przyrządu pomocniczego połączonego z przetwornikiem wykonawczym. Funkcję rezystora ograniczającego prąd spełnia tu rezystor R5, który ma tak samo wartość 300 ohm. Do ograniczenia prądu w linii używany jest tylko jeden rezystor, ponieważ zacisk minusowy przetwornika wykonawczego jest połączony przewodem bezpośrednio z masą zasilania i jest uziemiony.

Przyrządy pomocnicze systemu VUTRONIK nie są przyrządami iskrobezpiecznymi, mają tylko iskrobezpieczne obwody wejściowe i wyjściowe, przy spełnieniu oczywiście warunku, że zasilacz systemu ma ograniczone napię-



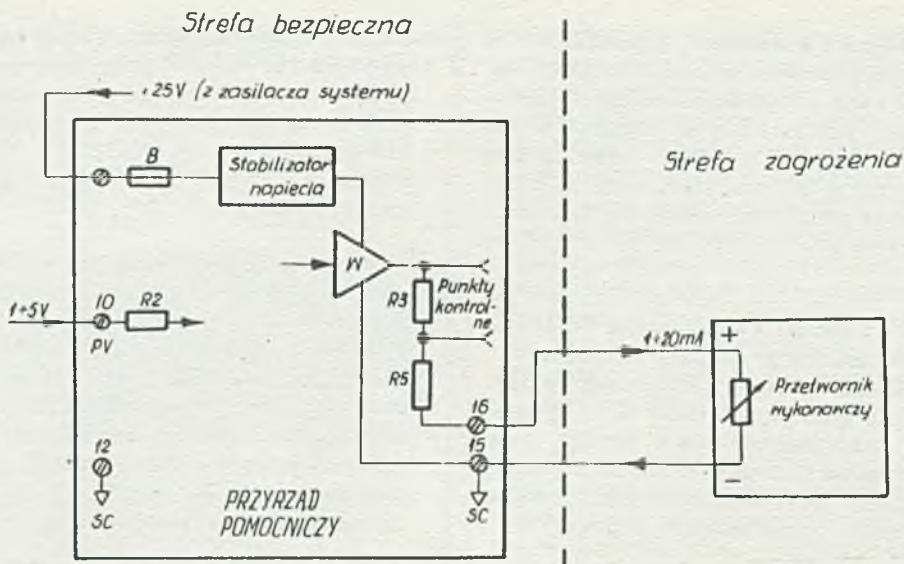
Rys. 2. Schemat obwodów wejściowych i wyjściowych przyrządu pomocniczego połączonego od strony wejścia z przetwornikiem pomiarowym zamontowanym w strefie zagrożenia: B - bezpiecznik, R1, R2 - rezystor 300 ohm, Rp, R4 - rezystor 250 ohm, R3 - rezystor kontrolny 2,5 ohm, W - wzmacniacz wyjściowy, PV - wartość mierzona, SC - masa zasilania, ⊕ - oznaczenia zacisku wyjściowego

Na rysunku 2 przedstawiono schemat połączeń obwodu wejściowego przyrządu pomocniczego połączonego z przetwornikiem pomiarowym, zamontowanym w strefie zagrożenia. Rezystorami ograniczającymi prąd są tu rezystory R1 i R2 o wartości 300 ohm każdy. W przypadku zwarcia do ziemi któregośkolwiek z przewodów obiektowych połączonych z przetwornikiem /przy założeniu, że na wyjściu zasilacza występuje akurat napięcie maksymal-

nie wyjściowe do 28 V i ma pewne /gwarantowane/ oddzielenie galwaniczne obwodu wejściowego od obwodu wyjściowego.

Jak już wspomiano wcześniej, metoda zapewnienia iskrobezpieczeństwa za pomocą rezystorów ograniczających prąd wymagała rozpatrzenia zbyt wielu możliwych połączeń między przyrządami systemu. W systemie z użyciem barier Zenera ilość elementów, któ-





Rys. 3. Schemat obwodów wejściowych i wyjściowych przyrządu pomocniczego połączony od strony wyjścia z przetwornikiem wykonawczym zamontowanym w strefie zagrożenia: B - bezpiecznik, R2, R5 - rezystor 300 ohm, R3 - rezystor kontrolny, W - wzmacniacz, PV - wartość mierzona, SC - masa zasilania, ⊕ - oznaczenie zacisku wyjściowego

re trzeba rozpatrzyć, jest znacznie mniejsza. W celu oceny iskrobezpieczeństwa systemu należy tutaj znać:

- a/ charakterystyki przyrządów przeznaczonych do pracy w strefie zagrożenia 1,
- b/ charakterystyki barier Zenera,
- c/ maksymalne napięcie, które może wystąpić w strefie bezpiecznej,
- d/ sposób instalowania barier Zenera.

Po analizie i badaniach przyrządów, przeznaczonych do pracy w strefie zagrożenia, razem z barierami Zenera, instytucja atestująca wydaje atest na każdy przyrząd jako iskrobezpieczny dla określonej atmosfery wybuchowej, pod warunkiem użycia tego przyrządu razem z atestowaną barierą Zenera. Przyrządy przeznaczone do pracy w strefie bezpiecznej nie muszą być atestowane, ale użytkownik musi mieć pewność, że przyrządy te nie zawierają źródeł napięcia o wartościach większych niż podano.

Firma Honeywell stosunkowo niedawno zdecydowała się na użycie barier Zenera w celu uzyskania iskrobezpieczeństwa systemu VUTRONIK.

Podstawowe zasady zastosowania przyrządów tego systemu można sprowadzić do dwóch stwierdzeń:

- a/ W procesach technologicznych, gdzie do ich prowadzenia wymagane jest iskrobezpieczeństwo, można stosować tylko przyrządy przeznaczone do pracy w strefie zagrożenia 1, mające atesty UL lub FM stwierdzające, że

przyrządy te są iskrobezpieczne przy stosowaniu ich z atestowanymi barierami Zenera firmy Honeywell. Oczywiście, przyrządy te mogą być także używane tam, gdzie nie są wymagane atesty.

b/ W strefie bezpiecznej /w sterowni/ można stosować jakiegokolwiek przyrządy, byleby tylko nie zawierały one źródeł napięcia o wartości większej od 250 V /wartość skuteczna/. W przypadku, gdy sterownia została zakwalifikowana jako strefa zagrożenia 2, to przyrządy w niej zamontowane muszą spełnić jeszcze dodatkowe wymagania.

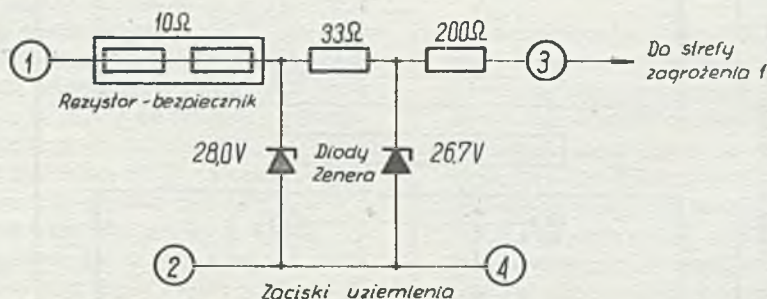
#### 4. 3. Ogólny opis bariery Zenera firmy Honeywell

W systemie VUTRONIK produkowanym przez firmę Honeywell stosuje się bariery Zenera oddzielnie dla każdego przewodu połączonego z przyrządem zamontowanym w strefie zagrożenia 1 z wyjątkiem tych przewodów, które są połączone z masą zasilania i są uziemione. Oznacza to, że np. dla regulatora z wyjściem standardowym stosuje się 4 bariery Zenera: 2 bariery dla przetwornika pomiarowego i 2 bariery dla przetwornika wykonawczego. Po każdej stronie regulatora używa się 2 różne bariery Zenera: jedna jest nazywana barierą dodatnią, druga - barierą ujemną. Schematy obwodów elektrycznych tych barier przedstawiono na rys. 4. Pod względem elektrycznym bariery - dodatnia i ujemna - są identyczne, z tą tylko różnicą, że w barierze ujemnej znajdują się dodatkowo dwie dłody bocznikujące, przyłączone równolegle do rezystora ograniczającego prąd. Zadaniem tych

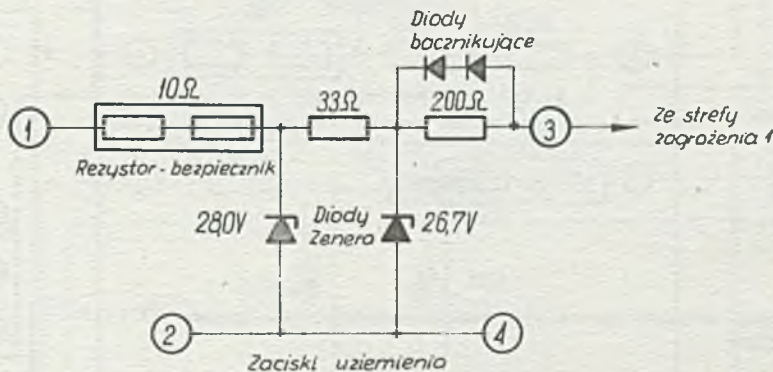


diod jest zmniejszenie wypadkowej rezystancji pętli regulacyjnej w normalnych warunkach pracy. W przypadku wystąpienia uszkodzeń diody te wymuszają przepływ prądu przez bocznikowaną normalnie rezystancję 200 ohm, przy spolaryzowaniu ich w kierunku zwrotnym. Diody są dwie /zasada dublowania elementów/, w celu zapewnienia właściwej pracy bariery Zenera przy uszkodzeniu jednej z nich /zwarciu diody/. Jest wysoce nieprawdopodobne, żeby obie diody jednocześnie uległy uszkodzeniu.

rezystancji wzdłużnej bariery ujemnej około 90 ohm. Bariera dodatnia ma rezystancję wzdłużną o wartości 243 ohm. Należy zauważyć, że suma wartości rezystancji wzdłużnych obu bariery Zenera i rezystancji pomiarowej odbiornika /250 ohm/ stanowi całkowitą rezystancję pętli obwodu regulacji. Wszystkie przetworniki systemu VUTRONIK mogą pracować z taką właśnie rezystancją. Musi być także jeszcze uwzględniona rezystancja przewodów doprowadzających sygnał pomiarowy do odbiornika /dodana/. Rezystancja tych



Bariera dodatnia



Bariera ujemna

Rys. 4. Schematy elektryczne barier Zenera firmy Honeywell

#### 4.4. Opis działania barier Zenera firmy Honeywell

##### 4.4.1. Normalne warunki pracy /nie występują uszkodzenia/

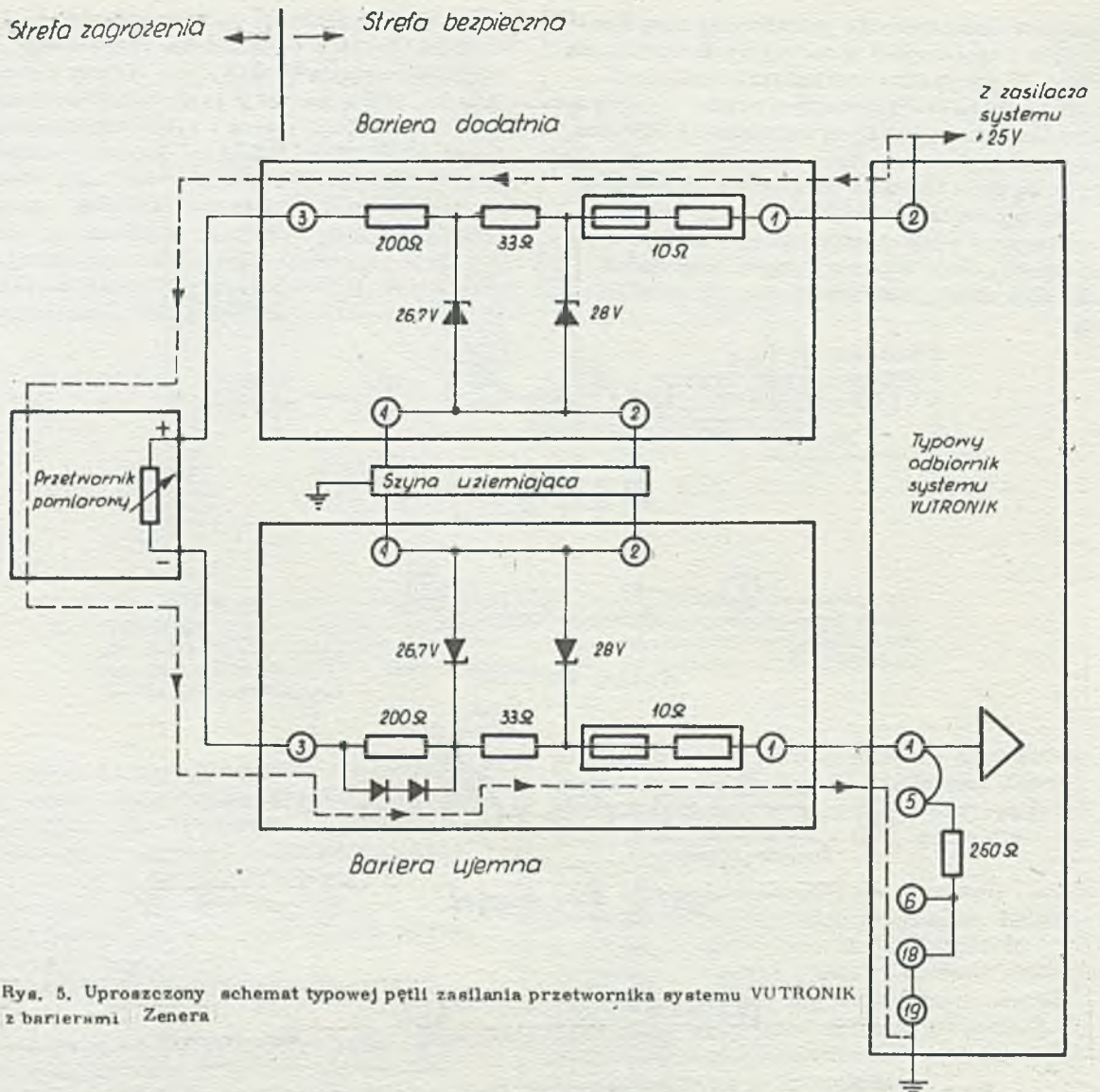
Na rysunku 5 przedstawiono uproszczony schemat typowej pętli regulacyjnej, w której znajduje się przetwornik pomiarowy systemu VUTRONIK połączony odpowiednio z barierami Zenera. W warunkach normalnych prąd przetwornika płynie w obwodzie zaznaczonym linią przerywaną. Należy zauważyć, że prąd ten płynie w barierze ujemnej przede wszystkim przez diody bocznikujące rezystancję 200 ohm. Efektywna rezystancja przewodzenia diod i rezystancji równoległej 200 ohm wynosi około 46 ohm, co daje wypadkową wartość

przewodów nie powinna być większa od 50 ohm. Jeżeli byłaby ona jednak wyższa, to można zwiększyć dopuszczalną wartość rezystancji pętli regulacyjnej przez zwiększenie za pomocą potencjometru w zasilaczu wartości napięcia zasilającego do 25,5 V.

Do prawidłowego działania pętli regulacyjnej w warunkach normalnych muszą być spełnione następujące wymagania:

- a/ napięcie zasilania pętli regulacyjnej w odniesieniu do ziemi musi być wystarczająco duże /25 ± 25,5 V, prąd stały/, ale mniejsze od napięcia pracy diod Zenera /28 V/;
- b/ pętla regulacyjna musi być zdolna do pracy z dodatkową rezystancją wzdłużną barier, co rozważono powyżej;
- c/ prąd upływu przez diody Zenera w czasie





Rys. 5. Uproszczony schemat typowej pętli zasilania przetwornika systemu VUTRONIK z barierami Zenera

normalnej pracy pętli regulacyjnej jest nieistotny /mały/ i nie musi być uwzględniany /mniej niż 0,1%/

d/ masa zasilania pętli regulacyjnej musi być uziemiona, żeby wszystkie napięcia były odniesione do ziemi,

e/ odbiornik, zasilacz pętli regulacyjnej lub jakikolwiek inny przyrząd przyłączony do zacisków 1 barier Zenera nie musi być przyrządem systemu VUTRONIK. Może tu być użyty dowolny przyrząd z tym tylko ograniczeniem, że nie może zawierać źródeł napięcia o wartości przekraczającej 250 V /wartość skuteczna/.

Elastyczność w doborze przyrządów w pętli regulacyjnej, przedstawiona powyżej, nie jest możliwa w odniesieniu do przetworników pomiarowych i wykonawczych lub jakichkolwiek innych przyrządów połączonych z barierami Zenera od strony strefy zagrożenia. Mogą tu być tylko zastosowane takie przyrządy, które mają atesty na użycie ich razem z barierami Zenera firmy Honeywell.

W czasie normalnej pracy bariery Zenera zachowują się jedynie jako obciążenie rezystancyjne w pętli transmisji sygnału i nie wykazują poza tym żadnego innego działania.

#### 4.4.2. Awaryjne warunki pracy /występują uszkodzenia/

##### 4.4.2.1. Działanie bariery dodatniej

W celu zilustrowania czynnego działania dodatniej bariery Zenera w przypadku wystąpienia uszkodzeń, na rys. 6 przedstawiono uproszczony schemat typowego obwodu transmisji prądowego sygnału pomiarowego zakładając, że wystąpiły uszkodzenia najbardziej niebezpieczne. Przyjęto więc, że wystąpiło uszkodzenie w zasilaczu i napięcie zasilania wzrosło do wartości 250 V /prąd stały/. Założono także, że końcówka /+/ przetwornika pomiarowego została zwarta do ziemi. Gdyby nie zastosowano barier Zenera, to w obwodzie transmisji sygnału prądowego wystąpiłyby prądy o dużej wartości, powodując nagromadzenie

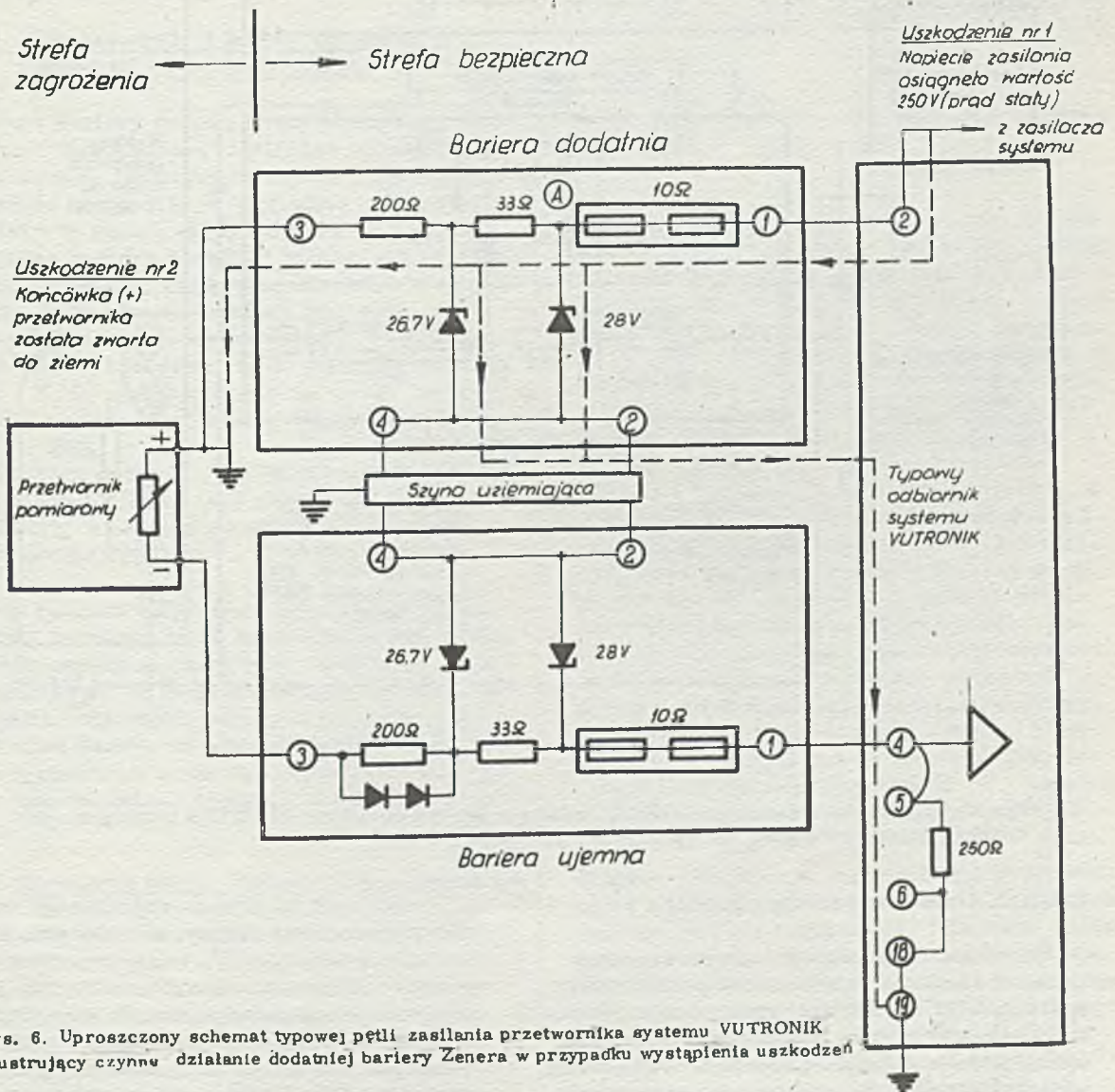


energii na indukcyjnościach i pojemnościach przewodów i urządzeń, co w przypadku np. przerwania przewodu połączonego z końcówką +/- przetwornika i zwartego do ziemi może spowodować zapłon atmosfery wybuchowej w wyniku wystąpienia iskry. Zastosowanie barier Zenera gwarantuje, że prąd sygnału pomiarowego pozostanie w ściśle określonych granicach, takich, jakie są wymagane do zapewnienia bezpiecznej pracy przyrządów systemu w warunkach awaryjnych.

Jeżeli więc napięcie zasilania przekroczy w odniesieniu do ziemi wartość 28 V, to zaczęną przewodzić obie diody Zenera w barierze dodatniej tworząc odgańlenie obwodu i przepływ prądu przez te diody do ziemi. W punkcie A obwodu bariery dodatniej jest utrzymywane napięcie o wartości 28 V. Przez zespół rezystor-bezpiecznik szybko wzrasta prąd aż do osiągnięcia wartości około 0,25 A. Do zadziałania bezpiecznika w tym zespole potrzebny jest określony czas rzędu milisekund.

W czasie tym diody Zenera utrzymują napięcie na bezpiecznej wartości. Jednocześnie wzrasta do wartości około 135 mA prąd w przewodzie połączonym z końcówką +/- przetwornika pomiarowego. Wartość ta jest bezpieczna dla określonej atmosfery wybuchowej, w której znajdują się przetworniki i jeżeli teraz zostanie przypadkowo przerwany przewód połączony z końcówką +/- przetwornika, to energia elektryczna zmagazynowana w przewodach połączeniowych jest za mała do wywołania iskry.

Bezpiecznik w zespole rezystor-bezpiecznik przepala się w końcu przy prądzie około 250 mA. Zastosowanie bezpiecznika w barierze Zenera budzi zastrzeżenia niektórych uznanych autorytetów w dziedzinie konstrukcji urządzeń iskrobezpiecznych. Należy więc zwrócić uwagę, że bezpiecznik ten nie ma istotnego wpływu na iskrobezpieczeństwo zagwarantowane użyciem barier Zenera. Rzeczywistym celem użycia bezpiecznika jest oddale-

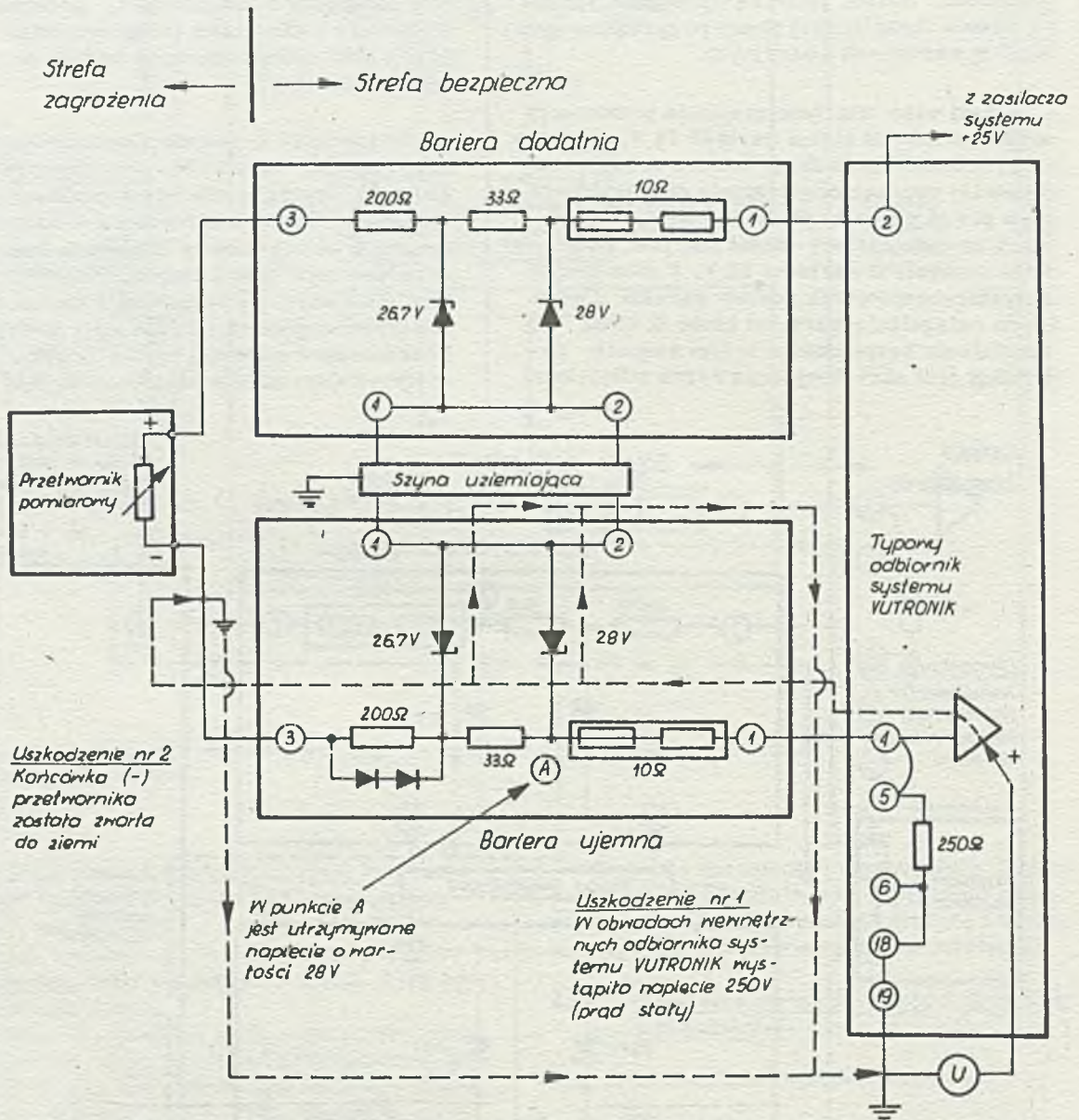


Rys. 6. Uproszczony schemat typowej pętli zasilania przetwornika systemu VUTRONIK ilustrujący czynne działanie dodatniej bariery Zenera w przypadku wystąpienia uszkodzeń



nie od diod Zenera niebezpieczeństwa ich uszkodzenia w formie zwarcia, co pozwala na użycie diod Zenera o mniejszej mocy. Gdyby bezpiecznika nie było, to przy znacznym wzroście napięcia na wejściu bariery, dioda Zenera ulega przepaleniu /obwód jest zwarty/, co jednak nie narusza bezpieczeństwa pracy systemu.

uszkodzeń, na wejściu odbiornika wystąpiło napięcie stałe o wartości 250 V, w miejscu określonym na tym rysunku. Ponadto przyjęto, także, że końcówka /-/ przetwornika pomiarowego została zwarta do ziemi. Przy wystąpieniu tych uszkodzeń zostanie przeprowadzona analiza działania ujemnej bariery Zenera.



Rys. 7. Uproszczony schemat typowej pętli zasilania przetwornika systemu VUTRONIK ilustrujący czynne działanie ujemnej bariery Zenera w przypadku wystąpienia uszkodzeń

#### 4. 4. 2. 2. Działanie bariery ujemnej

Na rysunku 7 przedstawiono uproszczony schemat zasilania przetwornika pomiarowego systemu VUTRONIK, ilustrujący czynne działanie ujemnej bariery Zenera przy założeniu wystąpienia w układzie uszkodzeń najbardziej niebezpiecznych. Założono więc, że w wyniku

Jeżeli więc do obwodu wejściowego odbiornika przedostanie się wysokie napięcie o wartości powyżej 28 V, to zaczną przewodzić w barierze ujemnej obie diody Zenera. Popłynie przez nie prąd w obwodzie do ziemi, co przedstawiono linią przerywaną. W punkcie A na rys. 7 zostanie utrzymane napięcie o wartości 28 V. Wartość prądu płynącego przez



przewód połączony z końcówką /-/ przetwor-  
nika pomiarowego, znajdującego się w stre-  
fie zagrożenia, jest ograniczona przez re-  
zystor 200 ohm, ponieważ diody bocznikujące  
ten rezystor są teraz spolaryzowane w kie-  
runku zaporowym. Należy liczyć się z wystą-  
pieniem w strefie zagrożenia prądu o warto-  
ści około 135 mA, co przy przypadkowym  
przerwaniu przewodu połączonego z zacis-  
kiem /-/ przetwornika pomiarowego nie spo-  
woduje zapłonu określonej atmosfery wybucho-  
wej. Cała przedstawiona sekwencja zdarzeń  
występuje w bardzo krótkim czasie i istnieje  
dotąd, aż zadziała bezpiecznik w zespole re-  
zystor-bezpiecznik bariery ujemnej. Nastąpi  
to przy prądzie około 0,25 A. Drucik bezpiecz-  
nika przepala się chroniąc tym samym diody  
Zenera przed uszkodzeniem zwarciovym.

Jeżeli na wejściu bariery Zenera wystąpi  
napięcie o mniejszej wartości, to bezpiecznik  
może się nie przepalić i bariera może nie  
ulec uszkodzeniu.

#### 4. 5. Opis konstrukcji barier Zenera firmy Honeywell i ich identyfikacja

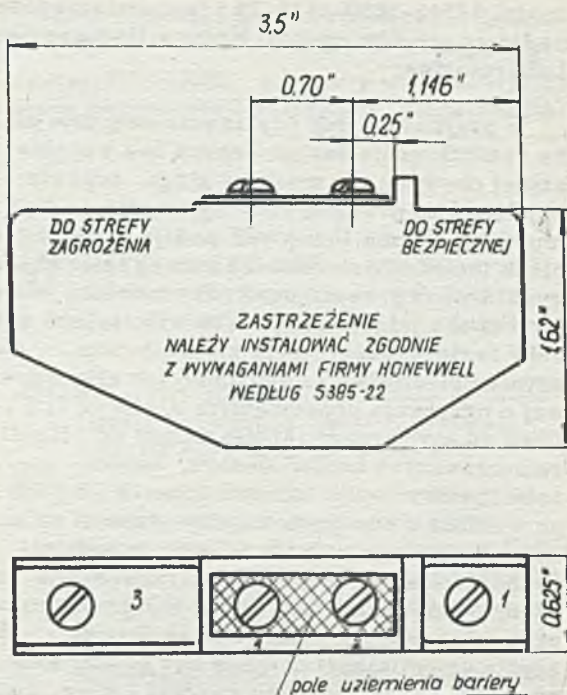
Obie bariery Zenera firmy Honeywell: do-  
datnia i ujemna mają identyczne wymiary  
zewnętrzne. Podstawowe wymiary barier przed-  
stawiono na rys. 8. W wyglądzie zewnętrznym  
bariery te różnią się tylko kolorem obudowy.  
Obudowa bariery dodatniej jest koloru czerw-  
onego, a obudowa bariery ujemnej ma kolor  
żółty. Na obudowie bariery jest wytłoczone  
zastrzeżenie o sposobie montażu, uwagi o  
podłączeniu końcówek: 1 /do strefy bezpiecz-  
nej/ i 3 /do strefy zagrożenia/ oraz numer  
części według dokumentacji firmy Honeywell.

Bariera dodatnia /bez diod bocznikujących/  
jest identyfikowana jako model 38545-000-  
0110-111, a bariera ujemna jako model  
38545-000-0110-112.

Na rysunku 8 cyframi: 1, 2, 3, 4 oznaczono  
zaciski bariery, które są po prostu wkrętami.  
Wkręty oznaczone jako 2 i 4 /M5x32/ są  
przeznaczone do montażu bariery Zenera i są  
połączone wewnątrz bariery z punktem wspólnym  
diod Zenera za pomocą metalowej kostki,  
której podstawa w stanie, gdy bariera Zenera  
jest zamontowana, łączy się z szyną uziemia-  
jącą.

#### 4. 6. Instalacja barier Zenera firmy Honeywell

Bariery Zenera należy instalować w stre-  
fie bezpiecznej lub w strefie zagrożenia 2.  
Jest to konieczne ze względu na to, że po  
jednej stronie barier przyłącza się urządze-  
nia nieiskrobezpieczne /nieatestowane/.  
Miejsce zamontowania barier Zenera musi być  
wolne od wibracji mechanicznych, które mo-



Rys. 8. Bariera Zenera firmy Honeywell /wymiar  
podstawowe/

gą spowodować poluzowanie wkrętów zacis-  
ków bariery. Szczególnie groźne jest polu-  
zowanie tych wkrętów, które służą do zamont-  
owania barier na szynie uziemiającej. Poza  
tym zamontowane bariery Zenera nie powin-  
ny być wystawione na bezpośrednie działanie  
światła słonecznego lub innych źródeł radia-  
cji cieplnej. Połączenia przewodowe barier  
Zenera z przyrządami znajdującymi się w  
strefie zagrożenia 1 /od strony wyjścia  
barier/ i z przyrządami znajdującymi się w  
strefie bezpiecznej lub strefie zagrożenia 2  
powinny spełniać wymagania NEC, które żą-  
dają między innymi bezwzględnej separacji  
przewodów połączonych z obwodami urzą-  
dzeń iskrobezpiecznych od przewodów po-  
łączonych z obwodami nieiskrobezpiecznymi.  
Ostatnie wymaganie stało się punktem  
wyjścia do opracowania specjalnej obudowy,  
w której montuje się bariery Zenera. W obu-  
dowie tej wyodrębnione są trzy obszary, od-  
dzielone od siebie przegrodami. W każdym  
obszarze są zamontowane cztery bariery Ze-  
nera, z których dwie są dodatnie a dwie  
ujemne. Tak więc w najprostszym przypadku  
jedna obudowa z barierami Zenera może obsłu-  
żyć trzy obwody regulacyjne. Obudowa, dzięki  
swojej specjalnej konstrukcji, wyklucza pra-  
wie całkowicie możliwość zwarcia przewodów  
połączonych z przyrządami znajdującymi się  
w strefie bezpiecznej z zaciskiem 3 barier  
Zenera /od strony strefy zagrożenia/. Jest  
ona oznaczona według firmy Honeywell jako



model 38545-3030-0110-72 i jest umieszczona na liście atestów wydanych przez Underwriter's Laboratories.

W przypadku, gdy użytkownik decyduje się na zamontowanie barier Zenera bez wspomnianej obudowy, spada na niego odpowiedzialność za prawidłowe wykonanie tego montażu. Firma Honeywell podaje w wymaganiach technicznych S385-22 szereg zaleceń, których trzeba przestrzegać przy montażu barier Zenera jej produkcji. Tak więc zaleca się, żeby bariery Zenera były zamontowane na szynie uziemiającej miedzianej lub aluminiowej o przekroju prostokątnym 0,125" x 1,5". Długość szyny uziemiającej zależy od ilości zamontowanych barier Zenera. Zaleca się, żeby bariery były zamontowane w grupach po 4 sztuki z odstępem między grupami na zamontowanie szyny uziemiającej do oddzielnych izolowanych wsporników. Gwarantuje to wtedy odpowiednią sztywność całej konstrukcji i właściwą separację barier Zenera. W szynie uziemiającej powinny być nawiercone otwory  $\phi$  0,25". Należy zwrócić uwagę, żeby otwory te były nawiercone asymetrycznie względem osi symetrii szyny uziemiającej, co zapobiega odwrotnemu zamontowaniu barier Zenera. Jest sprawą ważną, aby oba wkręty mocujące łączące mechanicznie i elektrycznie bariery Zenera z szyną uziemiającą były dobrze dokręcone, zapewniając pewny kontakt elektryczny.

Sprawą, na którą trzeba zwrócić szczególną uwagę przy instalowaniu barier Zenera, jest ich właściwe uziemienie. Bez dobrego uziemienia bariery Zenera nie zapewniają iskrobezpieczeństwa, ponieważ w przypadku zaisnienia uszkodzeń ograniczona byłaby tylko wartość prądu. Nie wystąpiłyby wtedy ograniczenia napięcia przez diody Zenera. Uziemiona musi być także końcówka minusowa napięcia zasilającego.

Przy uziemianiu barier Zenera należy spełnić następujące wymagania:

- a/ połączenie szyny uziemiającej z ziemią musi mieć rezystancję mniejszą od 1 ohm;
- b/ ujemny biegun napięcia zasilającego musi być uziemiony jak w punkcie a;
- c/ przewód uziemiający musi być połączony w pewny /niezawodny/ sposób z szyną uziemiającą i prętem uziemiającym, zapewniający ciągły kontakt i chroniący przed obluźwaniem połączeń przez wibracje;
- d/ przewód uziemiający musi być odpowiedniej średnicy, gwarantującej bezpieczny przepływ prądów do ziemi, jakie mogą wystąpić w przypadku uszkodzeń;
- e/ cały przewód uziemiający musi być zabezpieczony przed przypadkowym zerwaniem.

Według firmy Honeywell długość przewodów łączących bariery Zenera tej firmy z przetwor-

nikami Honeywella, umieszczonymi na liście atestów UL, nie może być większa od 5000 stóp /ca 1500 m/ dla przewodów # 14 AWG. Może być użyty także przewód o innej średnicy niż podano powyżej, ale musi mieć on taką samą rezystancję.

#### 4.7. Konserwacja i sprawdzanie barier Zenera firmy Honeywell

Kontrolę stanu barier Zenera i połączeń należy przeprowadzać przynajmniej raz na rok. Sprawdza się, czy nie uległy korozji wszystkie cztery zaciski bariery oraz dokonuje się pomiaru wartości rezystancji między szyną uziemiającą a ziemią /rezystancja ta musi być mniejsza od 1 ohm/.

Jeżeli wydaje się, że bariery Zenera pracują niewłaściwie, to należy zbadać dodatkowo ich parametry. W tym celu należy wymontować właściwą bariery Zenera zwracając szczególną uwagę na to, żeby nie doprowadzić do jej zetknięcia z zaciskiem 3 innej pracującej bariery Zenera. Następnie do końcówek 1/+ i 2/- bariery Zenera, odłączonej od przyrządów systemu, należy przyłożyć źródło 100 mA prądu stałego. Wartości napięć występujących w barierze Zenera powinny być następujące:

- a/ między końcówkami 3 /+ i 4 /- napięcie powinno wynosić 26,4 V do 27,9 V;
- b/ między końcówkami 1 /+ i 3 /- napięcie powinno wynosić 1,2 V do 3,6 V;
- c/ między końcówkami 1 /+ i 2 /- napięcie powinno wynosić 28,5 V do 30,5 V.

#### 4.8. Ograniczenia w wyborze przyrządów dla układów automatycznej regulacji przy stosowaniu barier Zenera firmy Honeywell

##### 4.8.1. Ograniczenia w wyborze przyrządów przeznaczonych do pracy w strefie zagrożenia 1

Przyrządy przeznaczone do zamontowania w strefie zagrożenia 1 muszą mieć atesty UL stwierdzające ich budowę iskrobezpieczną we współpracy z barierami Zenera firmy Honeywell. Na liście atestów wydanych przez Underwriter's Laboratories z 5 sierpnia 1974 r. znajdują się między innymi najnowsze dwuprzewodowe przetworniki pomiarowe firmy Honeywell, działające w oparciu o efekt piezorezystancyjny. Są one dopuszczone do pracy w strefach, gdzie występują łatwo zapalne mieszaniny par i gazów z powietrzem /klasa I/ należące do grup: B, C i D. Są to następujące rodzaje przetworników pomiarowych:

- a/ przetworniki różnicy ciśnień: modele 41101...41105



b/ przetworniki ciśnienia: modele 41220... 41225

c/ przetworniki poziomu: modele 41303... 41305 i 41313... 41315

#### 4. 8. 2. Ograniczenia w wyborze przyrządów przeznaczonych do pracy w strefie bezpiecznej

Przyrządy przeznaczone do zamontowania w strefie bezpiecznej, które poprzez swoje obwody wejściowe lub wyjściowe są połączone z wejściami barier Zenera, muszą spełniać następujące wymagania:

a/ napięcie zasilające dostarczające energię do pętli regulacyjnych musi być z jednej strony /minus/ połączone z ziemią;  
b/ przyrządy nie mogą zawierać źródeł napięcia o wartości większej od 250 V /wartość skuteczna/;

c/ napięcie zasilające doprowadzone do przyrządów musi być wzięte pośrednio z wtórnego uzwojenia transformatora z oddzielonymi od siebie uzwojeniami: pierwotnym i wtórnym.

Przyrządy zamontowane w strefie bezpiecznej nie wymagają więc atestacji pod względem spełnienia przez nie wymagań iskrobezpieczeństwa.

Jeżeli przyrządy mają być użyte w strefie zagrożenia 2 i mają obudowy ogólnego przeznaczenia, to nie mogą zawierać obwodów zdolnych do wyzwolenia energii, która spowodowałaby zapłon mieszanin wybuchowych w normalnych warunkach pracy. Gdyby obwody takie, np. zestyki zwierne i rozwierne znajdowały się w przyrządach, to przyrządy te muszą mieć specjalne obudowy lub mogą mieć obudowy ogólnego przeznaczenia, ale zestyki muszą być zanurzone w oleju lub umieszczone w szczelnej obudowie.

#### 5. Uwagi ogólne

Przedstawione powyżej informacje dotyczące ochrony przeciwwybuchowej systemu VUTRONIK /wersja V-7/ zostały przedstawione przede wszystkim na podstawie przepisów norm obowiązujących w USA oraz zaleceń firmy Honeywell podane w publikowanych przez nią biuletynach. Pomimo tego, należy sądzić, że informacje te będą pomocną zarówno dla projektantów układów automa-

tycznej regulacji jak i użytkowników elektronicznych urządzeń automatyki, stosujących system EFTRONIK wdrażany w Przedsiębiorstwie Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal".

#### Literatura:

- [1] G. G. Corwell-Kulesza: Safe electrical practices in hazardous area. "Instruments and Control Systems", August 1969
- [2] H. L. Greenhalgh: Application of intrinsically in process control systems. Bulletin 82-279 firmy Honeywell
- [3] R. Kirsch: Zur Vereinheitlichung der Schnittstellen analoger elektrischer Systeme in der Verfahrenstechnik, Teil 1. Regelungstechnische Praxis und Prozess-Rechentechnik, Heft 11, 1973
- [4] R. Kirsch: Zur Vereinheitlichung der Schnittstellen analoger elektrischer Systeme in der Verfahrenstechnik, Teil 2. Regelungstechnische Praxis und Prozess-Rechentechnik, Heft 12, 1973
- [5] H. J. Morgan: OSHA's impact on process control. Instrumentation Technology, November 1972
- [6] J. B. Patterson: Intrinsic safety in refineries". Instruments and Control Systems", May 1969
- [7] Product Data S385-22, Issue 1: Zener Barriers for intrinsically safe VUTRONIK process control loops
- [8] R. J. Redding: Barrier Methods of safety. "Instruments and Control Systems", July 1969
- [9] R. J. Redding: Intrinsic safety and its significance to instrumentation. "Instrumentation Technology", October 1972
- [10] R. J. Redding; A. Krigman: Intrinsic safety foils explosive situations. "Electronics", February 6, 1975
- [11] E. Schmäing: Elektronische Regelsysteme für die Verfahrenstechnik. "Regelungstechnische Praxis und Prozess Rechentechnik", Heft 2, 1972
- [12] Materiały katalogowe firm: Honeywell, Foxboro, Withof, Hartmann-Braun.



## SMAZ - SYSTEM MODUŁOWY AUTOMATYKI ZABEZPIECZENIOWEJ

### Część I. Ogólna problematyka badawczo-konstrukcyjna

#### 1. Wprowadzenie

Współczesne systemy elektroenergetyczne rozbudowane są w takim stopniu, iż przy utrzymaniu ruchu w warunkach wymaganej niezawodności konieczne jest stosowanie środków automatyzacji. Ze względu na charakter zadań i realizowane funkcje automatykę elektroenergetyczną można podzielić na dwie grupy rodzajowe:

- automatykę regulacyjną,
- automatykę zabezpieczeniową.

Inne wyróżniane rodzaje automatyki, zwłaszcza spełniające funkcje informacyjne, sterownicze i kontrolne podporządkowane są wymaganiom i zadaniom automatyki regulacyjnej bądź zabezpieczeniowej i stanowią podobszary tych dwóch rodzajów automatyki.

Zadaniem automatyki regulacyjnej jest utrzymanie prawidłowego działania systemu w warunkach pracy normalnej. Stan ten określony jest warunkami rozpięty mocy i konfiguracją systemu. System znajduje się w warunkach pracy normalnej, jeśli rozpięty mocy oraz konfiguracja nie różnią się istotnie od warunków określonych przez środki dyspozycji mocy.

System elektroenergetyczny jest systemem technologicznym, w którym mogą powstawać zakłócenia o bardzo szybkich i szczególnie groźnych skutkach. Są to przede wszystkim zwarcia międzyfazowe i doziemne w maszynach, urządzeniach i sieciach. Charakter zjawisk, silne działanie termiczne i dynamiczne oraz zagrożenie obsługi, wymagają bardzo szybkiego działania interwencyjnego. Ze względu na wymaganą szybkość, działanie to nie może być inicjowane przez obsługę. Funkcje interwencyjne w celu likwidacji zakłóceń i awaryjnych stanów w systemie spełnia automatyka zabezpieczeniowa.

Zadaniem automatyki zabezpieczeniowej jest zatem likwidacja przypadkowych zjawisk zakłóceń i stanów awaryjnych oraz ograniczenie do minimum strat materialnych powstałych w wyniku tych stanów. Zadania te urządzenia automatyki zabezpieczeniowej wykonują w drodze identyfikacji zjawiska zakłóceń lub uszkodzonego elementu systemu oraz przekazania odpowiednich sygnałów celem dokonania niezbędnych czynności łączeniowych, celem chwilowego, bądź trwałego przerwania dopływu energii do miejsca powstania uszkodzenia lub zakłócenia.

Oba rodzaje automatyki działają w istotnie różniących się stanach systemu. Automatyka regulacyjna działa w stanach quasi - ustalonych, a zatem w obszarze niewielkich, powolnych zmian napięć i rozpięty mocy. Automatyka zabezpieczeniowa działa w warunkach bardzo szybkiej zmiany rozpięty mocy i napięć w węzłach systemu. W tych stanach składowe przejściowe prądów mogą istotnie wpływać na wyniki identyfikacji zakłócenia, względnie stanu awaryjnego przez automatykę zabezpieczeniową. Awaryjny rozpięty mocy może doprowadzić do uszkodzenia lub całkowitego zniszczenia odpowiednich elementów systemu, o ile nie zostanie w odpowiednio krótkim czasie wyłączony dopływ energii lub zgaszone źródło jej generacji. Warunki awaryjne w systemie stają się groźniejsze wraz ze wzrostem ogólnej zainstalowanej mocy oraz mocy jednostkowej źródeł generacji energii elektrycznej.

Oba rodzaje automatyki - regulacyjna i zabezpieczeniowa - operują, przy obecnym stanie techniki, odrębnymi urządzeniami i środkami aparaturowymi. Obecnie w układach automatyki elektroenergetycznej można wyodrębnić urządzenia i aparaturę, które spełniają funkcje zabezpieczeniowe, albo wspomagają skuteczność jej działania /np. automatyka gaszenia pola generatorów/.



Artykuł w całości poświęcony będzie omówieniu rozwiązań konstrukcyjnych SMAZ oraz jego własności funkcjonalnych i użytkowych, na tle współczesnego stanu techniki zabezpieczeniowej i tendencji w dziedzinie badawczo-konstrukcyjnej.

## 2. Aktualne problemy automatyki zabezpieczeniowej

Ze względu na rodzaj i funkcje obsługiwanych obiektów elektroenergetycznych automatyka zabezpieczeniowa dzieli się na 2 grupy:

Grupa I: automatyka zabezpieczeniowa bloków elektroenergetycznych, transformatorów sprzęgłowych oraz stacji i linii najwyższych napięć o funkcjach przesyłowych;

Grupa II: automatyka zabezpieczeniowa stacji i sieci rozdzielczych oraz maszyn i urządzeń przemysłowych.

Obie grupy różnią się istotnie pod względem bogactwa stosowanych środków automatyki, a zatem i pod względem ich wartości. Automatyka grupy pierwszej jest znacznie bogatsza, z uwagi na rodzaj zadań i wymagany stopień niezawodności działania. Z punktu widzenia ogólnej wielkości zapotrzebowania energetyki polskiej oraz globalnej wartości potrzeb w każdej z grup, przewaga należy do urządzeń grupy drugiej. Może to być jednym ze wskaźników polityki w zakresie kolejności rozwoju produkcji nowych asortymentów.

W odniesieniu do każdej z grup urządzeń automatyki zabezpieczeniowej istnieją odrębne problemy badawczo-konstrukcyjne.

W zakresie problematyki obejmującej urządzenie grupy pierwszej, najbardziej aktualnym zagadnieniem jest wykorzystanie maszyny cyfrowej do sterowania węzłami lub wydzielonymi obszarami systemu. Z punktu widzenia wymagań automatyki zabezpieczeniowej, teoretycznie zagadnienie sprowadza się do opracowania prostych algorytmów identyfikacji stanu systemu w warunkach zakłóceń i awarii oraz programów dla m.c., łatwych do wykorzystania przy zmianie struktury systemu. Pod względem praktycznym, wymagane jest dysponowanie szybką m.c. lub odpowiednim procesorem, kanałami łączności dla przesyłu informacji i rozkazów do maszyny, przetwornikami wielkości elektrycznych w punktach pomiarowych itd.

W zakresie zagadnień obejmujących urządzenie grupy drugiej najistotniejszym problemem jest stopniowe przejście od konwencjonalnych rozwiązań w postaci zbioru indywidualnych przekładników do rozwiązań kom-

pleksowych pod postacią jednolitego systemu modułowego.

Od strony czysto praktycznej, dotyczy to również automatyki zabezpieczeniowej urządzeń energetycznych grupy pierwszej. Ze względu jednak na przewidywane wprowadzenie sterowania systemem przy pomocy EMC należy sądzić, że rozwój konstrukcji urządzeń automatyki zabezpieczeniowej bloków, transformatorów dużej mocy i sieci przesyłowych najwyższych napięć, pójdzie w przyszłości w innym kierunku. W tej sytuacji wydaje się najbardziej słusznym założenie ukierunkowania prac konstrukcyjnych nad systemem modułowym, pod kątem pełnej jego przydatności dla urządzeń elektroenergetycznych i sieci rozdzielczej średnich napięć, tzn. urządzeń drugiej grupy.

Innym ważnym problemem, związanym ze stosowaniem w nowoczesnych rozwiązaniach automatyki zabezpieczeniowej elementów półprzewodnikowych jest zabezpieczenie od zakłóceń oddziaływać na te elementy obwodów silnopiętrowych oraz zjawisk elektrycznych i elektromagnetycznych w stanach przejściowych i łączeniowych.

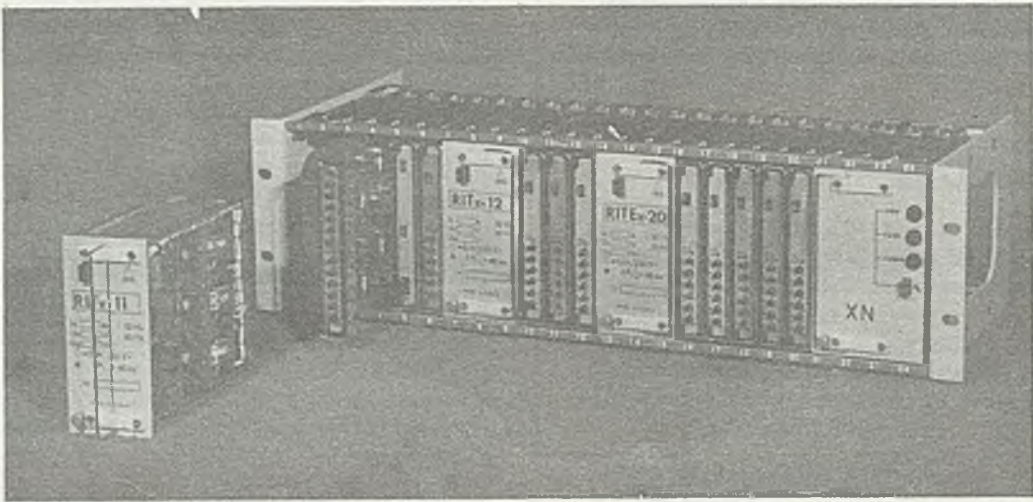
W praktyce krajowej nie ma danych dotyczących wartości liczbowych tych zakłóceń. Nie zostało również w Polsce sprawdzone, w jakim stopniu badania odporności zakłóceńowej przekładników zabezpieczeniowych energetycznych według zaleceń IEC [1] upoważniają do przyjęcia ogólnego wniosku o ich wystarczającej dla praktyki odporności na zakłócenia. W tym zakresie zostały wykonane prace [2, 3], które będą wykorzystane dla przeprowadzenia badań odporności zakłóceńowej urządzeń SMAZ.

## 3. Ogólna charakterystyka nowoczesnych rozwiązań konstrukcji zespołów automatyki zabezpieczeniowej

Spośród urządzeń elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej, wyróżnia się tradycyjnie przekładniki elektryczne jako przyrządy, które w tej automatyce odgrywają podstawową rolę. Według przyjętej definicji w PN-70/E-88500, przekładnikiem elektrycznym nazywamy przyrząd przeznaczony do wytwarzania skokowych zmian w jednym lub większej liczbie obwodów elektrycznych, pod wpływem powstania odpowiednich warunków w obwodach sterujących tego przekładnika. Określenie to jest nieściśle i w praktyce przekładnikami nazywa się również zespoły składające się z wielu różnych przekładników umieszczonych we wspólnej obudowie.

Określenie to jest szczególnie nieprzydatne w odniesieniu do nowoczesnych rozwiązań





Fot. 1.

elektronicznych urządzeń automatyki zabezpieczeniowej, w których funkcje przekaźników /w rozumieniu wymienionej normy/, mogą być realizowane przez zbiór odpowiednich bloków funkcjonalnych. W tego typu rozwiązaniach mogą nie istnieć wydzielone konstrukcyjne zespoły, które samodzielnie byłyby przekaźnikami w rozumieniu podanej normy.

W odniesieniu do elektronicznych urządzeń automatyki zabezpieczeniowej prawidłowym i coraz częściej używanym terminem jest: "energoelektryczny zespół zabezpieczeniowy". Pod względem własności funkcjonalnych i użytkowych zespół taki będzie na ogół zawierał wszystkie rodzaje zabezpieczeń wymaganych przez zabezpieczany obiekt oraz inne przyrządy umożliwiające np. zdalną sygnalizację, sterowanie, blokady itp.

Przy opracowaniu zespołów zabezpieczeniowych SMAZ zastosowano zasadę modułowo-blokową. Wygląd zespołu zabezpieczeniowego ilustruje fot. 1.

W odróżnieniu od rozwiązań konwencjonalnych, w których wyposażenie w komplet zabezpieczeń urządzenia elektroenergetycznego /np. generatora lub bloku transformatora, linii wysokiego napięcia, silników, baterii kondensatorów/, wymaga zastosowania od kilkunastu do kilkudziesięciu przekaźników, w nowoczesnych rozwiązaniach stosuje się zespolone konstrukcje w postaci szaf wolnostojących albo obudów kasetowych przeznaczonych do zawieszania na tablicy. Konstrukcja taka stanowi zespół zabezpieczeniowy określonego urządzenia lub obiektu elektroenergetycznego. Zespół zabezpieczeniowy w całości montowany jest u wytwórcy.

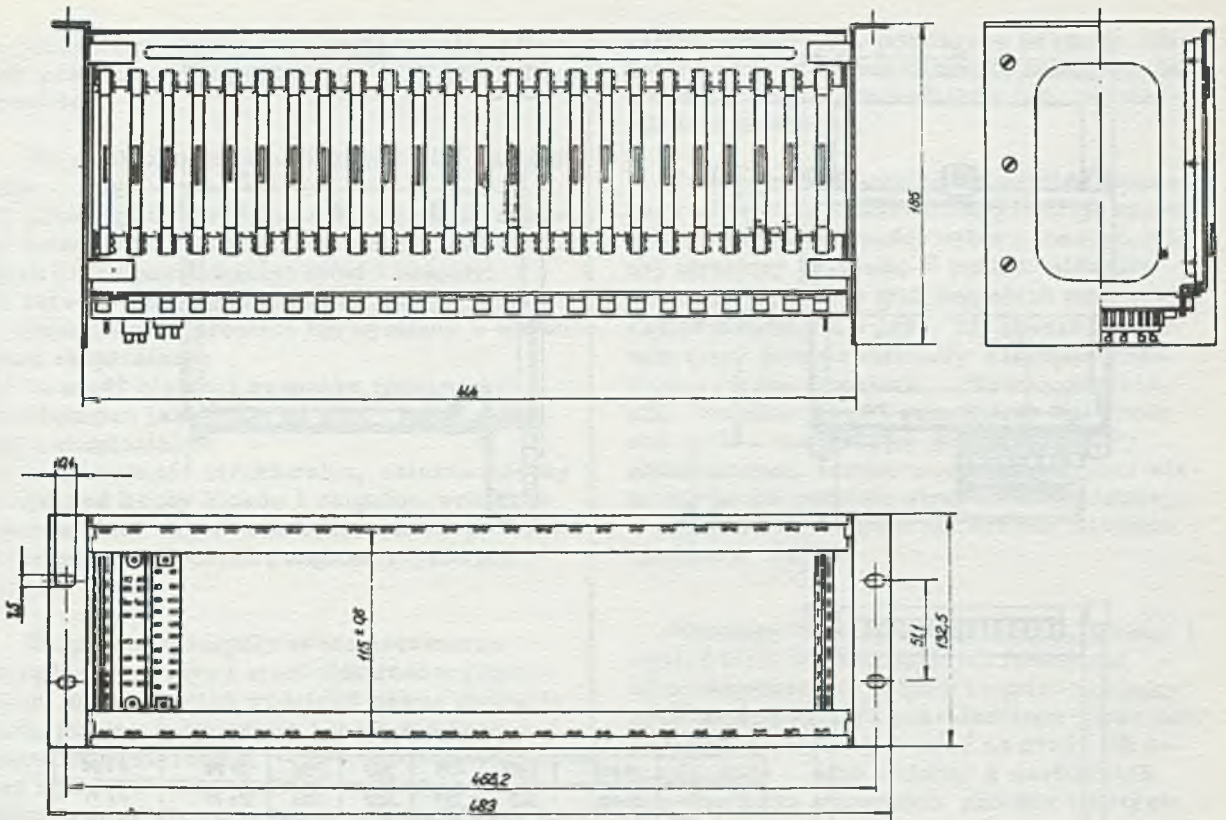
SMAZ konstrukcyjnie rozwiązywany jest głównie pod kątem potrzeb automatyki zabezpieczeniowej drugiej grupy. Prace konstrukcyjne w zakresie bloków funkcjonalnych podporządkowane są wymaganiom i potrzebom ze strony zabezpieczeń linii rozdzielczych, szyn stacji średniego napięcia transformatorów obniżających napięcie, silników dużej mocy, baterii kondensatorów oraz innych urządzeń energetyki zawodowej i przemysłowej.

W skład SMAZ wchodzi następujące części składowe:

- Kasety /rys. 1/ - jest konstrukcją nośną składającą się z dolnej i górnej ramy, układu przewodnic i gniazd wtykowych, przystosowaną do mocowania w stojakach lub szafach o standardowych wymiarach 19 cali;
- Bloki i zespoły funkcjonalne /fot. 2 i 3/ - są wymiennymi częściami składowymi urządzenia o standardowej konstrukcji mechanicznej i standardowymi wtykami umożliwiającymi umieszczenie w kasecie i połączenie z obwodami wewnętrznymi i zewnętrznymi;
- Obudowy kasetowe /rys. 2/ - są konstrukcją nośną składającą się z obudowanej kasety lub jej ułamkowej części o krotnościach 6; 9; 12; 16 modułu podstawowego /m = 18 mm/ i przystosowane są do mocowania na tablicy.

Założeniem podstawowym, przyjętym dla pierwszego etapu wdrożenia do produkcji i eksploatacji SMAZ, jest kompletne wyposażenie elektroenergetycznych urządzeń wysokiego napięcia wymienionych w p. 2, jako grupa II, w zakresie zabezpieczeń i automatyki zakłóceń, z możliwością powiązania funkcjonalnego z układami zdalnego sterowania i kontroli. Formą rozwiązania konstrukcyjnego w tym zakresie są zespoły zabezpieczeniowe, przeznaczone do zamontowania w polu zabezpieczeń i pomiarów chronionego urządzenia.



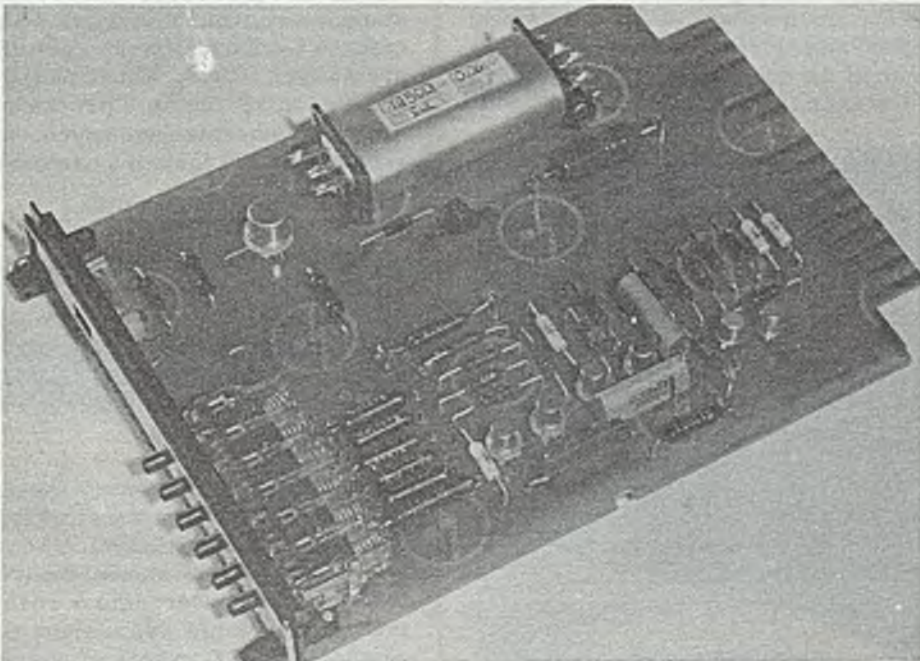


Rys. 1. Szkic rozmiarowy kasety

Istotnym zagadnieniem jest typizacja projektów opracowywanych przez BSiPUE "Energoprojekt" oraz BSiPPUE "Elektroprojekt" w zakresie podstawowych schematów automatyki zabezpieczeniowej dla poszczególnych urządzeń elektroenergetycznych w/n, jak np.:

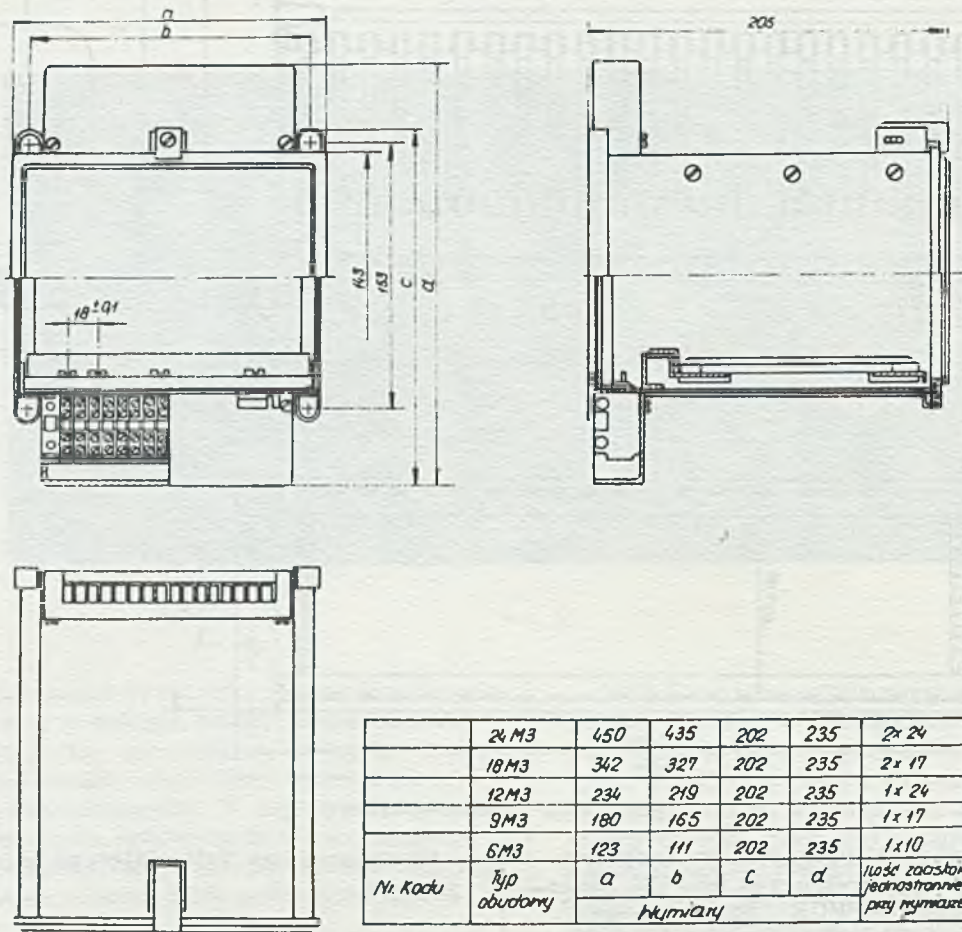
- linii odpływowych napowietrznych i kablowych,
- łącznika szyn w stacjach średniego napięcia,

- transformatora uziemiającego z cewką gaszącą,
- baterii kondensatorów,
- pól pomiarowych w stacjach średniego napięcia,
- transformatorów obniżających napięcie,
- silników dużej mocy oraz bloków linia - silnik, itd.



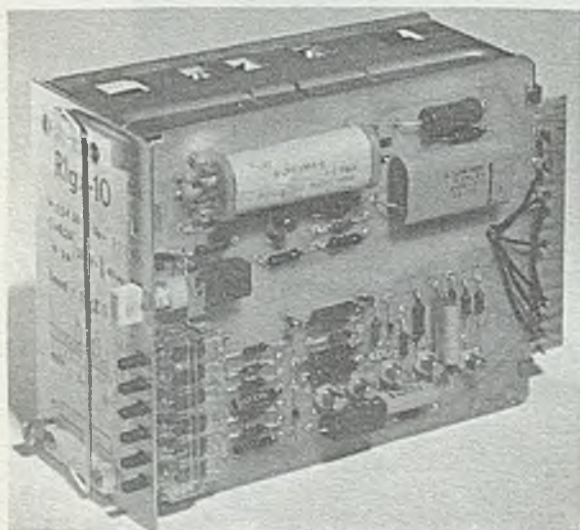
Fot. 2.





Rys. 2. Obudowy kasetowe

Przyjęta w SMAZ struktura bloków i zespołów funkcjonalnych umożliwia zrealizowanie układów zabezpieczeniowych dla określonych w powyższy sposób urządzeń elektroenergetycznych, w oparciu o właściwe dla nich schematy automatyki zabezpieczeniowej. Względy techniczne i ekonomiczne nakazują, aby ilość



Fot. 3.

wariantów schematowych ograniczyć do niezbędnego minimum. Typizacja schematów jest istotnym czynnikiem, od którego w znacznym stopniu uzależniony jest zakres prac konstrukcyjnych i wdrożeniowych zespołów zabezpieczeniowych SMAZ. Konstrukcja systemu umożliwia również budowę przekaźników elektronicznych zabezpieczeniowych, w powszechnym rozumieniu ich funkcji i zastosowania.

#### 4. Struktura SMAZ

Jednym z istotniejszych problemów konstrukcyjnych, którego właściwe rozwiązanie w fazie projektowania ma istotny wpływ na zakres prac montażowych w produkcji eksploatacji w znacznym stopniu decyduje o jego właściwościach eksploatacyjnych, jest struktura systemu.

Pod pojęciem struktury systemu rozumie się w tym przypadku konstrukcyjny podział zespołów zabezpieczeniowych o konstrukcji blokowo-modułowej, na standardowe bloki i zespoły funkcjonalne powtarzalne w różnych wariantach zastosowania wymienione w warunkach eksploatacji. Z wyboru struktury systemu w fazie projektowania wynikają określone konsekwencje techniczno-ekonomiczne, zarówno



w procesie produkcji jak i eksploatacji. Pობór prawidłowej struktury nie jest łatwym zadaniem.

Od struktury systemu zależą m.in. następujące jego własności:

- 1/ przejrzystość rozwiązania w sensie rodzaju funkcji analogowych i logicznych realizowanych przez poszczególne bloki i zespoły;
- 2/ łatwość identyfikacji niesprawnych bloków i zespołów oraz prostota ich wymiany w warunkach eksploatacji;
- 3/ liczność bloków i zespołów rodzajowych, niezbędnych jako rezerwa awaryjna w warunkach eksploatacji;
- 4/ niezawodność strukturalna, zależna między innymi od liczby bloków i zespołów wchodzących w skład układu zabezpieczeniowego oraz od liczby niezbędnych połączeń wtykowych między nimi.

Rozpatrując zespoły zabezpieczeniowe urządzeń, maszyn i sieci elektroenergetycznych, można w nich wydzielić pewne operacje funkcjonalne /pomiarowe i logiczno-czasowe/, które są powtarzalne. W zespołach składających się z przekaźników elektromechanicznych, podział kończy się na prostych przekaźnikach np. pomiarowych, czasowych i pomocniczych.

W technice elektromechanicznej nie jest możliwe wykonanie prostszych elementarnych układów o określonych funkcjach pomiarowych lub logiczno-czasowych, jako wyodrębnionych podzespołów. Stąd więc strukturę zespołów zabezpieczeniowych wykonanych w technice elektromechanicznej można nazwać strukturę przekaźnikową.

Jest oczywistą niekonsekwencją terminologiczną, że przekaźnikiem nazywamy zarówno najprostszą konstrukcję, jaką jest np. prze-

kaźnik pomocniczy, pomiarowy prądowy lub napięciowy, jak również zespół składający się z wielu prostych przekaźników /np. przekaźnik odległościowy/.

W zespołach zabezpieczeniowych wykonanych w technice elektronicznej istnieją znacznie szersze możliwości wyboru konstrukcyjnej struktury systemu. Z punktu widzenia konstrukcyjnego, w tych zespołach można wyróżnić dwa obszary /rys. 3/: obszar I - zawierający głównie elementy elektromechaniczne /transformator, dławiki, przekaźniki kontaktowe i pomocnicze itp/ oraz obszar II - zawierający głównie elementy elektroniczne. Istotne możliwości wyboru wielu wariantów podziału strukturalnego istnieją w obszarze II. Jedną z możliwych struktur opisano w [3].

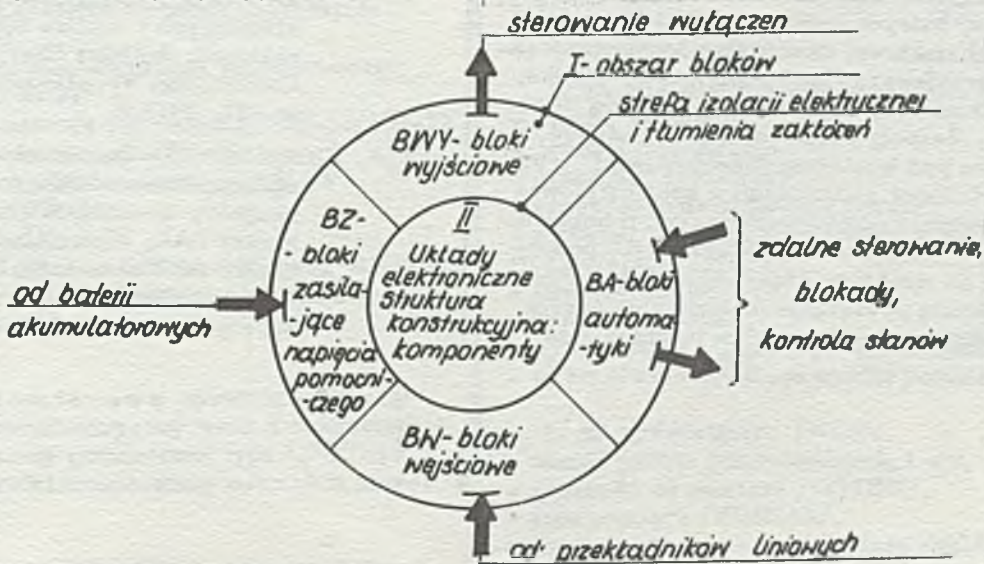
Strukturę SMAZ ilustruje rys. 3. Obszar I tworzą bloki o następujących funkcjach:

a/ przekształcenie prądów i napięć zasilających wejściowych /z przekładników i transformatorów napięciowych w/n/ na prądy lub napięcia stałe albo zmienne o wartościach dogodnych dla sterowania układów tranzystorowych;

b/ przekształcenie napięć zasilających pomocniczych /pochodzących od akumulatorowych baterii stacyjnych/ na napięcia pomocnicze stabilizowane o wartościach wymaganych dla zasilania układów tranzystorowych;

c/ sterowanie obwodów zewnętrznych - wyłączników, zaworów, serwomechanizmów itp.;

d/ sterowanie obwodów sygnalizacji, rejestracji, zdalne blokowanie działania, logiczne powiązanie z innymi rodzajami automatyki /przy pomocy elementów zestykowych/.



Rys. 3. Poglądowy schemat struktury konstrukcyjnej SMAZ



W obszarze I, ze względu na rodzaj zadań funkcjonalnych i łączeniowych, wyróżnia się następujące bloki:

- BW - bloki wejściowe /realizują funkcje według punktu a/,
- BZ - bloki zasilania /realizują funkcje punktu b/,
- BWY - bloki wyjściowe /realizują funkcje punktu c/,
- BA - bloki automatyki /realizują funkcje punktu d/.

Różne odmiany wymienionych bloków oznacza się odpowiednim kodem cyfrowym.

Obszar II tworzą zespoły, które realizują między innymi następujące podstawowe funkcje pomiarowe i logiczno-czasowe:

- pomiar prądów /zespoły pomiarowo-prądowe/,
- pomiar napięć /zespoły pomiarowo-napięciowe/,
- pomiar kąta fazowego /zespół kątowy dla zabezpieczeń kierunkowych/,
- komparację okresów /między innymi dla pomiaru częstotliwości/,
- komparację impulsów,
- opóźnienie czasowe przekazania sygnału /zespoły zwłoczne i czasowe/,
- sygnalizację wewnętrzną pobudzenia zespołów pomiarowych i czasowych /zespoły sygnalizacyjne/,
- funkcje logiczne automatyki zakłóceń /np. zespoły logiki SPZ, SZR i inne/.

W SMAZ występują zespoły powtarzalne w różnych układach zabezpieczeniowych, jak np. zespoły pomiarowe prądowe i napięciowe, kątowe, komparacji, czasowe i zwłoczne oraz zespoły o funkcjach niepowtarzalnych, które mają zastosowanie w jednym rodzaju zespołu zabezpieczeniowego. Zespołami niepowtarzalnymi są przede wszystkim zespoły logiczne, których funkcje wynikają ze struktury schematowej danego rodzaju zespołu zabezpieczeniowego /linii odpływowej, silnika, transformatora, szyn stacji z rezerwą lokalną itd/. Zespoły pomiarowe oraz czasowe i zwłoczne pod względem funkcjonalnym są przekazywanymi statycznymi o znormalizowanym poziomie napięć wejściowych i pomocniczych. W ten sposób struktura SMAZ podobna jest do struktury przekazywanego. Bloki umożliwiają powiązanie funkcjonalne części przekazywanego wykonane w technice sta-

tycznej /obszar II/ z innymi zewnętrznymi środkami automatyki. Konieczność stosowania bloków jest zatem konsekwencją stosowania elementów elektronicznych.

Przyjęta struktura SMAZ ze względu na związek z rozwiązaniami elektromechanicznymi wydaje się szczególnie przejrzysta i łatwa w identyfikacji zadań funkcjonalnych i łączeniowych, realizowanych przez poszczególne bloki i zespoły w układach zabezpieczeniowych.

Koncepcja struktury SMAZ wraz z rozwiązaniami konstrukcyjnymi bloków i podzespołów funkcjonalnych oraz przekazywanego i zespołów zabezpieczeniowych została opracowana w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Pomiarów i Automatyki Elektronicznej "Mera-Elmat", przy ścisłej współpracy z Zakładami Aparatury Elektrycznej "Mera-Refa", które przygotowują produkcję serii informacyjnej tych urządzeń na rok 1976.

#### Literatura:

- [1] IEC - Technical Committee nr 41: Electrical relays, Part 7: Requirements relating to the isolation of electrical relays and appropriate insulating tests. Draft.
- [2] M. Michalik i inni - Ochrona napięciowa i przeciwzakłóceńowa przekazywanego statycznych. Instytut Energoelektryki Politechniki Wrocławskiej. Raport nr 120, 1974 r.
- [3] A. Roszkowski, A. Wiszniewski - Opracowanie urządzenia probierczego do prób zakłóceń i analiza oddziaływania zakłóceń, Instytut Energoelektryki Politechniki Wrocławskiej. Raport nr 217, 1975 r.
- [4] A. Klimpel i inni - System układów podstawowych i modułów do realizacji zespołów automatyki zabezpieczeniowej ZAZ. Materiały II Międzynarodowej Konferencji Naukowej n. t. Aktualne problemy automatyki zabezpieczeniowej. Gliwice, 1975 r.



mgr inż. ZBIGNIEW BYKOW  
inż. JAN WAŻGOWSKI  
mgr inż. AUGUSTYN MIELNIK  
Zakłady Urządzeń Automatyki Przemysłowej

## CYFROWY SYSTEM REJESTRACJI I SYGNALIZACJI TEMPERATURY PŁYNNYCH METALI SERT - 10

### 1. Wstęp

Cyfrowy system SERT-10 produkcji Zakładów Urządzeń Automatyki Przemysłowej w Sosnowcu przeznaczony jest głównie do automatycznej rejestracji i sygnalizacji wyników pomiarów temperatury płynnych metali w przemyśle hutniczym. System ten może być również wykorzystany do pomiaru, rejestracji i sygnalizacji innych wielkości fizycznych po odpowiednim przystosowaniu części pomiarowej. Część pomiarowa systemu opracowana została przez Zakłady Urządzeń Automatyki Przemysłowej, natomiast część rejestrująco-sygnalizującą skonstruowano w Zakładzie Rejestracji i Sygnalizacji Instytutu Maszyn Matematycznych w Sosnowcu przy współpracy z ZUAP.

### 2. Charakterystyka systemu

W skład systemu wchodzi następujące urządzenia:

- czujnik termoelektryczny jednorazowego użytku typu TH-1
- cyfrowy miernik temperatury TM-11/TM-12
- blok sterowania typu TM-21
- wyświetlacz transparentowy TW-10
- komutator TK-10
- zegar TZ-10
- drukarka cyfrowa S-3198.000 prod. RFT/IRD
- sieć przewodów łączących /kabel telefoniczny YTKYekw 2x11.

Część pomiarową systemu stanowią: czujnik termoelektryczny wraz z osprzętem w postaci lancy pomiarowej typu LPH, cyfrowe mierniki temperatury oraz blok sterowania.

Część rejestrująco - sygnalizacyjna obejmuje: komutator, zegar, wyświetlacz oraz drukarkę.

### Podstawowe dane techniczne systemu

Liczba punktów pomiarowych	10
Prędkość komutacji	2000/s
Rodzaj komutacji	cykliczna, prosta

System umożliwia rejestrację na drukarce:

- dwóch czterocyfrowych wyników pomiarów,
- numeru punktu pomiarowego 0, 1 - 9,
- dnia miesiąca,
- czasu pomiaru w godzinach i minutach,
- przekroczeń zadanych granic /wydruk w kolorze czerwonym/;

Maksymalna prędkość rejestracji 2 wiersze/s

Liczba rejestrowanych znaków w wierszu

11 / z możliwością rozbudowy do 18/

Kod przesyłanych sygnałów

+8421 BCD

Poziom przesyłanych sygnałów

0 do 12 V/HLL/

Poziom sygnałów w układach logicznych

0 do 5 V/TTL/

System sygnalizuje:

a/ na mierniku temperatury TM-11/21:

- awarię systemu,
- pracę z rejestracją,
- pracę bez rejestracji,
- przekroczenie zadanych granic,
- wyświetlenie czterocyfrowego wyniku pomiaru / wskaźniki cyfrowe/,
- gotowość do pomiaru,
- przebieg pomiaru,
- wyświetlanie pierwszego wyniku pomiaru,
- wyświetlanie drugiego wyniku pomiaru;

b/ na wyświetlaczu TW-10:

- numer punktu pomiarowego 0, 1 - 9,
- gotowość do pomiaru /GOTOW/,
- stan pomiaru /POMIAR/,
- poprawność przebiegu pomiaru /DOBRZE, ZŁE/,
- pracę z rejestracją /DRUK/
- pracę bez rejestracji,



- awarię systemu,
- uszkodzenie połączenia kablowego,
- wyświetlenie czterocyfrowego wyniku pomiaru;

c/ na komutatorze TK-10:  
- rejestrację w danym kanale;

d/ na zegarze TZ-10:  
- aktualny czas astronomiczny,  
- bieżący dzień miesiąca;  
Maksymalna odległość mierników od komutatora 200 m

Maksymalna odległość zegaru od komutatora 200 m  
Maksymalna odległość wyświetlacza od miernika 50 m  
Zasilanie urządzeń systemu 220 V  $\pm$  10% 50 Hz

## 2.1. Część pomiarowa systemu

Zasadnicza część pomiarowa systemu obejmuje czujniki termoelektryczne jednorazowego użytku typu TH-1 wraz z osprzętem w postaci lancy oraz cyfrowe mierniki temperatury typu TM. W systemie można wykorzystać 10 mierników.

Czujnik jednorazowego użytku składa się z wkładki pomiarowej oraz papierowej, trudno-palnej rury ochronnej. Wewnątrz wkładki znajduje się umieszczony w rurce kwarcowej termoelement PtRh10 - Pt /wg PN-59/M-53854/, którego końce wyprowadzone są za pośrednictwem przewodów kompensacyjnych na zewnątrz wkładki w formie styków kontaktowych. Czujnik umożliwia szybkie wykonywanie dynamicznych pomiarów temperatury w zakresie do 1700°C z błędem nie przekraczającym -0,5%. Czujnik zakończony jest lancą pomiarową typu LPH umożliwiającą bezpieczne dokonanie pomiaru temperatury płynnego metalu. Jest ona wykonana z rur stalowych, o średnicy zewnętrznej  $\phi$  16 i  $\phi$  22 mm. Zespół stykowy lancy stanowiący element wymienny, połączony jest przewodami kompensacyjnymi z gniazdem typu NfBL-6. Po nałożeniu czujnika na lancę styki jego kontaktują się ze stykami lancy. Podstawowa długość lancy wynosi 4500 mm.

Cyfrowy miernik temperatury typu TM przystosowany jest również do pracy w innych zestawach pomiarowych.

Aktualne miernik ten produkowany jest w dwóch wersjach:

- TM-11/21 dla zakresu pomiarowego 1400-1798°C
- TM-12/21 dla zakresu pomiarowego 1000-1398°C

Przyrząd składa się z dwóch głównych bloków funkcjonalnych wmontowanych w oddzielne obudowy:

- miernika TM-11/12
- bloku sterowania TM-21

Miernik ciągłego pomiaru ZTM-11 rozwiązany jest pod względem konstrukcyjnym nowocześnie, z uwzględnieniem "elektroniki". Jego konstrukcja zawiera następujące zespoły funkcjonalne: układ kompensacji, filtr, przetwornik, licznik, rejestr, dekodery, wskaźnik cyfrowy, zegar.

Na płycie tylnej miernika znajdują się zaciski do podłączenia lancy pomiarowej, napięcia zasilającego, zerowania lub uziemienia oraz gniazdo złącza panelowego służące do sprzęgnięcia miernika z blokiem sterującym.

Blok sterowania TM-21 zawiera następujące zespoły funkcjonalne:

- układ sterowania, komparator, układ sygnalizacji, układy reparacji galwanicznej. Na płycie tylnej bloku TM-21 znajdują się zaciski do podłączenia napięcia zasilania, uziemienia lub zerowania, dodatkowej sygnalizacji optyczno-akustycznej, programujące rodzaj pracy miernika /indywidualnie lub w systemie/ oraz gniazda złączy panelowych dla:
- sprzęgnięcia bloku z miernikiem,
- połączenia z systemem centralnej rejestracji,
- połączenia z wyświetlaczem wielkogabarytowym.

## Parametry techniczne miernika TM

Zakres wskazań	000 - 1998
Rozdzielczość	2°C
Klasa dokładności	0,25% / $\pm$ 4°C /
Długoterminowa klasa dokładności /30 dni/	0,5 / $\pm$ 8°C /
Kompensacja zmian temperatury odniesienia spoiny	automatyczna
/w przedziale 0 - 50°C/	



## EKSPLOATACJA URZĄDZEŃ KLIMATYZACYJNYCH W OSRODKU OBLICZENIOWYM

Prawie w każdym ośrodku obliczeniowym, bez względu na szczebel i sposób integracji zarządzania, występują określone systemy komputerowe. Obsługą tych systemów zajmują się służby, których zadaniem jest właściwe wykorzystanie sprzętu. W dużej mierze zależy ono od zapewnienia i utrzymania warunków mikroklimatycznych w salach komputerowych. Żądane warunki mikroklimatyczne, zapewniają właściwie dobrane<sup>x</sup> urządzenia klimatyzacyjne, a utrzymanie ich zależy od obsługi, od prawidłowej eksploatacji urządzeń. Prawidłowa eksploatacja urządzeń musi uwzględniać: codzienny nadzór nad ich stanem technicznym, wykonywanie niezbędnych zabiegów konserwacyjnych, organizowanie w odpowiednim czasie remontów, przestrzeganie zasad bezpieczeństwa pracy i zabezpieczenia przeciwpożarowego.

### 1. Wymagania organizacyjne

Służba obsługi urządzeń klimatyzacyjnych należy do podsystemu zarządzania działalnością produkcyjną ośrodka i, jak każdy podsystem lub system, musi spełniać następujące funkcje:

- cel lub zadania,
- organizowanie,
- realizacja,
- nadzór.

Główne zadania służby obsługi urządzeń klimatyzacyjnych można określić następująco:

1. Zapewnienie prawidłowej eksploatacji urządzeń i stałej kontroli ich pracy,
2. utrzymanie warunków mikroklimatycznych i higienicznych w salach komputerowych,
3. przeprowadzanie w odpowiednim czasie remontów,
4. prowadzenie właściwej gospodarki częściami zamiennymi,

x/ Na podstawie bilansu cieplnego

Organizacja służby eksploatacyjnej nadzorującej stan techniczny i pracę urządzeń klimatyzacyjnych w ośrodkach nie jest jednoznacznie określona w obowiązujących przepisach. Stąd też użytkownicy komputerów często nie doceniają znaczenia takiej służby. Praktycznie jeszcze w wielu ośrodkach nie ma dobrze zorganizowanej służby obsługi, co przypuszczalnie wynika również z dużej niezawodności urządzeń klimatyzacyjnych.

Jednak okazuje się, że nawet właściwie dobrane i zainstalowane urządzenia, lecz pozostawione bez stałej obsługi, po pewnym czasie nie są w stanie zapewnić wymaganych warunków. Przejawia się to obniżeniem aerodynamicznego i higieniczno-sanitarnego efektu działania klimatyzacji oraz ogólnym pogorszeniem się technicznego stanu urządzeń.

System organizacyjny służby obsługi powinien zapewniać wypełnienie wyżej podanych zadań. Ponadto powinien również uwzględniać wielkość ośrodka i liczbę obsługiwanych urządzeń. Schemat organizacyjny podziału odpowiedzialności za stan gospodarki klimatyzacyjnej w dużym ośrodku obliczeniowym powinien uwzględniać następujące szczeble:

- zastępca dyrektora d/s technicznych, odpowiedzialny jest m.in. za ogólny stan gospodarki klimatyzacyjnej,
- inżynier specjalista klimatyzacji, odpowiedzialny jest za nadzór techniczny, kontrolę prawidłowości eksploatacji, przestrzeganie okresowych remontów urządzeń i ich jakości,
- kierownik zespołu obsługi - odpowiedzialny za prawidłowość eksploatacji urządzeń zgodnie z instrukcjami eksploatacji oraz za sprawność i ochronę urządzeń.

Dla mniejszych ośrodków obliczeniowych, zwłaszcza w zakładach przemysłowych, można zaproponować schemat organizacyjny, w



którym wykorzystuje się dotychczasową strukturę zakładu. Służba obsługi może być wówczas podporządkowana głównemu mechanikowi.

Wymieniony zakres odpowiedzialności wymaga określonej współpracy z innymi służbami zakładu /ośrodka/ np. z działem głównego energetyka.

Merytoryczny zakres obowiązków osoby odpowiedzialnej za gospodarkę urządzeniami klimatyzacyjnymi obejmuje:

- nadzór techniczny nad montażem urządzeń,
- udział w odbiorze nowego lub wyremontowanego urządzenia,
- opracowanie metryki urządzenia,
- nadzór nad właściwą eksploatacją urządzeń,
- badania skuteczności działania i regulacji urządzeń,
- sporządzanie spisu części zapasowych,
- opracowanie planów i harmonogramów robót wchodzących w zakres remontu planowego lub zapobiegawczego,
- wydawanie zleceń do własnego warsztatu lub warsztatu w dziale głównego mechanika na remont bądź wykonanie poszczególnych elementów,
- sporządzanie kosztorysów remontów i eksploatacji.

Racjonalna gospodarka urządzeniami klimatyzacyjnymi wymaga takiego ustalenia struktury organizacyjnej aby osoba odpowiedzialna za nią miała do dyspozycji zespół pracowników do obsługi urządzeń, warsztat i magazyn części zamiennych oraz materiałów pomocniczych, jak również możliwość współpracy z innymi służbami zakładu.

## 2. Wymagania techniczne

Wymagania techniczne obejmują zarówno obsługę urządzeń klimatyzacyjnych, jak i techniczne wyposażenie służby obsługi.

Zakres wymagań dla służby obsługi urządzeń klimatyzacyjnych należy ustalić w oparciu o strukturę cykli remontów. Cykl remontów wyraża się okresem od uruchomienia urządzeń do głównego remontu lub między dwoma kolejnymi głównymi remontami.

Praktycznie można umownie przyjąć niezawodność pracy urządzeń np. firmy "Carrier" lub "Weiss" na około 8 lat. Na taki mniej więcej okres dla każdego klimatyzatora, wymagany jest harmonogram planowych remontów głównie o charakterze zapobiegawczym. Rodzaj i liczba oraz kolejność planowanych remontów określają cykl remontów dla danego urządzenia.

## a/ czynności konserwacyjne

Do bieżących czynności konserwacyjnych o charakterze zapobiegawczym należą: kontrola temperatury i wilgotności względnej w salach komputerowych i salach z urządzeniami do przygotowania danych /peryferia/. Podstawą do oceny prawidłowych parametrów klimatycznych są wymagania dla poszczególnych zestawów maszyn.

Przykładowo dla zestawu IBM zakres parametrów<sup>x/</sup> jest następujący:

Parametr	maszyn pracujących	maszyn niepracujących
Temperatura w [°C]	16 ± 32	10 ± 43
Wilgotność względna w [%]	20 ± 80	8 ± 80

Natomiast dla systemu ODRA 1300 zakres temperatury wynosi 19 ± 23°C, przy szybkości zmian 2°/gdz., zakres wilgotności względnej wynosi 50 - 10%; dla maszyn jednolitego systemu: temperatura 22 ± 2°C, wilgotność względna 65 ± 5%.

Należy tu również wymienić zestaw pod nazwą "urządzenia do przygotowania danych". Głównie są to dziurkarki nośników papierowych, a nośniki te wymagają spełnienia następujących parametrów klimatycznych:

- temperatura w [°C] 17 ± 23
- wilgotność wzgl. w [%] 50 ± 60

Wymienione parametry dla urządzeń peryferyjnych należy zapewnić ze względu na wymagania określone przez producenta "kart do maszyn licząco-analitycznych".

Jak wynika z podanych wielkości, należy przestrzegać optymalnych parametrów w zakresie:

	System IBM	JS EMC system ODRA	peryferia
Temperatura w [°C]	18 ± 25	19 ± 23	17 ± 23
Wilgotność względna [%]	50 ± 20	50 ± 10	50 ± 60

W następnej kolejności należy wymienić czynności konserwacyjne:

- kontrolę rejestracji parametrów klimatycznych,
- kontrolę nastawienia czujek temperatury i wilgotności,
- pomiary temperatury wody opuszczającej układ chłodniczy,

x/ Według IBM-370, nr. G C22-4004 - 2. Installation Manual Physical Planning. Preinstallation Planning 1. 7.



- kontrolę układu chłodniczego - poziom czynnika chłodniczego i oleju oraz wartości temperatur,
- kontrolę warunków higienicznych w salach komputerowych i w pomieszczeniach z urządzeniami klimatyzacyjnymi.

#### b/ Przeglądy okresowe

Przeglądy okresowe eksploatacji urządzeń klimatyzacyjnych polegają na przestrzeganiu sezonowej lub okresowej zmiany parametrów.

Do zmian sezonowych należą następujące przeglądy:

- wydajności chłodniczej urządzeń,
- filtrów dowilżacza,
- zbiorników dowilżacza.

Okresowo, /nie rzadziej niż raz na kwartał/, należy dokonywać wymiany: mat filtracyjnych i pasków klinowych oraz odkurzacze sale komputerowe.

Taki zakres prac podyktowany jest względami ekonomicznymi eksploatacji urządzeń. Chodzi tu głównie o zapobieganie częstym awariom.

#### c/ Remonty średnie i główne

W planie remontów występują również remonty średnie i główne. Remonty średnie praktycznie są równoznaczne z głównymi i sprowadzają się do wymiany określonego zespołu np.: sprężarki. Wynika to ze specyfikacji urządzeń klimatyzacyjnych np. firmy "Carrier".

Przed podjęciem decyzji o remoncie głównym w pełnym zakresie prac, wymagany jest rachunek ekonomiczny, gdyż praktycznie po 8 latach pracy urządzenia remont taki może być nieopłacalny, natomiast opłacalna może być wymiana całej instalacji.

Opisany zakres prac obsługi urządzeń jest zasadniczą treścią służby obsługi urządzeń klimatyzacyjnych. Należy podkreślić, że prace te powinny być udokumentowane, co wynika również z warunków eksploatacji urządzeń, określonych przez producenta. W tym celu wymaga się bieżącego prowadzenia ewidencji prac podanych w pkt. 2. Należy codziennie notować w specjalnym do tego celu dzienniku wszystkie czynności od załączenia do wyłączenia urządzenia. Dziennik taki powinien znajdować się przy każdym urządzeniu. Adnotacje o przeprowadzonych remontach urządzeń pozwalają określić ich stan, a więc stopień zużycia i jakości ich pracy. Ponadto tak prowadzona ewidencja o pracy urządzeń jest istotnym dokumentem dla producenta na temat zachowania się wyrobu w sferze eksploatacji. Chodzi tu

o uzasadnienie przez użytkownika reklamacji na wypadek awarii urządzenia w okresie gwarancji.

### 3. Wymagania w zakresie technicznego wyposażenia

Wymagania dotyczące technicznego wyposażenia służby obsługi, mają charakter podstawowy i obejmują przyrządy i części zamienne oraz materiały pomocnicze

#### a/ oprzyrządowanie

- Do niezbędnego oprzyrządowania dla obsługi urządzeń klimatyzacyjnych można zaliczyć:
- podręczny warsztat ślusarski,
  - zestaw uniwersalnych narzędzi /serwisowe/,
  - zestaw kluczy,
  - bateria manometrów,
  - halogenowy przyrząd do kontroli szczelności układu chłodniczego,
  - miernik UM-4B,
  - rejestrator temperatury i wilgotności,
  - termometr do pomiaru temperatury wody chłodzącej,
  - termometr do pomiaru temperatury powietrza wlotowego i wylotowego,
  - latarka elektryczna,
  - lampa elektryczna niskonapięciowa.

#### b/ części zamienne

- sprężarka,
- silnik wentylatora,
- zbiornik dowilżacza,
- filtr dowilżacza,
- filtr-osuszacz,
- zawór rozprężny,
- pasek klinowy,
- maty filtracyjne.

Liczba poszczególnych części zamiennych lub zespołów zależy jest od liczby instalacji i zużycia jednostkowego dla danej części.

#### c/ niektóre materiały pomocnicze:

- freon R22 w butlach /dużych/,
- olej do sprężarki,
- taśma uszczelniająca.

Określony zakres prac oraz właściwe prowadzenie gospodarki częściami zamiennymi, wymaga od służby obsługi odpowiedniego przygotowania /wg typów urządzeń/ teoretycznego i praktycznego.

Spełnienie przedstawionych powyżej w skrócie wymagań dotyczących eksploatacji urządzeń klimatyzacyjnych warunkuje ich poprawną pracę i poprawne prowadzenie prac konserwacyjnych.



## O SYSTEMACH

Właściwie można by zacząć od stwierdzenia, że nie ma w tym nic nowego pod słońcem. Od najdawniejszych czasów w technice i nauce znana była zasada rozwiązań systemowych. Bowiem czymże jest system? Po prostu zbiorem elementów technicznych powiązanych między sobą, zintegrowanych dla wspólnego działania, w celu spełnienia zadania określonego przez konstruktora.

Jednakże w dobie rozwoju cybernetyki technicznej znaczenie systemów - szczególnie komputerowych, automatyzacyjnych - uzyskało szczególną rangę. Wynika to ze złożoności rewolucji naukowo-technicznej. Istnieją przy tym aż cięty ważne powody, aby uznać zasadnicze, dominujące znaczenie rozwiązań systemowych.

Po pierwsze ogromnie zwiększa się asortyment różnych wyrobów przemysłowych, przybywa materiałów o nowych własnościach, w tempie zawrotnym rośnie liczba różnorodnych elementów maszyn i urządzeń. Uporządkowaniu gospodarki materiałowej i surowcowej, jej racjonalizacji, służą dziś w kraju i poza jego granicami przeróżne systemy automatyzujące obrót, produkcję, dystrybucję.

Po drugie - postęp techniczny czyni procesy wytwarzania coraz bardziej skomplikowanymi. Panowanie nad procesami technologicznymi staje się niemożliwe właśnie bez rozwiązań systemowych. Stąd i przydatność takich rozwiązań jak Pneumatyczny System Automatycznej Regulacji PNEFAL III który urealnienia automatyzację wielkich obiektów przemysłowych dysponujących kilkuset obwodami regulacyjnymi. W warunkach dużego obiektu nie wystarcza już dzisiaj automatyzacja poszczególnych węzłów, części procesu technologicznego. Takie połowiczne rozwiązania są mało efektywne. Aby uzyskać rzeczywistą optymalizację, trzeba sięgać po systemy komputerowe. Czyli perspektywiczne są zminiaturyzowane systemy automatycznej regulacji i sterowania przystosowane do współpracy z komputerami. Trzeba jednak tutaj dodać, że owa zasada nie zawsze znajduje w przemyśle pełne zrozumienie. Często jeszcze widzi się automatyzację nie jako kompleksowe, systemowe rozwiązanie, ale wycinkowe działanie technologiczne.

Po trzecie - zwiększenie wydajności przy jednoczesnym polepszeniu warunków pracy można sukcesywnie uzyskiwać wprowadzając i udoskonalając systemy automatyzacji. Na tokijskim kongresie robotroniki zwrócono uwagę, że w przyszłości jedyną drogą do opłacalnego ekonomicznie wzrostu produkcji, przy jednoczesnym zmniejszeniu kosztów własnych, będzie automatyka, a trafniej - cybernetyka techniczna.

Kończą się u nas czasy, kiedy to drogą wzrostu zatrudnienia można było w sposób wielce ekstensywny osiągać planowane zwiększenie produkcji. W przyszłej pięcioletce trudno będzie o ręce do pracy, przyrost zatrudnienia rysuje się nader niewielki. Stąd narzucie pocnie się opłacać automatyzacja. Stanie się ona koniecznością, jedyną drogą do wzrostu wydajności pracy.

I wreszcie czwarty czynnik podnoszący rangę rozwiązań systemowych w cybernetyce technicznej. Chodzi o rzecz dla naszej gospodarki kapitalną - jakość produkcji. Warto przypomnieć, że w Wytycznych Komitetu Centralnego na VII Zjazd PZPR podkreśla się istotę tego zagadnienia: "zwiększona zostanie produkcja wyrobów nowoczesnych o wysokim poziomie technicznym i jakościowym". Systemy automatycznej regulacji i sterowania wspomagane komputerami stanowią w nowoczesnym przemyśle światowym najdoskonalszą straż w batalii o najwyższą jakość. Ten czynnik dotąd rzadko jest brany pod uwagę przy rozwiązaniach konstrukcyjnych, technologicznych czy zgoła inwestycyjnych. Na ogół nie docenia się roli systemów automatyki w procesie osiągnięcia wysokiej jakości produkcji.

Oczywiście, przyszłość będzie należała do systemów automatyzacji kompleksowej. Jest to jedna z prawidłowości postępu technicznego, konsekwencja rewolucji naukowo-technicznej. O tym już dzisiaj - na całe szczęście - nie trzeba nikogo przekonywać. Jednakże pisząc o rozwiązaniach systemowych w automatyzacji trzeba stwierdzić, że nie są one w Polsce dostatecznie rozwinięte, że nie mamy w każdym przypadku możliwości pełnej adaptacji tego czy innego systemu do warunków odbiegających od typowych potrzeb. Innymi słowy, gama możliwości adaptacyjnych systemów, szansa na rozszerzenie sfery za-



stosowań jest niewystarczająca. Systemy automatycznej regulacji stosowane w chemii, powinny również stać się przydatne w wielu dzie-

dzinach przemysłu spożywczego, a nie tylko w cukrownictwie. Trudno jednak liczyć na to, że kiedykolwiek pojawią się w pełni uniwersalne systemy automatyki komputerowej, które będzie można z jednakowym powodzeniem zastosować zarówno w kopalni, hucie czy zakładzie petrochemicznym. Cechą współczesnego przemysłu - jak również przyszłego - staje się coraz większe zindywidualizowanie konstrukcji i technologii. Jeśli w ubiegłym stuleciu konstrukcje napędów sprzężonych z maszynami parowymi można było bez większych przeróbek stosować zarówno w fabryce maszyn jak i w zakładzie włókienniczym czy chemicznym, to obecnie aparatura tworząca systemy napędu, sterowania i automatycznej regulacji musi sprostać dość często szczególnie, indywidualnym warunkom procesu technologicznego. Jaki z tego wniosek?

Trzeba uwzględnić różnorakie zapotrzebowanie przemysłu, całej gospodarki na systemy automatyki komputerowej, systemy sterowania i regulacji. Dążenie do stałego rozwoju konstrukcji aparatury umożliwiającej budowę systemów o różnorodnym zastosowaniu jest ze wszech miar słuszne i zasługujące na kontynuację.

Wciąż jesteśmy na progu automatyzacji przemysłu w Polsce. Skoro przed kilkoma la-

ty ten czynnik zasadniczego postępu technicznego nie był poważnie brany pod uwagę w procesach inwestycyjnych, to trudno o szybki postęp w dziedzinie cybernetyzacji produkcji. W okresie ekstensywnej gospodarki wydawano miliardy złotych na maszyny i urządzenia pozabawione systemów automatyki.

Wystarczy wspomnieć, że obecnie tzw. nasycenie technicznymi środkami automatyzacji np. w energetyce wynosi zaledwie 7%, a w hutnictwie jeszcze mniej - 5% i tak samo w górnictwie czy przemyśle materiałów budowlanych. Oczywiście, dalszy dynamiczny rozwój gospodarczy Polski będzie wymagał rozwinięcia nie tylko produkcji systemów automatyki, ale także opracowania wysoce nowoczesnych, licznych systemów sterowania i regulacji. Sięgamy w tej dziedzinie po transfer zagranicznej myśli technicznej. I tak odpowiednikiem znanego w świecie i powszechnie uznanego elektronicznego systemu automatyki VUTRONIK firmy Honeywell jest system EFTRONIK uruchamiany w "Mera-Pnefal".

Współpraca, kooperacja konstrukcyjna i produkcyjna z renomowanymi firmami światowymi jest w dziedzinie automatyki jednym z czynników przyspieszenia, równania do najwyższego poziomu światowego. Ten kierunek jest konsekwentnie realizowany. Jest to jeden z systemów działania w imię osiągnięcia najbardziej celnych systemów automatyzacji.

## KOMPUTERYZACJA

### SPRAWOZDAWCZOŚĆ BHP

Komputeryzacja zagadnień sprawozdawczych bezpieczeństwa i higieny pracy na szczeblu Centrali Zjednoczenia dotyczy:

- wypadków przy pracy / Z9 - sprawozdanie kwartalne/,
- wykonania planu nakładów na bhp / Z10 - sprawozdanie półroczne/,
- wypadków poza pracą / Z15 - sprawozdanie roczne/.

Sprawozdania te są zatwierdzone przez GUS i wszystkie zostały zautomatyzowane. Bezpośrednim ich użytkownikiem w Centrali Zjednoczenia jest specjalista d/s BHP.

Programy komputerowe obejmujące zagadnienia bhp są eksploatowane w Ośrodku Obliczeniowym Centrali od półrocza 1974 r. Wykorzystuje się tu systemy minikomputerowe ME-

RA 300, typ MERA 302, w standardowej konfiguracji. Proces eksploatacji składa się z dwu części:

- przetworzenia programu przygotowującego maszynowy nośnik informacji, na który są przenoszone dane sprawozdawcze przedsiębiorstw;
- przetworzenia programu właściwego, realizującego algorytm obliczeniowy i wydruk zbiorczego sprawozdania wraz z elementami kontroli i optymalizacji zadania.

Programy te można eksploatować na systemie MERA 302 w konfiguracji rozszerzonej o szybkie urządzenia peryferyjne i moduł drukarki znakowo-mozaikowej, jak również na zestawie MERA 303. Eksploatacja tych programów nie wymaga użycia modułu pamięci dyskowej. Przed przystąpieniem do eksploatacji



dane sprawozdawcze zawarte w jednostkowych sprawozdaniach są kontrolowane pod względem kompletności i czytelności.

Eksploatacja jednego programu /aktualnej wersji/ trwa ok. 4 godz, przy czym czas realizacji metodą tradycyjną jest dwukrotnie dłuższy.

Po modyfikacjach polegających m. in. na wyeliminowaniu fazy przygotowania maszynowego nośnika /wprowadzanie danych klawiaturowo w trakcie realizacji programu przetwarzaniowego/, realizacji wydruku wynikowego na module DZM 180, eksploatację programu można skrócić do ok. 1,5 godz. Skróce-

nie czasu realizacji procesu eksploatacji programu odbywa się przez dodatkowy moduł DZM 180 w konfiguracji MERA 302, albo przejście na MERA 303.- jeśli chodzi o szybkość wydruku tabulogramu wynikowego /szybkość eksploatacyjna modułu DZM 180 zn/s, przy 15 zn/s modułu mp. "FACIT"/, oraz poprzez zmianę technologii fazy początkowej procesu eksploatacji polegającą na wprowadzaniu danych bezpośrednio do rejestrów roboczych pamięci operacyjnej. Pierwsza modyfikacja daje ok. 10-krotne skrócenie czasu pracy. Ponadto w trakcie eksploatacji identyfikowane są wszystkie błędy arytmetyczne występujące na sprawozdaniach jednostkowych przedsiębiorstw.

E. P.

## "MERA" OTRZYMAŁA ZNAK TOWAROWY

Urząd Patentowy PRL wydał 31 maja 1975 r. świadectwo ochronne Nr 208 na znak towarowy, wspólny dla przedsiębiorstw Zjednoczenia Przemysłu Automatyki i Aparatury Pomiarowej "MERA".

Znak przeznaczony jest do oznaczania następujących wyrobów:

- elektroniczne maszyny cyfrowe,
- wyprowadzanie elektronicznych maszyn cyfrowych,
- pamięci elektronicznych maszyn cyfrowych,
- głowice magnetyczne,
- dziurkarki taśmy papierowej,
- czytniki taśmy papierowej,
- drukarki,
- minikomputery,
- elektroniczne kalkulatory,
- programy elektronicznych maszyn cyfrowych,
- układy sterowania,
- szafy sterownicze, pomiarowe i regulacyjne,
- systemy sterowania,
- tablice, pulpity,
- układy i elementy systemu pneumatycznego i elektropneumatycznego,
- urządzenia do automatycznego sterowania,
- elementy automatyki przemysłowej,
- rezystory,
- mierniki elektryczne,
- liczniki elektryczne,
- elektroniczna aparatura kontrolno-pomiarowa,
- mierniki wielkości nieelektrycznych,
- przybory pomiarowe,
- elektryczne maszyny wirujące,
- przekaźniki i urządzenia zabezpieczające,

- wagi analityczne i techniczne,
- przyrządy nawigacyjne,
- aparaty do oddychania,
- aparaty dziewiarskie,
- zegary.

Znak obejmuje klasy towarowe: 7, 9, 14 i 16.

Ochronę znaku towarowego zastrzeżono we wszystkich kolorach i ich zestawieniach.

Znak towarowy jednocześnie winien być znakiem firmowym opartym na jednolitej zasadzie. I tak znak firmowy Zjednoczenia przedstawia się następująco



natomiast znak firmowy przedsiębiorstwa stanowi połączenie znaku firmowego Zjednoczenia z dodatkiem wyróżnika danego przedsiębiorstwa np.: MERATRONIK graficznie przedstawia się następująco:



J. W.



Cena 43. - zł

Pren. roczna 516. - zł

