

P. 2900 / 8A



BIULETYN TECHNICZNY

MECHANICZNA

9⁽²³⁵⁾
1981

Redakcja Kolegium w składzie:
mgr A. Chróścielewska, mgr inż. J. Dziewięcki,
prof. dr hab. inż. A. Janicki (redaktor naukowy),
dr inż. W. Kossowski, inż. L. Kowalski (redaktor działu "Technika"),
mgr J. Kutrowska (sekretarz redakcji),
mgr inż. J. Reluga (redaktor działu "Technologia"),
mgr inż. A. Teodorczuk, mgr inż. T. Ustaborowicz,
mgr inż. M. Wajcen (redaktor naczelny), mgr inż. R. Zieleniewski

Warunki prenumeraty

Jednostki gospodarki uspołecznionej, instytucje, organizacje i wszelkiego rodzaju zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych Oddziałach RSW "Prasa Książka Ruch", w miejscowościach zaś, w których nie ma Oddziałów RSW – w urzędach pocztowych. Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych i u doręczycieli. Prenumeratę roczną w cenie 516 zł należy zamawiać do 25 listopada na rok następny, półroczną do 10 czerwca na II półroczu.

ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU AUTOMATYKI
I APARATURY POMIAROWEJ „MERA”



P. 2900 / 81

„MERA”

BIULETYN PRZEMYSŁU
KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW
AUTOMATYZACJI I POMIARÓW

WARSZAWA, WRZEŚNIEN 1981

SPIS TREŚCI

		str.
W. Muth	Praktyczne doświadczenia ze stosowania systemu zbierania, przekazywania i przetwarzania danych o podzespołach i urządzeniach elektroniki przemysłowej.....	3
K. Bader F. Beichelt K. Fischer	Zastosowanie techniki mikrokomputerowej celem uniknięcia uszkodzeń parametrycznych	11
A. Brandowski	Problemy badań laboratoryjnych niezawodności urządzeń automatyki pneumatycznej	14
A. Brandowski	Pewne wyniki w zakresie analizy niezawodności złożonych układów automatyki	21
S. Malec	System MERA 60 - 30 dla zastosowań przemysłowych.....	24
E. Przepióra	System kontroli i sterowania ruchem załogi EZOP.....	27
E. Kierczuk	Powtarzalne systemy Informatyczne - alternatywą tworzenia oprogramowania indywidualnego.....	30

Opracowanie Redakcyjne: Redakcja Biuletynu Technicznego "Mera", ul. Poezji 19, 04-994 Warszawa /tel. 12-90-11 wew. 17-54/. Wydawca: Przedsiębiorstwo Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal", ul. Poezji 19, 04-994 Warszawa, Zam. 154/81. Nakład 2300 egz.

PRAKTYCZNE DOŚWIADCZENIA ZE STOSOWANIA SYSTEMU ZBIERANIA, PRZEKAZYWANIA I PRZETWARZANIA DANYCH O PODZESPOŁACH I URZĄDZENIACH ELEKTRONIKI PRZEMYSŁOWEJ

W niniejszym artykule chciałbym przedstawić działający skutecznie od 3 lat system organizacyjny zbierania /DE/, przekazywania /DR/ i przetwarzania /DA/ danych. Na podstawie wybranych przykładów analizy danych chciałbym wykazać, że można wyznaczyć charakterystyki niezawodności pracy urządzeń przy względnie małych nakładach prac organizacyjnych i matematycznych.

Konieczność wdrożenia dobrze działającego systemu DE/DR/DA wynika z następujących wymagań i żądań:

- ustalenie jakości, niezawodności i skłonności do uszkodzeń wyrobów stosowanych w przemyśle,
- wprowadzenie środków zwiększających jakość i niezawodność nowych wyrobów,
- sporządzenie wykazu kryteriów jakości dla państwowych instytucji kontroli i klasyfikacji /ASMW, DSRK/,
- stworzenie warunków umożliwiających dotrzymanie gwarancji niezawodności.

Powstał problem utworzenia, dla szerokiego asortymentu wyrobów elektronicznych, ujednoliconego systemu analizy wyników z eksploatacji. Oto przegląd różnorodnych typów wyrobów wraz z dziedzinami ich zastosowania:

- systemy urządzeń elektronicznych rodziny "ursat" do gromadzenia, obserwacji, przetwarzania i optymalizacji danych, stosowanych:

- ⊗ w różnych dziedzinach przemysłu,
- ⊗ w urządzeniach wytwarzania i rozdziału energii,
- ⊗ w technice laboratoryjnej i medycznej,
- ⊗ do automatyzacji eksploatacji statków;

- elektroniczne urządzenia rodziny "ursa-trans" do czasowo-multipleksowych pomiarów zdalnych, gromadzenia, przenoszenia i przetwarzania informacji oraz danych technologicznych, stosowane:

- ⊗ przy zabezpieczeniu działania kolei,

- ⊗ w urządzeniach do kierowania ruchem drogowym, morskim i powietrznym,
- ⊗ w dziedzinie gazociągów i ropociągów,
- ⊗ w dziedzinie urządzeń elektroenergetycznych oraz zaopatrzenia w gaz i wodę;

- elektroniczne urządzenia dużej mocy, a mianowicie prostowniki diodowe i tyrystorowe, przekształtniki średniej częstotliwości dużej mocy stosowane do:

- ⊗ sterowania napędów walcowniczych w urządzeniach chemii i cementowniach,
- ⊗ indukcyjnych urządzeń grzejnych w metalurgii;

- podzespoły cyfrowe i zespoły funkcjonalne techniki sterowania i automatyzacji "ursalog", "translog" stosowane w:

- ⊗ elektrowniach, podstacjach elektrycznych, walcowniach i instalacjach chemicznych,
- ⊗ windach dla wysokościowców, wież telewizyjnych itp.,
- ⊗ maszynach tekstylnych, dla przetwórstwa plastyków i w obrabiarkach.

Założenia

Uwzględniając określone warunki eksploatacyjne, przy projektowaniu systemu DE/DR/DA przyjęto następujące założenia:

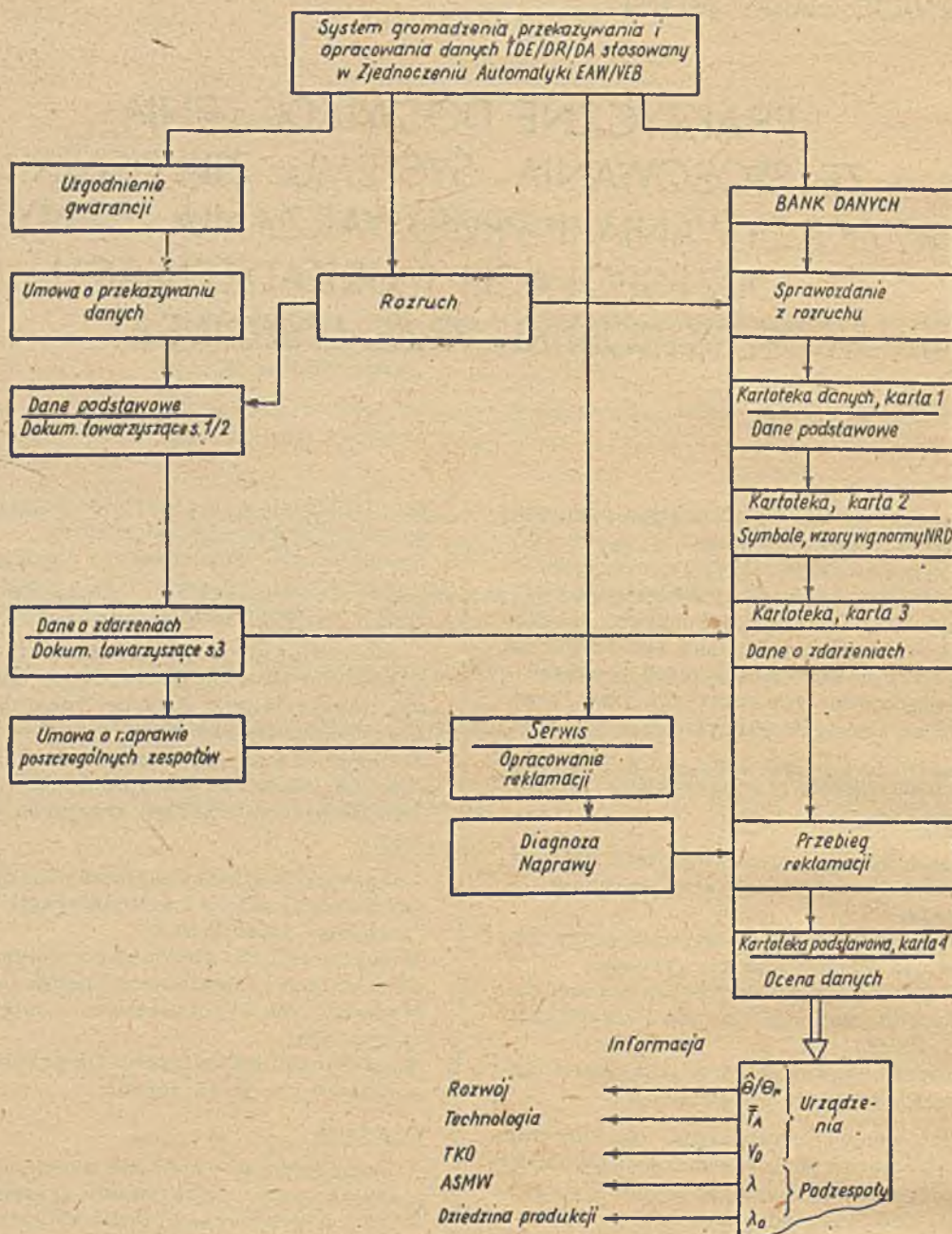
- Analiza danych musi dać możliwość obliczenia wartości następujących wskaźników niezawodności:

- ⊗ lub λ , średni czas między uszkodzeniami lub oszacowanie dolnej granicy ufności średniego czasu między uszkodzeniami
- λ lub λ_0 Intensywność uszkodzeń lub oszacowanie górnej granicy ufności intensywności uszkodzeń

T_A średni czas trwania uszkodzenia /stanu niezdatności/

V_D współczynnik gotowości

- System musi umożliwić przeprowadzenie /dla wybranych przypadków/ głębokiej analizy np. określenie intensywności uszkodzeń podzespołów, określenie funkcji rozkładu



Rys. 1

czasu między uszkodzeniami, ewentualnie czasu uszkodzeń.

- Obecnie nie istnieje możliwość dokonywania wspomaganą komputerem analizy danych, jednakże można tak ukształtować druki i cały system organizacyjny, aby powstały przesłanki do zorganizowania elektronicznego przetwarzania danych.

- Uwzględniając różny poziom kwalifikacji osób zatrudnionych przy konserwacji i naprawach należy, celem zapewnienia prawdziwości meldunków zwrotnych zaprojektować druki, służące do gromadzenia danych o zdarzeniach w sposób prosty i przejrzysty.

- System DE/DR/DA musi stwarzać warunki gwarantujące dotrzymanie wartości niezawodności.

Opis systemu organizacyjnego

Na rysunku przedstawiono w postaci schematu blokowego system DE/DR/DA. Z rysunku wynika, że główne czynności wykonuje personel techniczny i oddział serwisu zakładu produkcyjnego i że muszą powstać silne powiązania między działaniem serwisu i reklamacji oraz analizą danych niezawodności. Jednym z najważniejszych warunków prawidłowej realizacji gromadzenia i przekazywania danych jest zobowiązanie użytkownika /w ra-

Akt gwarancyjny

1. Uzgodnione wskaźniki i wartości wskaźników niezawodności

- ⊖ - średni czas między uszkodzeniami
- λ - intensywność uszkodzeń
- \bar{T}_A - średni czas trwania uszkodzenia
- V_D - współczynnik gotowości

2. Ustalenia gwarancyjne

- kryteria uszkodzeń
- definicja T_A , kryteria przeprowadzania napraw
- warunki wymiany i stosowania
- warunki pracy i warunki środowiskowe

3. Warunki gwarancji

- zobowiązania co do przestrzegania warunków dla DE i DR*
- zawarcie umowy dotyczącej przekazywania danych
- * warunki świadczeń gwarancyjnych przy uszkodzeniach niesystematycznych

Rys. 2

mach zapewnienia gwarancji parametrów niezawodności/ do zgłaszania uszkodzeń oraz roszczeń gwarancyjnych na specjalnych formularzach.. W tym celu zawiera się z odbiorcą umowy dotyczące przekazywania danych na okres gwarancyjny jak i na okres pogwarancyjny dla wybranych wyrobów.

W akcie gwarancyjnym umieszcza się, celem dotrzymania gwarancji niezawodności, następujące ustalenia i uzgodnienia:

- uzgodnione wskaźniki niezawodności i ich wartości,
- ustalenia gwarancyjne,
- warunki gwarancji.

Celem udostępnienia danych podstawowych i danych o wyrobie przekazuje się użytkownikowi dokumenty towarzyszące urządzeniu. Inżynierowie odpowiedzialni za uruchomienie urządzenia udzielają personelowi konserwacyjnemu i naprawczemu wskazówek co do prawidłowego gromadzenia i przekazywania danych. Dane podstawowe /strona 1 i 2 dokumentu towarzyszącego/ zawierają dane o obiekcie, zakresie dostawy, okresie gwarancyjnym, uzgodnionych wskazówkach niezawodności i ich wartościach, warunkach zastosowania i parametrach środowiskowych i w końcu o terminach dostawy i uruchomienia. Dane o wyrobach wpisuje się, przy każdym występującym błędzie lub uszkodzeniu, na stronie 3 dokumentu towarzyszącego. Dane te zawierają informację o uszkodzonym obiekcie, typie podzespołu lub jednostki funkcjonalnej, miejscu uszkodzenia i czasie uszkodzenia, ewentualnie skumulowanym czasie pracy, czasie trwania

uszkodzenia i o przyczynie błędu, ewentualnie o szczególnych właściwościach błędu. Informacje te wprowadza się w postaci niezaszyfrowanej, słownie lub liczbowo.

Dla każdej instalacji względnie dla każdego obiektu organizuje się Bank Danych obejmujący wszystkie dane podstawowe i dane o wydarzeniach. Są to m. in.:

- sprawozdania z uruchomienia sporządzone przez grupę rozruchową wraz ze szczegółowym opisem zaistniałych błędów i głównych punktów uszkodzeń zaobserwowanych podczas rozruchu i prób,
- dane podstawowe,
- dane o wydarzeniach,
- opracowane przez dział serwisowy informacje o przebiegu napraw uszkodzonych zespołów lub jednostek funkcjonalnych.

W celu przeprowadzenia analizy danych wszystkie dane podstawowe, dane o wydarzeniach dla każdego obiektu lub dla każdego wyrobu w sposób syntetyczny komprimuje się w tablicach przetwarzania danych. Parametry niezawodności oblicza się na podstawie symboli i wzorów normy NRD TGL 26.096. Obliczenia te opierają się na planie badań $/N, E, t^+ /$ i na założeniu, że czas uszkodzeń

Gromadzenie danych /DE/ Przekazywanie danych /DR/

Obiekt ..

Nr projektu...

Zakres dostawy Podzespoły-systemy.....

.....Szafy... Ramy wychylne

.....Pulpity

.....Stoły

Inne dodatkowe

.....urządzenia

.....Bloki... diody

.... tyristory

Umownie uzgodniony okres gwarancji ... miesiące

Umownie uzgodniona niezawodność eksploatacyjna

dla zakresu dostawy:

$$\begin{aligned}\ominus &= \dots\dots\dots (h) \\ \lambda &= \dots\dots\dots (h^{-1}) \\ \bar{T}_A &= \dots\dots\dots (h) \\ V_D &= \dots\dots\dots (\%) \end{aligned}$$

Dziedzina zastosowania..... wg normy NRD

Warunki środowiskowe..... TGL 22 500/06

System pracy zmianowej.....

Uzgodniony maks. czas pracy w okresie gwarancji..(h)

Termin dostawy

Termin uruchomienia

Termin: upływu gwarancji

Dopuszczalna liczba uszkodzeń w okresie gwarancji

Rys. 3

Gromadzenie danych /DE/ Przekazywanie danych /DR/

• Dane o zdarzeniach

1. Powrót naprawionych podzespołów na swoje miejsce
 - 1.1 Numer uszkodzenia
 - 1.2 Typ podzespołu
 - 1.3 Nr miejsca uszkodzonego
 - 1.4 Data zwrotu
2. Numer obiektu / typ urządzenia
3. Nr szafy
4. Nr miejsca
5. Oznaczenie podanych podzespołów
6. Bieżący numer uszkodzenia
7. Czas uszkodzenia. Data.....czas zegarowy
8. Gotowość do pracy..... Data.....czas zegarowy
9. Skumulowany czas pracy do uszkodzenia(h)
10. Czas trwania uszkodzenia (T_A).....(h)
 - 10.1 Czas trwania diagnozy (T_p).....(h)
 - 10.2 Czas naprawy (T_2).....(h)
11. Cechy błędu
12. Rodzaj usuniętego błędu
13. Powód uszkodzenia /końcowy/. Diagnoza wytwórcy
14. Uwagi

Rys. 4

względnie czas między uszkodzeniami podlegają rozkładowi wykładniczemu. Analizę danych na podstawie obserwacji ruchowych przeprowadza się obecnie za pomocą komputera stołowego lub minikomputera. Liczba obliczeń przeprowadzanych ręcznie jest taka, że raz na kwartał można przeprowadzić analizę całego asortymentu wyrobów.

W przygotowaniu jest program obliczeniowy dla zminimalizowania zakresu obliczeń komputerowych przy równoczesnym zwiększeniu zakresu obliczanych parametrów niezawodności. Zebrane na drukach Banku Danych dane podstawowe i dane o wydarzeniach wprowadza się do komputera, magazynuje w pamięci, zagęszcza a następnie w urządzeniu do przetwarzania danych dokonuje się kompresji i w końcu dokonuje obliczeń.

Wybrane przykłady analizy danych

Na wybranych przykładach wykażemy, w jakim zakresie można określać parametry niezawodności w eksploatacji, wychodząc z danych o wydarzeniach opisywanego systemu gromadzenia i przekazywania danych.

Urządzenia do obserwacji i rejestracji procesu

• Urządzenie "ursadat 4100"

Badane urządzenie "ursadat 4100" należy do systemu przeznaczonego do automatyzacji statków i służy do centralnej obserwacji, rejestracji i przedstawienia parametrów technologicznych dla eksploatacji maszyn odrębnych. Do systemu należą następujące urządzenia:

- obserwacja zakłóceń /ursadat 4110/,
- obserwacja temperatury gazów spalinowych /ursadat 4120/,
- rejestracja zakłóceń /ursadat 4130/,
- rejestracja wpisów do dziennika /ursadat 4140/,
- rejestracja manewrów /ursadat 4150/,
- wskazania wartości mierzonych /ursadat 4160/.

Wymienione urządzenia można instalować oddzielnie lub też funkcjonalnie współzależ-

Analiza danych Symbole/Wzory Norma TGL 26 096

1. Symbole

- Θ - średni czas między uszkodzeniami
- $\hat{\Theta}$ - oszacowanie punktowe średnich czasów między uszkodzeniami
- $\Theta_{M/0,9}$ - dolna granica oszacowania przedziału ufności średnich czasów między uszkodzeniami przy $S = 90\%$
- λ - intensywność uszkodzeń
- $\hat{\lambda}(t)$ - empiryczna intensywność uszkodzeń
- N - liczność próbek
- t^* - czas obserwacji
- $r(t^*)$ - liczba uszkodzeń podczas t
- T_A - czas trwania uszkodzenia
- \bar{T}_A - średni czas uszkodzenia
- V_D - współczynnik gotowości
- $R(t)$ - prawdopodobieństwo uszkodzenia

2. Wzory

$$(1) \Theta = \frac{N \cdot t^*}{r(t^*)} \quad (4) \lambda = \frac{1}{\Theta}$$

$$(2) \Theta_{M/0,9} = \lambda \cdot N \cdot t^* \cdot \frac{1}{\chi^2_{0,5; 2(r(t^*)+1)}} \quad (5) \bar{T}_A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{Ai}$$

$$(3) \hat{\lambda}(t) = \frac{r(t_k)}{N(t_{k-1} + \Delta t)} \quad (6) V_D = \frac{\Theta}{\Theta + \bar{T}_A}$$

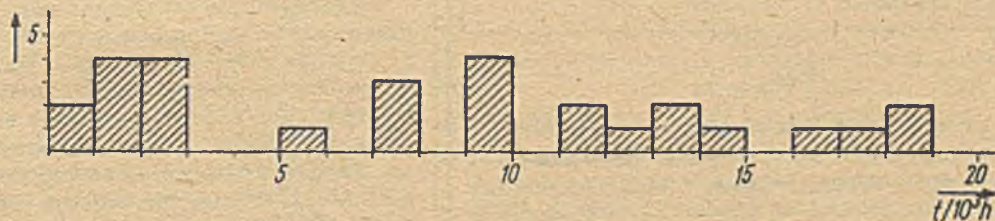
$$k = 1, 2, 3, \dots \quad (7) R(t) = e^{-\frac{t}{\Theta}}$$

$$(8) R(t) = 1 - \frac{r(t_{k-1})}{r(t^*)}$$

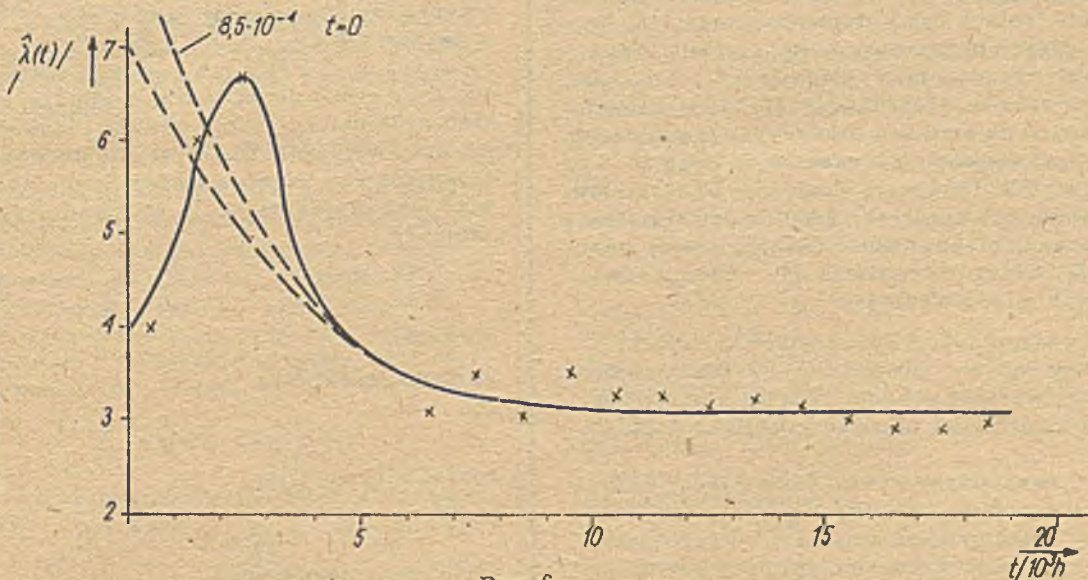
Rys. 5

Analiza danych		Wartości wskaźników niezawodności eksploatacyjnej					
Typ urządzenia		"ursadat" 4100					
Liczba szaf		4					
Liczba urządzeń		5					
Data oceny		31.04.1981					
Wartość gwarantowana niezawodności eksploatacyjnej $\Theta =$		625 h					
Nr projektu	Czas badania t^x/h	Liczba uszkodzeń $r/t^x/$	Czas trwania uszkodzenia T_A/h	Średni czas między uszkodzeniami $\bar{\Theta}/h$ $\Theta_{m/os}/h$		Średni czas trwania uszkodzenia T_A/h	Współczynnik gotowości $V_D/\%$
6603	22.812	8	35	2.852	1.755	2,7	95,5
6516	13.624	11	73	1.230	815	3,2	99,7
6535	12.276	4	64	3.065	1.536	2,7	99,9
6562	1.944	3	14	648	291	4,7	99,3
6626	2.902	2	6	1.851	545	3,0	99,8
Wartości średnie	53.458	28	192	1.909	1.482	2,95	99,85

Częstość uszkodzeń



Przebieg intensywności uszkodzeń wg funkcji czasu



Rys. 6

USZKODZENIA

Analiza danych "ursadat 4100"

Rozkład uszkodzeń

Test dopasowania momentów uszkodzeń do rozkładu wykładniczego

Hipoteza:

Warunek: Plan badań $/N, E, t^*/$

Wartość oczekiwana rozkładu normalnego $\mu = \frac{r \cdot N \cdot t^*}{2}$

Odchylenie standardowe rozkładu normalnego $\sigma = \sqrt{\frac{r(t^*)}{12}} \cdot N \cdot t^*$

Kryterium testu $V_r = \sum_{i=1}^r N_i t_i$

Kwantyl rozkładu normalnego $\mu(1 - \frac{\alpha}{2})$

Prawdopodobieństwo błędu α

Wyniki:

$N = 5$ urządzeń "ursadat 4100"
 $t^* = 18,484$ h
 $r(t^*) = 28$

1 prawdopodobieństwo błędu
 $\alpha = 0,1$ ($S = 50\%$)

$1.061.881 < 1.150.890 < 1.525.879$

Podana nierówność spełnia się, a więc można przyjąć hipotezę za udowodnioną, bo 3 momenty uszkodzenia pochodzą z rozkładu wykładniczego.

Rys. 7

nie. Urządzenia te instaluje się na małych statkach: pchaczach, statkach pasażerskich żeglugi śródlądowej, statkach przeciwpożarowych, ale także i na średnich i dużych statkach towarowych, ewentualnie na statkach przetwórczych ryb i statkach-chłodniach. Analizę danych przeprowadzono na pięciu identycznych urządzeniach składających się z zespołów ursadat 4110/4120/4130/4150/ zainstalowanych na statkach towarowych-masowcach. Dane przetwarzano w okresie od lipca 1978 r. do kwietnia 1981 r. /zależnie od terminów uruchomień/ przez ok. 2000 do 23000 h. Gwarantowana niezawodność eksploatacyjna wynosi dla każdego urządzenia $\Theta = 625$ h /średni czas międzyawaryjny/.

W podanej tabeli 1 przedstawiono wyniki analizy danych. Dla każdego urządzenia obliczono /wartość średnią/ wartości następujących wskaźników niezawodności eksploatacyjnej:

Θ = oszacowany średni czas między uszkodzeniami /MTFB/

Θ_{μ} = dolna granica ufności średniego czasu między uszkodzeniami przy poziomie ufności $S = 90\%$

T_{Λ} = średni czas trwania uszkodzenia /stanu niezdatności/

V_D = współczynnik gotowości.

Średnie wartości czasu między uszkodzeniami

$\Theta = 1909$ h lub $\Theta_{\mu} = 1482$ h są większe od 2, 3 do 3-krotnie.

Na rysunku 6 podano histogram występowania uszkodzeń w przedziałach $\Delta t = 1000$ h oraz przebieg intensywności uszkodzeń λ/t . Z wykresu tego wynika, że w pierwszej ćwiartce obserwowanego okresu intensywność uszkodzeń wzrasta z $4 \cdot 10^{-4}$ 1/h do maksimum $6,7 \cdot 10^{-4}$ 1/h i z kolei powoli spada do wartości stałej ok. $3,2 \cdot 10^{-4}$ 1/h. Taki nietypowy przebieg można wyjaśnić tym, że w okresie 250-godzinnej pracy w procesie fabrykacyjnym oraz za pomocą licznych prób i w końcu przy uruchamianiu usunięto większość wczesnych uszkodzeń. Są to tzw. ukryte lub spóźnione wczesne uszkodzenia. Krzywymi kreskowanymi oznaczono przypuszczalny przebieg intensywności uszkodzeń w przypadku zaniedbania usunięcia uszkodzeń wczesnych. A więc w chwili $t = 0$ należy się liczyć z wartością intensywności rzędu $7 \cdot 8,5 \cdot 10^{-4}$ 1/h.

Z podanej interpretacji wyników można wyciągnąć wniosek, że środki stosowane do wyeliminowania wczesnych uszkodzeń są skuteczne i przyczyniają się do zwiększenia niezawodności eksploatacyjnej urządzeń. Ze względu na długi okres ok. 15 Th stabilnego przebiegu intensywności uszkodzeń można wnioskować, że czasy uszkodzeń spełniają warunki rozkładu wykładniczego.

Wykorzystując otrzymane dane o zdarzeniach należy za pomocą testu udowodnić hipotezę, że czasy uszkodzeń t_i względnie czasy między uszkodzeniami Θ_i mają rozkład wykładniczy. Skoro test kończy się po upływie czasu próby t^+ to liczba uszkodzeń jest zmienną losową r . Liczność próbek pozostaje niezmieniona. A więc obowiązuje plan badań $/N, E, t^*/$. Test przeprowadza się przy założeniu, że sumaryczny czas próby $/S = N \cdot t^*/$ w zakresie $0 \leq S_i \leq S_t + \Delta$ $i = 1, 2, 3, \dots, r/t^+$ ma rozkład prostokątny, jeśli czasy uszkodzeń t_i spełniają rozkład wykładniczy. Suma wartości losowych już przy względnie małej liczbie dodawanych czynników ma prawie rozkład normalny, a więc jako kryterium testu wprowadza się wielkość

$$V_r = \sum_{i=1}^r S_i = \sum_{i=1}^r N_i \cdot t_i \text{ z parametrami:}$$

wartość oczekiwana

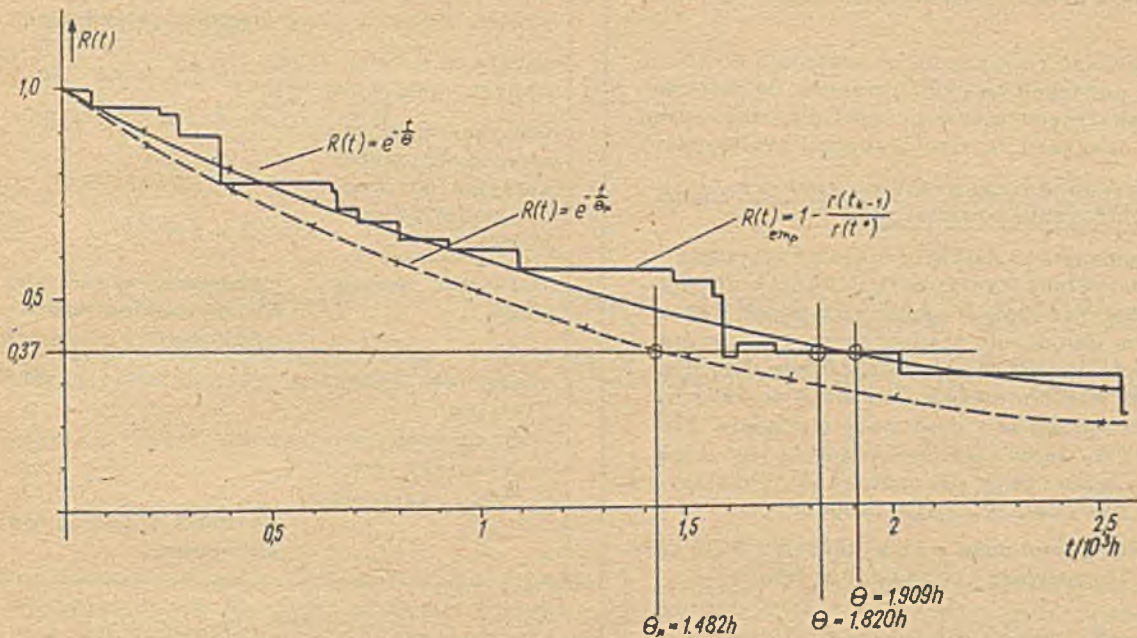
$$\mu = \frac{r}{2} S_t + = \frac{r}{2} N \cdot t^+$$

rozrzut /dyspersja/

$$G^2 = \frac{r}{12} S_t^2 = \frac{r}{12} /N \cdot t^+)^2 \text{ lub}$$

odchylenie standardowe

$$G = \sqrt{\frac{r}{12}} S_t + = \sqrt{\frac{r}{12}} N t^+$$



Rys. 8. Analiza danych "Ursadat" 4100. Przebieg intensywności uszkodzeń "Ursadat" 4100

Można przyjąć, że hipoteza t_a / t_{zn} , że czasy uszkodzeń t_i lub czasy Θ_i między uszkodzeniami mają rozkład wykładniczy / jest spełniona z prawdopodobieństwem błędu " α ", jeśli jest spełniona następująca nierówność:

$$\mu - u(1 - \frac{\alpha}{2})\sigma < \sum r < \mu + u(1 - \frac{\alpha}{2})\sigma$$

Tutaj ocenia się kryterium testu za pomocą kwantyli rozkładu normalnego $U(1 - \frac{\alpha}{2})\alpha$ jest to uprzednio wspomniane prawdopodobieństwo błędu, a więc można uważać, że poziom ufności wyniesie $S = |1 - \alpha| 100\%$

W rozważanym przykładzie można napisać przy prawdopodobieństwie błędu $\alpha = 0,1$ czyli $S = 90\%$ podaną nierówność z następującymi wartościami:

$$1.061.881 < 1.150.890 < 1.525.879$$

Dowodzi to prawdziwości przyjętej hipotezy.

Prawdziwość podanej hipotezy przedstawia także pokazany na rysunku przebieg prawdopodobieństwa uszkodzeń R/t . Porównanie dwóch krzywych, czyli wyliczonego prawdopodobieństwa uszkodzeń / przy założeniu, że czasy między uszkodzeniami spełniają rozkład wykładniczy/, a więc:

$$R/t = e^{-\frac{t}{\Theta}}$$

oraz empirycznego prawdopodobieństwa uszkodzeń:

$$\frac{R/t}{emp} = 1 - \frac{r/t_k - 1}{r/t^+}$$

Analiza danych Prostownik diodowy dużej mocy

Typ prostownika: niesterowane bloki prostownikowe o chłodzeniu powietrznym

Liczba obiektów 18 instalacji z 3872 diodami mocy /250 350 A/

Rodzaj pracy: 667 h / miesiąc

Gwarantowana niezawodność eks- $\Theta = 12000$ h /odnośnie jednego bloku z 48 diodami/ ploatacyjna;

Dziedziny zastosowania: dostawy dla kolei i przemysłu

Osiągnięte wskaźniki niezawodności eksploatacyjnej

- sumaryczny czas badań = 153.410h

- $\Theta = 21.750$ h

- $\Theta_{h/48} = 17.428$ h odnośnie jednego bloku z 48 diodami

Wskaźniki niezawodności eksploatacyjnej zastosowanych zespołów

- diody mocy:

- $\lambda_{0/0,9} = 1,196 \cdot 10^{-6} h^{-1}$

- oporniki drutowe:

- $\lambda_{0/0,9} = 1,426 \cdot 10^{-7} h^{-1}$

- kondensatory w. nap.

- $\lambda_{0/0,9} = 2,114 \cdot 10^{-7} h^{-1}$

- bezpieczniki ultra szybkie

- $\lambda_{0/0,9} = 1,227 \cdot 10^{-7} h^{-1}$

- połączenia lutowane

- $\lambda_{0/0,9} = 1,01 \cdot 10^{-8} h^{-1}$

Rys. 9

wykazuje prawie jednakowy przebieg obu krzywych.

Powyższe rozważania upoważniają do stosowania podanych na rys. 5 wzorów do obliczania wskaźników niezawodności dla porównywalnych urządzeń elektronicznych i systemów.

Niesterowane bloki prostownikowe o naturalnym chłodzeniu powietrznym

W podanym w dalszym ciągu przykładzie przedstawiono wyniki analizy danych dla niesterowanych bloków prostownikowych o naturalnym chłodzeniu powietrznym. Prostowniki służą do zasilania kolei i zakładów przemysłowych prądem stałym od 1000 A do 3500 A. Są one wykonane z diod mocy o prądzie 250 do 350 A. Jednostką porównawczą jest blok z 48 diodami przy gwarantowanej niezawodności eksploatacyjnej $\hat{\lambda} = 12000$ h.

Analizowano dane z 18 urządzeń z 3872 diodami. Sumaryczny czas prób wynosił:

$$\sum_{i=1}^r N_i \cdot t_i = 153\,410 \text{ h}$$

W odniesieniu do jednego bloku prostownikowego z 48 diodami obliczono następujące wartości niezawodności:

$$\hat{\lambda} = 21\,750 \text{ h}$$

$$\hat{\lambda}_{0,95} = 17\,426 \text{ h}$$

Wobec stosunkowo małego zakresu zastosowanych podzespołów można przy założeniu ufności 90% obliczyć górną granicę przedziału ufności następujących intensywności uszkodzeń podzespołów:

Diody mocy /250 A .. 350 A/

$$\lambda_0 = 1,196 \cdot 10^{-6} \text{ 1/h}$$

Oporniki drutowe większe od 10 W

$$\lambda_0 = 1,426 \cdot 10^{-7} \text{ 1/h}$$

Kondensatory wysokonapięciowe

$$\lambda_0 = 2,114 \cdot 10^{-7} \text{ 1/h}$$

Bezpieczniki diod bardzo szybkie

$$\lambda_0 = 1,227 \cdot 10^{-7} \text{ 1/h}$$

Połączenia lutowane

$$\lambda_0 = 1,01 \cdot 10^{-8} \text{ 1/h}$$

System modułowych podzespołów TRANSLOG 2

Na zakończenie należy podać wyniki analizy danych dotyczących podzespołów systemu o budowie modułowej TRANSLOG 2. Wyrób ten jest to cyfrowy system podzespołów, za pomocą których można realizować małe i średnie elektroniczne urządzenia sterujące. W systemie tym gwarantuje się niezawodność

Liczba obiektów: 8 urządzeń sterujących

Liczba zastosowanych elementów 9151

Gwarantowana niezawodność eksploatacyjna na funkcję podstawową elementu

$$\lambda = 1 \cdot 10^{-6} \text{ h}^{-1}$$

Dziedzina zastosowania: sterowanie zautomatyzowanych wind wysokościowych

Osiągnięte wskaźniki niezawodności eksploatacyjnej:

- sumaryczny dowiedziony czas = 43,983 h

- $\hat{\lambda} = 0,137 \cdot 10^{-6} \text{ h}^{-1}$

- $\lambda_{0,95} = 0,193 \cdot 10^{-6} \text{ h}^{-1}$

na funkcję podstawową elementu

Rys. 10

eksploatacyjną $\lambda = 1 \cdot 10^{-6} \text{ 1/h}$ na podstawową funkcję modułu. Analizowano 8 urządzeń sterujących /w pełni zautomatyzowanymi/ windami zainstalowanymi w wysokościowcach. Liczba zainstalowanych podzespołów wynosi 9151 sztuk. Sumaryczny czas próby = 43983 h. Obliczono wartość niezawodności eksploatacyjnej jako oszacowanie punktowe intensywności uszkodzeń na jedną funkcję podstawową:

$$\hat{\lambda} = 0,137 \cdot 10^{-6} \text{ 1/h}$$

Górna granica przedziału ufności przy $S=90\%$

$$\lambda_0 = 0,193 \cdot 10^{-6} \text{ 1/h}$$

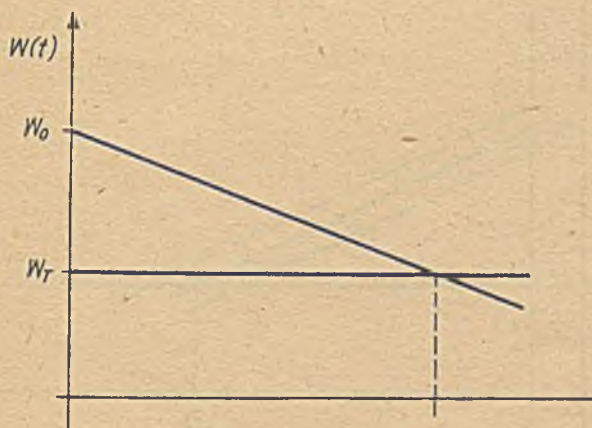
Reasumując powyższe rozważania można stwierdzić, że przedstawiony system gromadzenia, przekazywania i przetwarzania danych doprowadził po 3-letniej eksploatacji do zebrania dużej liczby parametrów niezawodności eksploatacyjnej urządzeń elektronicznych, urządzeń informatycznych, energoelektroniki oraz podzespołów elektronicznych. Określono także przy względnie niedużej ręcznej pracy intensywność uszkodzeń eksploatacyjnych wybranych podzespołów i elementów. Analiza danych o zdarzeniach umożliwiła także przedstawienie udowodnionych hipotez co do zależności uszkodzeń w czasie np. funkcji rozkładu, czasów do uszkodzenia jak i czasów między uszkodzeniami. Przedstawiony system umożliwia, w przyszłości, także optymalizację analizy danych dzięki wykorzystaniu komputerów. Dlatego też przewidziano /przy zachowaniu kart gromadzenia danych i uszkodzeń oraz organizacji systemu/ przeniesienie danych podstawowych i danych o zdarzeniach na komputerowe nośniki informacji, by je można cyklicznie przetwarzać wg specjalnego programu obliczeniowego.

mgr inż. K. BADER
 dr n.t. F. BEICHELT
 prof. dr. n.t. K. FISCHER

ZASTOSOWANIE TECHNIKI MIKROKOMPUTEROWEJ CELEM UNIKNIĘCIA USZKODZEŃ PARAMETRYCZNYCH

Uszkodzenie parametryczne występuje wówczas, kiedy niezawodność elementu lub systemu zależy od parametru, który po przekroczeniu ustalonego zakresu tolerancji uniemożliwia prawidłowe wypełnianie określonych funkcji. Bardzo często uszkodzenie parametryczne można wykryć tylko poprzez kontrolę parametru określającego daną funkcję, bo przecież przekroczenie granic tolerancji wpływa z jednej strony na niezawodność, a z drugiej niekoniecznie uniemożliwia działanie elementu. Po ustaleniu jednostronnego przedziału tolerancji /rys. 1/, można zaobserwować zmianę parametru w kierunku granicy tolerancji od wartości początkowej $W_0 = W / 0$, ale zmiana ta niekoniecznie musi być liniowa.

Ze względów praktycznych interesujące jest, w jaki sposób można, względnie ekonomicznie, uzyskać dostateczną liczbę informacji o stanie systemu /wartościach parametru/. Jest to szczególnie ważne, jeśli wy-



Rys. 1. Zmiana parametru przy jednostronnym zakresie tolerancji

magania co do bezpieczeństwa systemu są bardzo duże /np. w transporcie/, względnie jeśli uszkodzenie spowoduje duże straty ekonomiczne i techniczne. Ponadto można w przypadku zmiany parametru, w określonych warunkach, prognozować moment powstania uszkodzenia, a więc realizować maksymalne wykorzystanie rezerwy na zużycie.

Określenie przedziałów czasu odnowy i sprawdzania

Czas między naprawami

Dla przebiegu wartości parametru W / t przyjmuje się następujące założenie:

$$W / t / = W_0 + Vt$$

przy czym V jest to szybkość zmiany parametru /zmienna losowa ze stałą wartością średnią $m = E / V /$. Z powyższego wynika średni przebieg wartości parametru:

$$W / t / = E [W / t /] = W_0 + mt$$

Rozróżniamy dwa przypadki rozrzutu

$$s_w^2 = D^2 / V / :$$

1. s_w^2 nie jest funkcją czasu /rys. 2/, a wtedy rozrzut parametru wynosi:

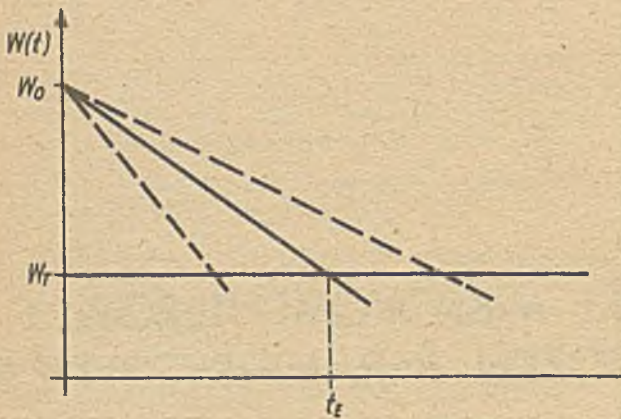
$$D^2 [W / t /] = s_w^2 \cdot t^2$$

2. $w^2 = D^2 [W / t /]$ nie jest funkcją czasu /rys. 3/ i wtedy zgodnie z równaniem /1/

$$w^2 = s_w^2 \cdot t^2$$

A więc w takim przypadku rozrzut szybkości $s_w^2 = D^2 / V /$ jest funkcją czasu:

$$s_w^2 = \frac{w^2}{t^2}$$



Rys. 2. Przebieg zmian w przypadku stałego rozrzutu ich szybkości

Odchylenie standardowe wynosi odpowiednio:

$$s_w = \frac{w}{t}$$

Czas między naprawami t_E charakteryzuje się tym, że można uniknąć uszkodzeń parametrycznych z prawdopodobieństwem $1 - \epsilon$. Oczywiście trzeba na ogół dobrać dostatecznie małe ϵ /około $\epsilon \approx 0,1$. Trzeba także założyć normalny rozkład V .

Dla obu podanych przypadków otrzymuje się następujące czasy między naprawami:

$$1. t_E = \frac{|W_0 - W_T|}{s_w \cdot u_{1-\epsilon} + |m|} \quad W_T \neq W_0 \quad /3/$$

$$2. t_E = \frac{w \cdot u_{\epsilon'} + W_0 - W_T}{|m|} \quad W_T < W_0 \quad /4/$$

przy czym u_{α} jest α -kwantylem zmiennej losowej o rozkładzie $N(0,1)$ a ϵ' można obliczyć z:

$$\epsilon' = 1 - \epsilon / \Phi \left(\frac{W_T - W_0}{w} \right) + \epsilon$$

Czas między sprawdzaniami

Czas między sprawdzaniami zależy bez wątpienia od szybkości zmian i dlatego na podstawie wcześniejszych badań statystycznych wybiera się krytyczną szybkość zmian w określonym przedziale m_{kryt} . Krytyczna szybkość zmian to taka szybkość, przy której parametr ten najszybciej osiąga granicę tolerancji. Jeśli założyć maksymalną dopuszczalną zmianę ΔW_t parametru między sprawdzaniami to dla czasu między sprawdzaniami otrzymamy związek liniowy:

$$t_k = \frac{\Delta W_t}{m_{kryt}} \quad /5/$$

Oczywiście przy ustalaniu ΔW_t duże

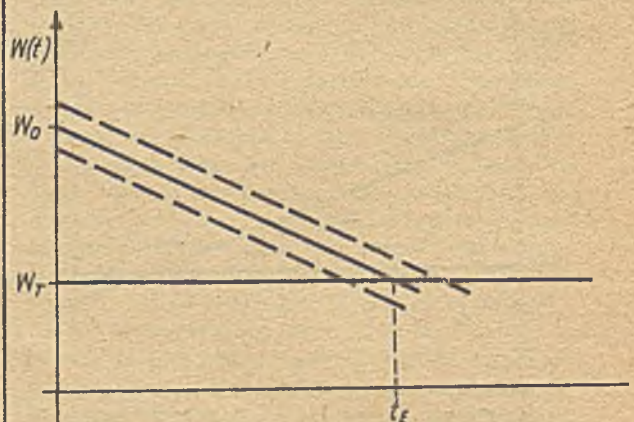
znaczenie ma osiągalna i rzeczywista dokładność pomiaru.

Zastosowanie techniki mikrokomputerowej

Jeśli w przypadku istniejących rzeczywistych systemów występuje względnie duży rozrzut parametru, to przy obliczaniu czasu między naprawami i między sprawdzaniami otrzymuje się je bardzo małe. Prowadzi to z konieczności do gwałtownego wzrostu czasu pracy /częste kontrole/ i zwiększenia się rezerwy na zużycie urządzenia. Z punktu widzenia ekonomii jest to niedopuszczalne i trzeba poszukiwać rozwiązań kompensujących w dużej mierze obłą wady. Wobec powyższego wydaje się konieczne przekroczenie obecnych technologicznych granic konserwacji poprzez zastosowanie techniki mikrokomputerowej. W oparciu o technikę mikrokomputerową należy opracować postępowe technologie konserwacji, przekraczające wyraźnie nasze obecne teoretyczne i praktyczne możliwości.

Zagadnienie polega na określeniu, w danych momentach czasowych, wartości obserwowanego parametru, zarejestrowaniu i ewentualnie przetworzeniu ich tak, aby można zastosować odpowiednie zabiegi konserwacyjne. Nie zawsze można bezpośrednio zmierzyć dany parametr, bo nieraz konwersja wartości parametru w cyfrową wielkość elektryczną jest związana z bardzo dużymi kosztami. Można jednak pomierzyć czasem taki parametr pośrednio, kontrolując inny, łatwo mierzalny parametr i wyciągnąć wnioski o szukanym parametrze.

Po rozwiązaniu zagadnień pomiarowych trzeba się zdecydować czy komputer ma także przetwarzać zmierzone dane, czy też tylko je rejestrować. Rejestrować dane można w różny sposób, np. w formie tabulogramów z dalekopisu lub też na dyspleju, na którym ukazują się dane zażądane przez ob-



Rys. 3. Przebieg zmian w przypadku stałego rozrzutu parametru

sługę konserwacyjną. Jeśli komputer zaangażowano do przetwarzania danych pomierzonych, to można mu także kazać określać szybkość zmian i tym samym w pewnej mierze prognozować przekroczenie granicy tolerancji. W ten sposób można lepiej planować zabiegi konserwacyjne i osiągnąć maksymalne wykorzystanie rezerwy na zużycie. Oczywiście komputer może zajmować się parametrami każdego elementu i tym samym określać rozrzut poszczególnych parametrów. Pozostaje wówczas określenie rozrzutu szybkości. Ponadto komputerowi można przekazać jeszcze jedną funkcję do wykonania, a mianowicie sprzężenie go z systemem. Jeśli bowiem nie wolno mierzyć danego parametru w czasie pracy całej instalacji lub też pracy poszczególnych podzespołów, to trzeba je najpierw odłączyć od procesu, zmierzyć parametr i ponownie dołączyć do procesu. W takim przypadku bardzo często realizuje się tzw. "funkcje blokujące" tak, aby pomiar nie wpływał na proces.

Dla elementów, których funkcjonalność zależy od ciągłej zmiany parametrów należy, jeśli istnieją wymagania ustalające określone prawdopodobieństwo niezawodności, określić czas między naprawami. W przypadku dużych wymagań niezawodności i dużego rozrzutu parametrów trzeba stosować bardzo małe czasy między naprawami i godzić się ze złym wykorzystaniem rezerwy zużycia. Awarie związane ze zmianą parametrów można w wielu przypadkach określać jedynie poprzez pomiary kontrolne, a więc poprzez duże zwiększenie pracochłonności. Technika mikrokom-

puterowa umożliwia automatyzację kontroli, czyli zmniejsza nakład pracy, a zarazem zwiększa wykorzystanie rezerwy na zużycie.

Technika mikrokomputerowa zwiększa niezawodność i polepsza planowanie konserwacji, rozwija więc teoretyczne i praktycznie klasyczne metody konserwacji oraz umożliwia dokonanie skoku jakościowego w tej dziedzinie techniki.

Literatura

[1]. K. Bader, P. Naumann: Badanie konserwacji dwuwarstwowego przekładnika silnika elektrycznego. Wykład na konferencji specjalistycznej "Rozwój zabezpieczeń w teorii i praktyce HfV Dresden 15. 11. 1979.

[2]. K. Bader, F. Beichelt: Planowa wspomagana komputerem konserwacja w przypadkach uszkodzeń spowodowanych dryfem parametrów na przykładzie eksploatacji kolei żelaznych. Specjalny dodatek do: "Czasopismo Naukowe HfV "Dresden 1980.

[3]. F. Beichelt: Efektywne planowanie zabiegów profilaktycznych przy konserwacji. Seria wydawnicza "Technika Automatyzacji", tom 185.

[4]. K. Fischer: Zastosowanie techniki mikrokomputerowej dla racjonalizacji konserwacji. Specjalny zeszyt "Czasopismo Naukowe HfV " Dresden 1980.



PROBLEMY BADAŃ LABORATORYJNYCH NIEZAWODNOŚCI URZĄDZEŃ AUTOMATYKI PNEUMATYCZNEJ

Ocenę eksperymentalną niezawodności określonego urządzenia możemy uzyskać za pomocą badań prowadzonych w warunkach naturalnych oraz w warunkach laboratoryjnych. Badania prowadzone w warunkach naturalnych mogą dać wyniki najcenniejsze. Niestety na ogół pojawiają się one po zbyt długim okresie czasu, depręcjonującym uzyskane dane. Okazuje się także, że organizacja takich badań jest w praktyce dość trudna, ponieważ obiekty badań wychodzą ze sfery oddziaływania producenta i rozpraszają się u licznych użytkowników. Niedogodności powyższe nie występują w przypadku badań laboratoryjnych, które mogą być szczególnie efektywne, gdy się je sprzęga z procesem projektowania. Można wtedy, stosując metodę "prób i korekt", ukształtować projektowany obiekt optymalnie pod względem niezawodności. Istnieją jednak pewne uwarunkowania stwarzające poważne trudności w realizacji takich badań. Niezbędne jest mianowicie posiadanie metod:

- przyspieszania lub skracania badań,
- przeniesienia wyników, uzyskanych w laboratorium, do warunków istniejących w eksploatacji.

Artykuł dotyczy takich metod w zastosowaniu do wybranego urządzenia automatyki pneumatycznej, którym jest regulator PID typu A-406. Zbiór rozwiązań technicznych nazywany potocznie automatyką pneumatyczną, jest znacznie zróżnicowany /tabela 1/. Aktualnie nie istnieje jakaś ujednoczona metodyka badań laboratoryjnych tych urządzeń i jest wątpliwe czy taką metodykę w ogóle można stworzyć. Skąpe informacje z literatury [5, 12] z korespondencji, jaką Instytut prowadził z licznymi producentami pneumatyki na świecie, a także na drodze osobistych kontaktów, pozwalają stwierdzić, że laboratoryjne badania niezawodności automatyki pneumatycznej prowadzi się w odosobnionych przypadkach, odnośnie niektórych tylko typów urządzeń.

Regulator A-406 jest urządzeniem odnawialnym. Dla określenia niezawodności takiego obiektu najistotniejsze są wskaźniki dotyczące czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami oraz naprawialności [1]. Wskaźniki przechowywalności i trwałości wydają się mało istotne dla obiektu o bardzo dużej odporności, jakim jest regulator. Z dwóch grup wskaźników wymienionych jako istotne, ocena czasu poprawnej pracy jest problemem znacznie trudniejszym. W dalszej części artykułu skoncentrujemy się na tym problemie.

Regulator A-406 jest urządzeniem średniczeniowym, zbudowanym w technice mieszkowej. Ogólnie znana jest wysoka niezawodność tego typu urządzeń w zakresie uszkodzeń katastroficznych, co jest wynikiem dużej trwałości oraz niskiego obciążenia energetycznego. Można się natomiast spodziewać występowania uszkodzeń o charakterze parametrycznym. Wyznaczanie niezawodności parametrycznej jest znacznie trudniejsze. Należy wziąć pod uwagę cały szereg różnych wymuszeń oddziałujących na regulator oraz zdecydować się na określone kryteria uszkodzenia, których może być wiele, w zależności od zastosowania regulatora. Nie należy zapominać, że badania mają być przyspieszone, a wyniki adekwatne do warunków panujących w eksploatacji, które to warunki mogą być bardzo różne w poszczególnych przemysłach /np. chemia i okrętownictwo/. Wszystko to komplikuje model niezawodności parametrycznej regulatora, a w konsekwencji proces badań. Aby problem sensownie uprościć trzeba było przyjąć szereg założeń badawczych, które wymagają jednak weryfikacji eksperymentalnej. Postawienie tych właśnie założeń jest sprawą najtrudniejszą - dotyczą bowiem problemów położonych na styku pneumatyki, teorii automatyki, niezawodności oraz teorii eksperymentu, tak w aspekcie praktycznym jak i teoretycznym.

Tabela 1

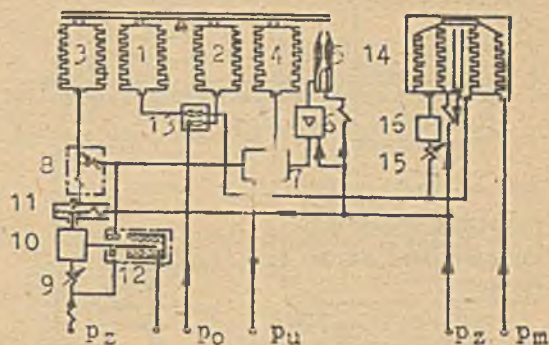
Podział urządzeń automatyki pneumatycznej

	Kryterium podziału	Podział
Urządzenia automatyki pneumatycznej	Sposób działania	ciągłe /analogowe/, dyskretne /przełącznikowe/
	Poziom sygnału pneumatycznego	wysokociśnieniowe, niskociśnieniowe
	Realizowane funkcje	regulatory, przetworniki, urządzenia wykonawcze, inne
	Rozwiązanie konstrukcyjne	podstawowe zespoły zawierają: mieszki sprężyste, membrany, zespoły cylinder-tłok, zespoły cylinder-kulka, zespoły strumieniowe

Regulator A-406

Schemat pneumatycznego regulatora proporcjonalno-całkująco-różniczkowego konstrukcji mieszkowej, średniociśnieniowej typu A-406 ilustruje rys. 1 [2]. Niektóre dane techniczne tego urządzenia [2]:

- sygnały wielkości regulowanej, wartości zadanej	0,02 - 0,10 MPa,
- sygnały wielkości sterującej	0,02 - 0,10 MPa,
- nastawialny zakres proporcjonalności	5-300% lub 12-600%,
- nastawialny czas zdwojenia	0,1 - 50 min,
- nastawialny czas wyprzedzenia	0,05 - 25 min,
- wpływ zmian sygnału wartości zadanej w pełnym zakresie na dokładność statyczną dla zakresu proporcjonalności 5 - 300%	0,4%,
12 - 500%	0,7%,
- wpływ zmiany sygnału wielkości sterującej w pełnym zakresie na dokładność statyczną dla zakresu proporcjonalności 5 - 300%	0,4%,
12 - 600%	0,6%,
- pobór powietrza w stanie ustalonym	400-600 dm ³ /h,



Rys. 1. Schemat regulatora PID. Oznaczenia: 1, 2-mieszki wielkości regulowanej i zadanej, 3, 4-mieszki dodatniego i ujemnego sprzężenia zwrotnego, 5-kaskada pneumatyczna eżektorowa, 6-wzmacniacz, 7-pojemność, 8-dławik, P, 9-dławik I, 10-pojemność I, 11-wzmacniacz, 1:1, 12-przełącznik bocznikujący, 13-przełącznik NORM-REV, 14-zespół mieszek przystawki różniczkującej, 15-dławik D, 16-pojemność, p_z-ciśnienie zasilania, p_m-wielkość regulowana, p_o-wartość zadana wielkości regulowanej, p_z-ciśnienie zasilania, p_u-wielkość sterująca.

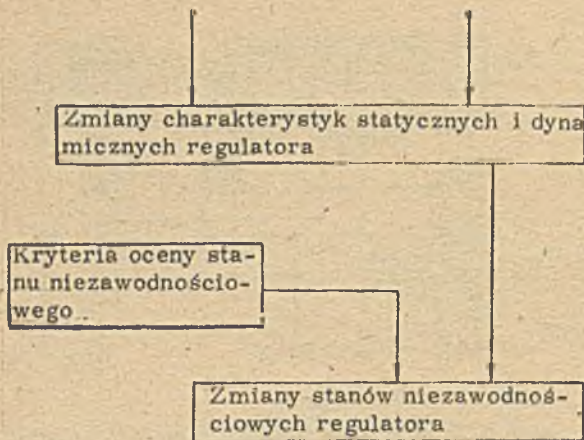
- wydatek maksymalny	3600 dm ³ /h,
- ciśnienie zasilania	0,14 ±10% MPa,
- dopuszczalna temperatura otoczenia	-20 + +50°C,
- wilgotność względna do	95%
- czynnik roboczy	powietrze o temperaturze punktu rosy niższej o 10°C od temperatury otoczenia, nie zawierające kurzu, oleju oraz zanieczyszczeń reagujących chemicznie i wywołujących korozję stopów miedzi i aluminium lub niszczenie gumy olejoodpornej.

Regulator A-406 znajduje zastosowanie w układach sterowania procesem przemysłowym, charakteryzującym się szerokim zakresem zmian obciążenia; znajduje zastosowanie między innymi w przemyśle chemicznym i na statkach morskich.

Producentem regulatora jest Przedsiębiorstwo Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal" w Warszawie-Falenicy.

Model czynników wymuszających

Jak już wyżej wspomniano, sens ma rozpatrywanie niezawodności parametrycznej urządzeń automatyki pneumatycznej. Uszkodzenia katastroficzne tych urządzeń pojawia-



Rys. 2. Czynniki wpływające na niezawodność parametryczną regulatora

ją się dość rzadko i powodowane bywają wadami produkcyjnymi, błędami w obsłudze technicznych, niewłaściwym użytkowaniem instalacji oczyszczania powietrza sprężonego lub też zdarzeniami o charakterze katastrofy nadsystemu, w którym te urządzenia pracują /np. zalanie pomieszczenia wodą morską/ [1]. Wszystkie te przyczyny nie powinny wystąpić przy odpowiedniej kontroli produkcji oraz odpowiedniej eksploatacji. Czynniki oddziałujące na regulator w toku jego eksploatacji, a wpływające na jego niezawodność parametryczną ilustruje rys. 2 [6, 13].

W przedziale czasu $/0, t >$, odpowiadającemu okresowi użytkowania regulatora po jego wyprodukowaniu lub też naprawie głównej, po której jest on "nowy jak nowy", oddziałują nań dwie grupy czynników: wymuszenia robocze i środowiskowe. Powodują one trwałe zmiany stanu fizycznego regulatora. Przyjęto przy tym, że w rozpatrywanym przedziale nie wprowadza się zmian nastaw regulatora. Stan fizyczny regulatora w chwili t zależy od wymienionych wyżej oddziaływań w przeszłości oraz wartości wymuszeń roboczych, środowiskowych oraz nastaw w rozpatrywanej chwili. Oznacza to, że w określonej chwili t parametry stanu regulatora będą funkcjami także oddziaływań mających miejsce w tejże chwili oraz zmieniać się będą wraz z nastawami regulatora. Konsekwencją zmian stanu fizycznego regulatora będą zmiany jego charakterystyk statycznych i dynamicznych. Te ostatnie podlegają pomiarom, których wyniki zestawione z określonymi kryteriami pozwalają zakwalifikować regulator do jednego z przyjętych stanów niezawadnościowych. Kryteria ocenowe w ogólnym przypadku mogą zależeć od zastosowania układu.

Jak wynika z powyższej analizy proces zmiany stanu regulatora zależy od wielu

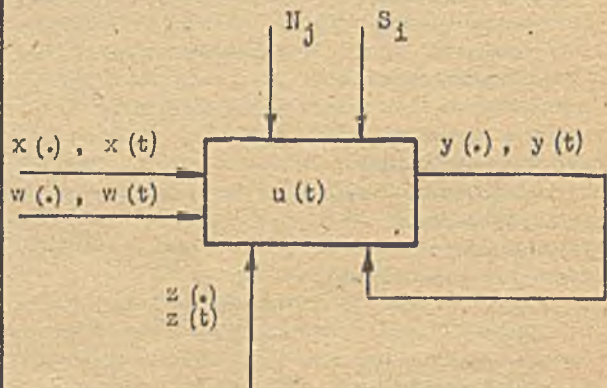
czynników. Trudno przy tym wyróżnić czynnik dominujący. Charakterystyki zewnętrzne regulatora, stanowiące obraz jego stanu fizycznego, będą musiały być wyznaczone jako funkcje parametrów sygnałów pneumatycznych, parametrów środowiska oraz nastaw. Kryteriów uszkodzenia nie powinno się definiować w sposób uniwersalny. Budując model takiego obiektu, trzeba będzie przyjąć szereg założeń badawczych, upraszczających badaną rzeczywistość. Rzecz w tym, aby uczynić to nie tracąc nadmiernie na adekwatności przyjętej idealizacji.

Model czynników oddziałujących na regulator przedstawiono na rys. 3. Oddziaływania te mogą mieć charakter procesów: $x(\cdot)$, $w(\cdot)$, $z(\cdot)$, $y(\cdot)$, wartości chwilowych: $x(t)$, $w(t)$, $z(t)$, $y(t)$ oraz parametrów: N_j , S_1 . Stan fizyczny regulatora w chwili t oznaczono przez $u(t)$. Niżej przyjmujemy pewne założenia badawcze odnośnie czynników wymuszających.

Zał. 1. Odnowy regulatora przywracają mu w pełni stan, jaki posiadał w chwili rozpoczęcia eksploatacji.

Założenie jest oczywiste, gdy weźmie się pod uwagę, że procesy starzeniowe powodują w zasadzie jedynie odwracalne zmiany stanu /zanieczyszczenia, luzy/, a ewentualne części uszkodzone trwałe, mogą zostać wymienione. Implikacją założenia jest identyczność rozkładów czasu do pierwszego uszkodzenia i czasów między kolejnymi uszkodzeniami, oczywiście przy identyczności zachodzących procesów starzeniowych.

Zał. 2. Wymuszenie od wielkości regulowanej $x(\cdot)$ stanowi proces zmian ciśnienia p_m , które może przybierać wartości w całym przedziale zmienności.



Rys. 3. Model wymuszeń oddziałujących na regulator. Oznaczenia: x -wymuszenia od wielkości regulowanej, w -wartości zadanej, z -zasilania, x -wielkości sterującej, N_j -nastaw, S_1 -środowiska, u -stan fizyczny regulatora.

$$x(\cdot) = \{p_m(\tau) : \tau \in (0, t)\}$$

$$x(t) = p_m(t),$$

$$p_m(\tau), p_m(t) \in (p_{m \min}, p_{m \max})$$

Wymuszenie $x(\cdot)$ powinno być modelowane procesem stochastycznym, dającym się w określonych przypadkach aproksymować przebiegiem deterministycznym. Proces $x(\cdot)$, przy określonych dalej warunkach nałożonych na pozostałe wymuszenia, "decyduje" o obciążeniu energią pneumatyczną części przepływowej regulatora, energią potencjalną jego elementów sprężystych, a także o ruchu tych elementów.

Regulatory A-406 pracują na ogół w układach stabilizacji. Upoważnia to do postawienia:

Zał. 3. Wymuszenie od wartości zadanej stanowi stałe w czasie ciśnienie p_0 , które może przybierać wartości w całym zakresie zmienności:

$$w(\cdot) = \{p_0(\tau) = p_0 : \tau \in (0, t)\},$$

$$w(t) = p_0(t),$$

$$p_0(\tau), p_0(t) \in (p_{0 \min}, p_{0 \max}).$$

Wartość zadana ma istotny wpływ na obciążenie regulatora. Różnica tej wielkości i wielkości regulowanej jest motorem ruchu elementów regulatora. Ciśnienie zasilania regulatora można potraktować jako stałe w czasie i pominąć pewne jego nieuniknione w praktyce oscylacje. Ciśnienie i natężenie przepływu powietrza sprężonego, zasilającego regulator, stanowią o obciążeniu energią pneumatyczną jego części przepływowej. Natężenie przepływu zależy od wymuszeń $x(\cdot)$ i $w(\cdot)$, wobec postawionego dalej założenia o wielkości sterującej $y(\cdot)$.

Zał. 4. Wymuszenie od zasilania stanowi stałe w czasie ciśnienie p_z równe swojej wartości znamionowej:

$$z(\cdot) = \{p_z(\tau) = p_z : \tau \in (0, t)\},$$

$$z(t) = p_z,$$

$$p_z = p_z \text{ znam.}$$

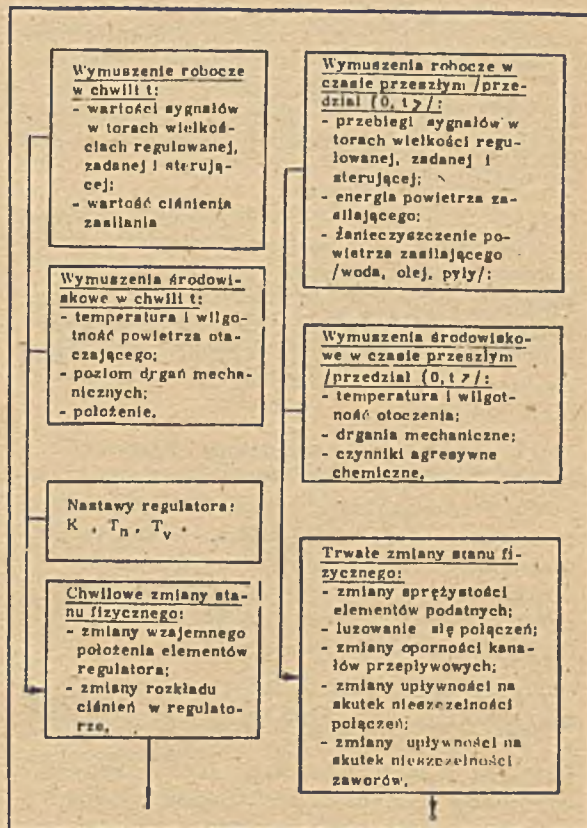
Regulator w większości zastosowań pracuje w układzie z ustawnikiem pozycyjnym, na ogół typu mieszkowego. Oznacza to, że natężenie przepływu powietrza przez wzmacniacz jest znikome i zależy od przebiegu wymuszeń $x(\cdot)$ i $w(\cdot)$ oraz niedużej pojemności mieszka ustawnika i przewodów łączących. W związku z tym można przyjąć:

Zał. 5. Wymuszenie od wielkości sterującej stanowi zmienne w czasie ciśnienie p_u , które może przybierać wartości w całym zakresie zmienności.

$$y(\cdot) = \{p_u(\tau) : \tau \in (0, t)\},$$

$$y(t) = p_u(t),$$

$$p_u(\tau), p_u(t) \in (p_{u \min}, p_{u \max}).$$



W eksploatacji nastawy regulatora są praktycznie stałe w bardzo długich odcinkach czasu, a jeśli podlegają regulacji to ich ewentualne zmiany bywają małe. Nastawy te mają zasadniczy wpływ na charakterystyki statyczne i dynamiczne regulatora. W modelu czynników wymuszających mogą być traktowane jako parametry.

Zał. 6. Wymuszenia od nastaw N są stałe w czasie i mogą przybierać wartości w całym zakresie zmienności.

$$N_j = \{K_j, T_{nj}, T_{vj}\}, \quad j=1, 2, \dots,$$

gdzie:

$$K_j - \text{współczynnik wzmocnienia}$$

$$K_j \in (K_{\min}, K_{\max})$$

$$T_n - \text{czas dwójnojenia}$$

$$T_{nj} \in (T_{n \min}, T_{n \max})$$

$$T_v - \text{czas wyprzedzenia}$$

$$T_{vj} \in (T_{v \min}, T_{v \max})$$

j - numer kombinacji wartości nastaw.

Identyfikacja widma obciążeń, charakterystycznego dla eksploatacji regulatora w określonych zastosowaniach jest trudna, pracochłonna i kosztowna. Nie wiadomo, czy w ogóle jest sens mówić o przeciętnym widmie obciążeń w określonym zastosowaniu ze względu na bardzo duże rozmycie rozkładów mierzonych parametrów. Gdyby nawet takie rozkłady zostały uzyskane, to użycie ich w badaniach niezawodności byłoby nierealne

ze względu na koszty badań. Należałoby bowiem wyznaczyć wpływ losowo zmiennych parametrów środowiska na charakterystyki niezawodnościowe, co wymagałoby badań o bardzo dużym zakresie i niskiej uniwersalności wyników. W opisanej sytuacji można postąpić następująco:

- wyznaczyć wpływ określonych parametrów środowiska na funkcję niezawodności, co stworzy możliwość wyliczenia tej funkcji dla dowolnej wartości tego parametru,
- przeprowadzić badania dla ekstremalnych parametrów środowiska i uzyskać w ten sposób oszacowania niezawodności w eksploatacji "od dołu".

Dla określonych zastosowań regulatora można wyznaczyć wartości ekstremalne czynników środowiskowych, w jakich urządzenie to powinno poprawnie działać. Można się przy tym posłużyć badaniami rozkładów ekstremalnych narażeń środowiskowych [10] lub określonymi normami, czy też przepisami dotyczącymi obiektów sterowania.

Wyniki badań prowadzonych na statkach morskich [11, 13], a także analizy zawartej w [6], i dane w [2], pozwalają dojść do pewnych uogólnień odnośnie środowiskowych czynników wymuszających zmiany stanów niezawodnościowych urządzeń automatyki pneumatycznej: dominują drgania mechaniczne i zanieczyszczenia powietrza sprężonego. Wydaje się, że istotny wpływ na proces powstawania uszkodzeń parametrycznych ma także temperatura, która może sprzyjać luzowaniu i odkształcaniu się części regulatora. Dopuszczalny poziom zanieczyszczeń powietrza sprężonego jest określony przez producenta [2], a eksploatacja powinna zapewnić warunki użytkowania regulatora, w których poziom ten nie zostanie przekroczony. Można więc postawić wniosek, że należy badać wpływ drgań mechanicznych i temperatury na niezawodność parametryczną regulatora, przy zachowaniu dopuszczalnego poziomu zanieczyszczeń powietrza zasilającego.

Jako miarę poziomu narażeń od drgań mechanicznych można przyjąć ich średnią prędkość \bar{v} [14]. Takie podejście upraszcza znacznie problem tej miary, ponieważ nie zależy ona w sposób jawny od częstotliwości. Wydaje się jednak słuszne jedynie w przypadku braku rezonansów wewnątrz regulatora. W modelu czynników wymuszających narażenia środowiskowe mogą być traktowane jako parametry.

Zał. 7. Wymuszenia środowiskowe S stanowią temperaturę otoczenia T_0 i średnie prędkości drgań mechanicznych \bar{v} /lub ich przebiegi czasowe/, przy ustalonym dopuszczalnym poziomie zanieczyszczeń Z_{dop} powietrza zasilającego i mogą przybierać wartości z przedziałów charakterystycznych dla określonych obszarów zastosowań regulatora,

$$S_i = \{W_{oi}, \bar{v}_i, Z_{dop} = \text{const}\}, \quad i = 1, 2, \dots,$$

gdzie:

i - numer kombinacji narażeń środowiskowych.

lub

$$S_i = \{g_{oi}(\cdot), \bar{v}_i(\cdot), Z_{dop} = \text{const}\}, \quad i = 1, 2, \dots$$

Należy się zastanowić nad miarą wiodącego wymuszenia roboczego. Z poprzedniej analizy wynika, że wielkość regulowana $p_m(\cdot)$ oraz wartość zadana p_0 mają podstawowy wpływ na stan fizyczny regulatora. Sygnał wyjściowy p_u jest funkcją tych dwu wielkości, a ściśle - uchybu regulacji

$$e(\cdot) = p_0 - p_m(\cdot)$$

Miarą obciążenia regulatora od wymuszeń roboczych może być określony funkcjonal wyznaczony na procesie $e(\cdot)$. Postaci takiego funkcjonalu może być bardzo dużo. Istotne jest, aby była ona prosta i łatwa do pomiaru.

Zał. 8. Miarę wymuszeń roboczych stanowi wartość skuteczna uchybu regulacji

$$e_{sk} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T e^2(\tau) d\tau}$$

W wyniku poczynionych założeń można napisać, że stan regulatora w chwili t

$$u(t) = f(e_{sk}, t, C_t) N_j, S_i,$$

gdzie:

$C_t = \{w(t), x(t), y(t)\}$ - zbiór wartości wymuszeń roboczych w chwili t .

Kryteria oceny zdolności regulatora

Wyznaczanie kryteriów, z pomocą których można by kwalifikować regulator do określonego stanu niezawodnościowego, jest problemem: regulator może być zainstalowany bowiem w rozmaicie rozwiązanych układach regulacji, przeznaczonych do sterowania różnymi procesami, w różnych gałęziach przemysłu. W zależności od wymaganej jakości sterowanego procesu oraz ograniczeń natury technologicznej i konstrukcyjnej stawia się określone wymagania dla układu sterowania. Mając wymagania dla układu można sprecyzować rodzaj i wartość kryteriów, przekroczenie których uczyni regulator niezdatnym pod względem parametrycznym.

Problem kryteriów można by także postawić inaczej: w warunkach technicznych podane są wartości określonych własności regulatora, określających klasę jego jakości. Przekroczenie każdej z tych wartości można by uznać za uszkodzenie. Takie rozwiązanie problemu wydaje się jednak formalne, pozwalające określić producentowi jedną z cech jakości, lecz mało przydatną dla projektanta i eksploatatora układu. Tym ostatnim trzeba dostarczyć informacji, które po-

zwolliłyby na ocenę niezawodności układu automatyki w konkretnym zastosowaniu oraz dane potrzebne do sterowania odnowami w procesie eksploatacji.

Wyciągając wnioski z powyższych rozważań można stwierdzić że:

- o niezawodności parametrycznej regulatora decyduje kilka kryteriów, istotnych w różnych dziedzinach jego zastosowania,
- w badaniach należy wyznaczać zależność wartości tych kryteriów od czasu.

Takie rozwiązanie problemu pozwoli na elastyczny dobór rodzaju i wartości kryterium, w zależności od zastosowania regulatora.

Powstaje teraz problem nazwania kryteriów, wymienianych uprzednio w sposób ogólny. Można je wyznaczyć w oparciu o analizę wymagań stawianych urządzeniom automatyki. Mogą nimi być:

- wpływ zmiany sygnału sterującego na dokładność statyczną regulatora, czyli błąd statyczny $\Delta e_y(t)$ w funkcji sygnału y ,
- wpływ zmiany sygnału wartości zadanej na dokładność statyczną regulatora, czyli błąd statyczny $\Delta e_w(t)$ w funkcji sygnału w ,
- stabilność /zależność od czasu/ parametrów dynamicznych $K(t)$, $T_n(t)$, $T_v(t)$.

Błędy Δe_y i Δe_w stanowią, wraz z uchybem statycznym układu i błędów statycznych innych jego elementów składowych, o dokładności regulacji w warunkach ustalonych. W przypadku układów stabilizacji z regulatorami PID uchyb statyczny układu równy jest zeru. Błędy statyczne mają wtedy decydujący wpływ na jakościowe wyniki procesu regulacji. Dotyczy to szczególnie procesów wolnozmiennych.

Parametry K , T_n , T_v wpływają na przebiegi charakterystyk dynamicznych regulatora. Mając wartości tych parametrów można badać na drodze teoretycznej przebiegi charakterystyk dynamicznych i wyznaczać interesujące nas kryteria jakości procesu regulacji. Mając z kolei wyrażenia na zależność tych parametrów od czasu, można badać zmienność kryteriów w czasie i wyznaczać okresy między kolejnymi regulacjami, czy też odnowami regulatora. Można oczywiście wymienić cały szereg dalszych kryteriów niezawodności, jak np. pobór własny powietrza, stabilność zerowania itd. Badania ze względu na wszystkie z nich są nierealne z uwagi na pracochłonność pomiarów. Wydaje się, że trzy wymienione wyżej mają znaczenie podstawowe.

Model funkcji niezawodności

W rozważanym przypadku funkcję niezawodności stanowią wektory prawdopodobieństw niewystąpienia odchyłki określonego parametru większej od granicznej w przedziale czasu $(0, t)$, przy czym wartości tych odchyłek są składowymi pewnego wektora, nazwanego wektorem wartości granicznych.

Zmienną niezależną funkcji niezawodności jest czas t . Wektorową funkcją niezawodności sformułowań należy dla każdego z pięciu wyróżnionych kryteriów uszkodzenia regulatora. Funkcja niezawodności odniesiona jest do określonego poziomu wymuszeń środowiskowych i roboczych. Odnosnie tych wymuszeń przyjęto:

Zał. 9. Wpływy temperatury otoczenia, drgań mechanicznych oraz wartości skutecznej uchybu regulacji na funkcję niezawodności są wzajemnie niezależne.

Dla kryterium błędu statycznego Δe_y otrzymamy następujące wyrażenie na funkcję niezawodności:

$$\left(\vec{R}_y(t) \right)_{ijp} = \xi'_{yi} \cdot \xi''_{yj} \cdot \xi'''_{yp} \cdot \left(\vec{P}_v \{ T \gg t \} \right)_{i=1, j=1, p=1; WP_y}$$

gdzie:

T - zmienna losowa czasu między kolejnymi uszkodzeniami

$$T = \{ \tau : \Delta e_y(\tau) = \Delta e_{y_{gr}} \}$$

$\Delta e_{y_{gr}}$ - wektor wartości granicznych błędów Δe_y .

ξ'_{yi} , ξ''_{yj} , ξ'''_{yp} - współczynniki wpływu temperatury otoczenia, prędkości drgań mechanicznych, wartości skutecznej uchybu regulacji,

- $i=1, n_i$ - numer poziomu wymuszeń środowiskowych od temperatury otoczenia,
- $j=1, n_j$ - numer poziomu wymuszeń środowiskowych od prędkości drgań mechanicznych,
- $p=1, n_p$ - numer poziomu wymuszeń roboczych od wartości skutecznej uchybu regulacji,
- $i=1, j=1, p=1$ - poziomy wymuszeń odpowiadające normalnym warunkom laboratoryjnym,
- WP_y - ustalone wartości pomiaru błędu Δe_y .

Powyższe wyrażenie pozwala obliczać niezawodność w różnych warunkach środowiskowych i roboczych w odniesieniu do warunków przyjętych za "normalne laboratoryjne". Jako parametr prawdopodobieństwa P_y przyjęto między innymi warunki pomiaru WP_y uchybu Δe_y . Jest to wynikiem skomplikowanej procedury pomiarowej tej wielkości [3], która wymaga ścisłego określenia, jeżeli wyniki pomiarów mają być wzajemnie porównywalne. Niezawodność można również opisać za pomocą nierówności, zadowalając się oszacowaniem od dołu funkcji niezawodności dla określonych warunków eksploatacyjnych: $\left(\vec{R}_y(t) \right)_{eksp} \gg \vec{P} \{ T \gg t \}$

$$i=n_i, j=n_j, p=n_p; WP_y$$

gdzie:

$i=n_i, j=n_j, p=n_p$ - poziomy wymuszeń, odpowiadające ekstremalnym warunkom eksploatacyjnym w danym obszarze zastosowania.

Podobne wyrażenia na funkcję niezawodności możemy napisać dla innych kryteriów uszkodzeń: błędu statycznego Δe_w oraz względnych odchyłek parametrów dynamicznych:

$$\bar{K}(t) = \frac{|K(t) - K(0)|}{K_0} \quad 100\%$$

$$\bar{T}_V(t) = \frac{|T_V(t) - T_V(0)|}{T_V(0)} \quad 100\%$$

$$\bar{T}_n(t) = \frac{|T_n(t) - T_n(0)|}{T_n(0)} \quad 100\%$$

Uwagi o identyfikacji funkcji niezawodności

W rozważanym przypadku identyfikacja polega na eksperymentalnym wyznaczeniu parametrów modelu funkcji niezawodności, optymalnych pod względem dokładności. Zagadnienie sposobu identyfikacji funkcji niezawodności jest dość obszernie. Wymaga wniknięcia w szczegóły techniki badań i pomiarów. Wykraczałoby to poza zakres niniejszego artykułu. Ograniczymy się więc do kilku podstawowych uwag na ten temat, odniesionych do procedury identyfikacji modelu równościowego /z współczynnikami wpływu β /, jako trudniejszej.

Do rzadkości należą urządzenia pozwalające generować równocześnie narażenia temperaturowe i drganiowe. Urządzeń takich nie posiada także Instytut. Implikuje to realizację dwóch cykli badawczych: 1° przy zmiennych uchybach regulacji e_{sk} i temperaturach otoczenia λ_0 ($e_{sk} = \text{var}, \lambda_0 = \text{var}$) i 2° przy ustalonym e_{sk} i zmiennych prędkościach drgań $\sqrt{e_{sk} = \text{const}, \dot{v} = \text{var}}$.

Planując eksperyment identyfikacyjny należy wykorzystać metody analizy czynnikowej, połączonej z analizą regresji [9], a także metodą przyspieszania badań, podaną przez Skorynina [15], tzw. metodą częściowego pokrycia. Pozwoli to znacznie zmniejszyć liczbę serii pomiarów przy ustalonych wymuszeniach środowiskowych i roboczych /w skrajnym przypadku tylko 3 serie/. Minimalna liczba badanych egzemplarzy regulatora nie powinna być mniejsza od 30. Nie znany jest bowiem rozkład funkcji niezawodności regulatora i trzeba będzie weryfikować hipotezy statystyczne o jego postaci.

Wyniki badań niezawodności uzyskane w laboratorium, zwłaszcza te, w których uwzględnia się warunki istniejące w eksploatacji, muszą uzyskać potwierdzenie w badaniach prowadzonych w eksploatacji. Pod pojęciem eksploatacja kryje się cały szereg różnych sfer zastosowań regulatora, z których każda może cechować się określonymi wymuszeniami. Stąd teoretycznie niezbędna jest weryfikacja w każdej z tych sfer.

Artykuł ma charakter studium poprzedzającego badania eksperymentalne regulatora

A-406. Aby dojść do realnego w praktyce i mogącego dać pozytywne wyniki programu badawczego, należało przyjąć szereg dość mocnych założeń badawczych. Czyni to zaproponowany model funkcji niezawodności wysoce hipotetycznym. Aktualnie badania niezawodności regulatora są w toku [7, 8]. Instytut prowadzi je w ramach problemu węzłowego 05.14 pt. "Optymalizacja eksploatacji pojazdów mechanicznych i maszyn". Ogólnym celem badań jest opracowanie metod laboratoryjnej, przyspieszonej oceny niezawodności średnicciśnieniowych urządzeń automatyki pneumatycznej, a następnie - zaproponowanie przemysłowi odpowiednich procedur badań kontrolnych i określających.

Literatura

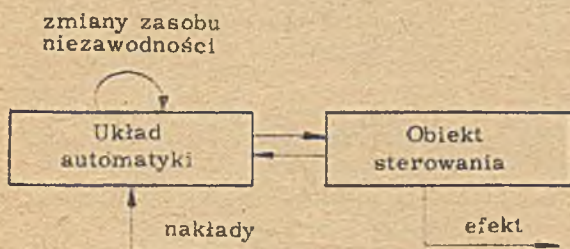
- [1]. Standard SEW. Pribory i sredstva avtomatiki. Nadežnost. Metody ispytanij. Klasyfikacija i osnovnyje položenijsa. Wtoroj projekt, mart 1979.
- [2]. Regulatory pneumatyczne. Typy A-404, A-405, A-406. Dokumentacja techniczno-ruchowa. PAP PNEFAL, wydanie I 1979.
- [3]. Norma Zakładowa ZN-72/MERA-014/014. PNEFAL. Badania regulatorów pneumatycznych.
- [4]. Norma Zakładowa ZN-74/MERA-014/110 PNEFAL. Regulatory pneumatyczne.
- [5]. W. Gobel, W. Anwand: Zur Zuverlässigkeit pneumatischer Automatisiermagsgeräte.
- [6]. T. Bandurowski: Koncepcja badań laboratoryjnych niezawodności regulatorów systemu automatycznej regulacji PNEFAL-3. Sprawozdanie z badań nr T/B79/001, wyd. INPT WSM, Gdynia, 1979.
- [7]. M. Stachowiak: Metodyka badań niezawodności regulatorów systemu PNEFAL-2. Sprawozdanie z badań nr T/B80/016, Wyd. INPT WSM, Gdynia, 1980.
- [8]. M. Stachowiak: Stanowisko do badań niezawodności regulatorów systemu PNEFAL-2. Komunikat. Zeszyt nr T/B80/23, wyd. INPT WSM, Gdynia, 1980.
- [9]. R. L. Ackoff: Decyzje optymalne w badaniach stosowanych. PWN, Warszawa, 1969.
- [10]. R. P. Haviland: Niezawodność urządzeń technicznych. PWN, Warszawa, 1968.
- [11]. M. Bochiński, K. Kołowrocki: Sprawozdanie z badań eksploatacyjnych urządzeń automatyki pneumatycznej na statkach morskich. Sprawozdanie z badań nr T/B80/001, Wyd. INPT WSM, Gdynia, 1980.
- [12]. Nonelectronic Reliability Notebook. RADC-TR-75-22, Technical Notebook, New York, 1975.
- [13]. M. Bochiński, A. Brandowski, J. Kowalczyk: Słabe ogniwa i czynniki destrukcyjne urządzeń automatyki pneumatycznej statków. Zeszyty Naukowe WSM /w druku/
- [14]. International Standard ISO 2372. Mechanical Vibration of machines with operating speeds from 10-200 rev/s-Basis for specifying evaluation standards. 1974-11-01.
- [15]. S. Lipiński: Studium metod przyspieszania badań niezawodności elementów automatyki mechanicznej. Wyd. WSM, Gdynia, 1975.

PEWNE WYNIKI W ZAKRESIE ANALIZY NIEZAWODNOŚCI ZŁOŻONYCH UKŁADÓW AUTOMATYKI

Układy automatyki w sensie niezawodności stanowią systemy złożone. Do opisu takiego systemu nie wystarcza klasyczny model dwustanowy. Niezbędna jest bardziej subtelna ocena wpływu utraty zdatności przez elementy na system jako całość. Można ją uzyskać w oparciu o pojęcie efektywności systemu. Pojęcie to zostało sformułowane na I Krajowym Kolokwium Niezawodności [1]: "Efektywność systemu technicznego jest to stopień realizacji zadań stawianych systemowi oraz rozchodu związanych z tą realizacją nakładów, mających miejsce w określonych warunkach eksploatacji i określonym przedziale czasu" /definicja normatywna/. Na tak rozumianą efektywność istotny wpływ ma niezawodność systemu. W przypadku systemu automatyki efekty wiążą się z wydajnością i bezpieczeństwem użytkownika obiektu sterowania oraz nakładami na działanie automatyki /rys. 1./. Można wyznaczyć określone miary tej efektywności /w ogólności będą to miary wektorowe/ i badać wpływ niezawodności na globalne efekty systemu.

Systemy automatyki posiadają następujące własności, istotne w badaniu niezawodności:

- zadania systemu mogą być realizowane przez jedną z kilku ścieżek zróżnicowanych pod względem efektywności,



Rys. 1. Model cybernetyczny wpływu niezawodności na efektywność urządzenia automatyki

- podzbiory elementów, tworzących poszczególne ścieżki, nie muszą być rozłączne,
- poszczególne ścieżki są co najmniej dwustanowe pod względem użytkownika /użytkowane aktywnie lub znajdujące się w stanie postoju użytkowego/,
- intensywność uszkodzeń elementów systemu zależy od czasu użytkowania w poszczególnych stanach,
- intensywność odnow zależy od rodzaju uszkodzonego elementu lub ewentualnie ścieżki,
- w niektórych systemach występują zależności procesów destrukcyjnych, np. w systemach pneumatyki zależności od stanu instalacji oczyszczania powietrza.

Uwzględnienie tych własności w modelu wpływu niezawodności na efektywność systemu stwarza ogromne trudności teoretyczne, związane między innymi z wielością stanów, jakie należy uwzględnić, oraz problemem modelowania procesów działających w sprzężeniu zwrotnym. Mogą być rozwiązywane stopniowo, zagadnienie po zagadnieniu, począwszy od problemów łatwiejszych.

Nad zagadnieniem, tym, pracuje Instytut Nauk Podstawowych Technicznych WSM, głównie w ramach prac kwalifikacyjnych.

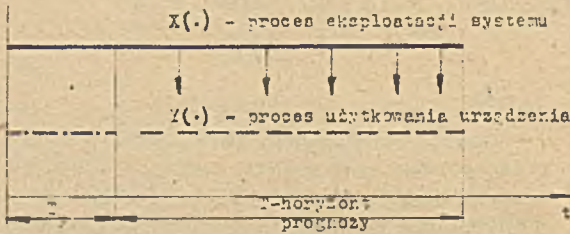
Ostatnio opracowane zostały dwa problemy:

- metoda prognozowania procesu użytkowania systemu technicznego [2],
- oceny niezawodności systemu równoległego z deterministyczną zależnością uszkodzeń [3].

Wyniki tych prac w formie skrótovej zostaną zasygnalizowane w niniejszym komunikacie. Szerszych publikacji można oczekiwać w niedługim czasie.

Metoda prognozowania procesu użytkowania systemu [2]

Urządzenia automatyki z reguły stanowią część większego systemu technicznego, którego trzonem jest obiekt sterowania. Ich proces użytkowania jest więc zależny od procesu eksploatacji systemu. Zależność między tymi procesami ma na ogół charakter losowy na skutek oddziaływania różnych zakłóceń. Można więc proces użytkowania urządzenia automatyki prognozować w oparciu o znajomość procesu eksploatacji systemu, którego urządzenie jest elementem, o ile procesy te są dostatecznie mocno skorelowane.



Rys. 2. Idea metody prognozowania

- Oznaczenia:
- czas pomiaru procesu eksploatacji
 - - - - - czas pomiarów procesu użytkowania
 - — — — — czas, w którym proces użytkowania podlega prognozowaniu

Ideę metody prognozowania przedstawia rys. 2. W czasie T_p , dość krótkim, przeprowadza się identyfikację zależności procesów:

$X(\cdot) = \{X(\tau) : \tau \in (0, T_p)\}$ eksploatacji systemu
oraz

$Y(\cdot) = \{Y(\tau) : \tau \in (0, T_p)\}$ użytkowania systemu

a następnie w przedziale czasu (T_p, T) mierzy się jedynie parametry pierwszego z tych procesów, a parametry drugiego wylicza w oparciu o uzyskane dane. Można również obejść się bez pomiarów, jeżeli niezbędne do prognozowania parametry są znane z innych badań, czy też doświadczenia.

Procesy, o których mowa zostały zamodelowane jako stałowartościowe, o skończonej liczbie stanów i ciągłym czasie. Zbiór parametrów modeli prognozy przedstawia się następująco:

$$P = \{ m_k, n_r^{(k)}, \sigma_k, \sigma_r^{(k)}, p_{kl}, p_{rs}^{(k)} \}$$

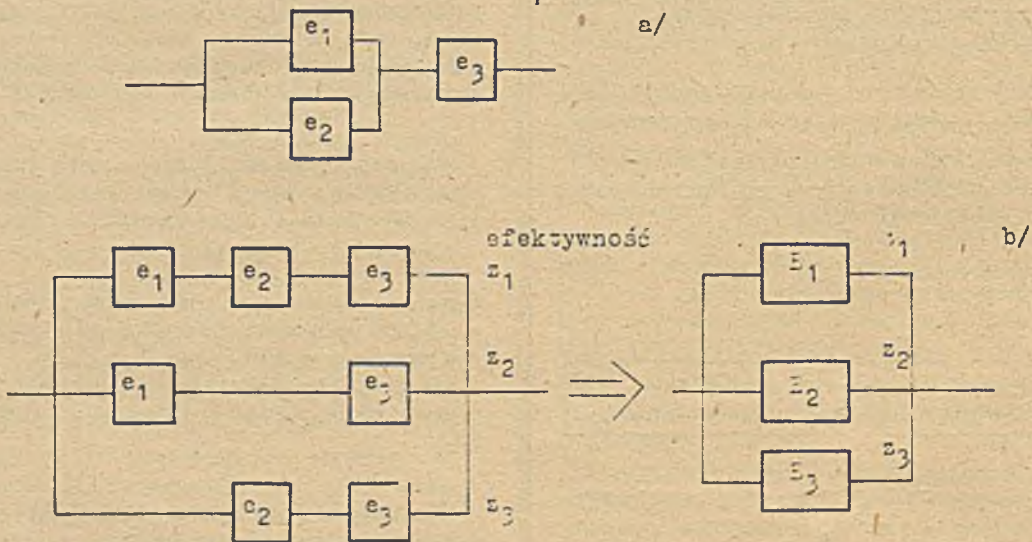
$$k, l \in \Omega, r, s \in \Theta,$$

gdzie:

- m_k - wartość oczekiwana czasu trwania k-tego stanu eksploatacji,
- $n_r^{(k)}$ - wartość oczekiwana czasu trwania r-tego stanu użytkowania pod warunkiem przebywania systemu w k-tym stanie eksploatacji,
- $\sigma_k, \sigma_r^{(k)}$ - odpowiednie wariancje czasu trwania stanów,
- p_{kl} - prawdopodobieństwo przejścia z k-tego do l-tego stanu eksploatacyjnego,
- $p_{rs}^{(k)}$ - prawdopodobieństwo przejścia z r-tego do s-tego stanu użytkowania pod warunkiem przebywania systemu w k-tym stanie eksploatacyjnym.

Jak widać wszystkie parametry są bardzo łatwe do zmierzenia.

Zaproponowano całą grupę modeli prognozy, jak dwustanowy i wielostanowy "z pamięcią" i "bez pamięci", cykliczny i półmarkowski, odpowiadających różnym sytuacjom, które mogą zdarzyć się w rzeczywistości. Zostały one wyprowadzone na przykładzie syste-



Rys. 3. Przykład pewnej struktury funkcjonalnej /a/ i odpowiadających jej struktur niezawodnościowo-efektywnościowych /b/

mu "statek". Mogą jednak z łatwością zostać przeniesione do innych dziedzin techniki. Praktyczny sens metody polega na względnej prostocie pomiarów procesu eksploatacji systemu, a także łatwości uzyskania danych o tym procesie, w oparciu o powszechnie prowadzoną dokumentację ruchową, w porównaniu z pomiarami procesu użytkowania licznych, czasem bardzo rozproszonych urządzeń automatyki.

W oparciu o wyniki prognozy, tzn. oszacowania czasu pracy urządzeń automatyki, można programować ich odnowy i zaopatrzenie w części zamienne w trakcie eksploatacji. Można także wyniki te użyć w badaniach ocenowych niezawodności, prowadzonych na etapie projektowania.

Ocena niezawodności systemów o strukturze równoległej i zdeterminowanej zależności uszkodzeń elementów [3]

Na rys. 3, przedstawiono przykład pewnej struktury funkcjonalnej i odpowiadającej jej struktury niezawodnościowo-efektywnościowej. Łatwo zauważyć, że zadanie systemu może być realizowane przez piętnaście elementów systemu $\{e_1, e_2, e_3\}$ oraz dwa jego podzbiory $\{e_1, e_3\}$ i $\{e_2, e_3\}$. Każda z tych ścieżek działania systemu charakteryzuje się inną efektywnością Z. Jeżeli teraz szeregowo uporządkowane w sensie niezawodności podzbiory elementów, tworzących poszczególne ścieżki, zregrejujemy, to uzyskamy twory nazwane "Elementem" /przez duże E/. Między tak rozumianymi Elementami występuje zdeterminowana zależność uszkodzeń, np. jeżeli wystąpi uszkodzenie E_1 na skutek uszkodzenia e_2 , to jednocześnie uszkodzi się E_3 .

Wyróżniono trzy klasy systemów równoległych z deterministyczną zależnością uszko-

dzeń: jednorodne /wszystkie ścieżki posiadają te same elementy/, niejednorodne niezależne /podzbiory elementów poszczególnych ścieżek są rozłączne/ i niejednorodne zależne /podzbiory nie są rozłączne/. Każda z tych klas może zostać dalej podzielona na odnawialną i nieodnawialną.

Dla wyżej podanych klas systemów, w oparciu o teorię procesów losowych Markowa, uzyskano wyrażenia analityczne lub numeryczne dla szeregu miar niezawodności, z których najistotniejszymi wydają się: wartość oczekiwana sumarycznego czasu realizacji przez system zadania do określonego, dolnego poziomu efektywności oraz wartość oczekiwana sumarycznego czasu realizacji przez system zadania na określonym poziomie. Ocena niezawodności systemu jest przy tym możliwa dla przypadku stałej i zależnej od czasu intensywności uszkodzeń oraz odnow, systemów o dużej liczbie elementów, poddanych ciągłemu procesowi użytkowania.

Przedstawione modele ocenowe złożonych systemów automatyki mogą mieć zastosowanie w sferze projektowania tych systemów pod względem niezawodności i efektywności.

Literatura

- [1] A. Brandowski, J. Jaźwiński, W. Wieremiejczyk: Efektywność systemów. Materiały I Krajowego Kolokwium Niezawodności. Cezdżyna 1980.
- [2] J. Kowalczyk: Metoda prognozowania użytkowania wybranego, złożonego systemu mechanicznego. Praca doktorska, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 1980.
- [3] M. Bochiński: Ocena niezawodności pewnej klasy systemów o strukturze równoległej i zdeterminowanej zależności uszkodzeń elementów. Praca doktorska, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 1980.



SYSTEM MERA 60-30 DLA ZASTOSOWAŃ PRZEMYSŁOWYCH

Przedmiotem niniejszego artykułu jest mikrokomputer MERA 60-30 należący do rodziny MERA 60. Rodzina ta bazuje na 16-bitowym procesorze wykonanym z układów wielkiej skali integracji oraz na szeregu modułów do przekazywania informacji oraz do współpracy z różnorodnymi urządzeniami wejściowymi i wyjściowymi. System MERA 60-30 wyróżnia z całej rodziny rozwiązanie konstrukcyjne, które umożliwia współpracę systemu z obiektem poprzez system CAMAC. Urządzenia wchodzące w skład systemu zainstalowane są w standardowej szafie 19-calowej, przystosowanej do pracy w warunkach przemysłowych. Powyższe właściwości systemu rekomendują go do zastosowań w fizyce jądrowej, do rejestrowania eksperymentów naukowych oraz w niektórych systemach rejestracji oraz sterowania procesem technologicznym.

Architektura systemu MERA 60

Procesor

Podstawowym modułem systemu MERA 60 jest moduł procesora, który zawiera 16-bitowy mikroprogramowany procesor oraz 4k słowa pamięci dynamicznej RAM. Jednostka centralna procesora wykonana jest w postaci 4 układów scalonych MOS-LSI. Podstawowe cechy procesora:

- możliwość adresowania 32k słów lub 64k bajtów
- długość słowa +16 bitów,
- możliwość operacji na bajtach i słowach,
- 8 różnych sposobów adresacji,
- wektorowy system przerwań.

Magistrala

Magistrala jest elementem systemu służącym do przekazywania informacji pomiędzy modułami współpracującymi z magistralą. Obowiązuje zasada, że jest tylko jeden moduł, w danej chwili, sterujący magistralą. Jest to tzw. urządzenie MASTER. Urządzenie, które zostało wybrane przez urządzenie MASTER nazywane jest SLAVE. Zazwyczaj urządzeniem MASTER jest procesor, który realizuje program. Z magistralą współpracują moduły pamięci operacyjnej /RAM, ROM/ jak i urządzenia zewnętrzne. Standardowo

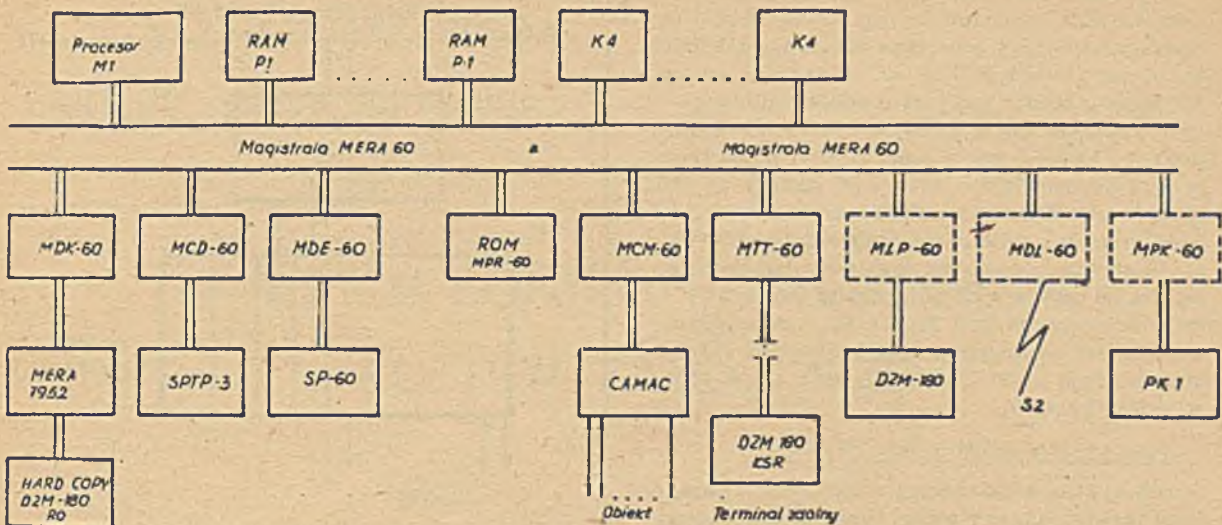
przyjęte jest, że adresy od 000000 do 157777 przeznaczone są dla pamięci operacyjnej, natomiast adresy od 160000 do 177777 zarezerwowane są dla rejestrów urządzeń zewnętrznych. Operacje na magistrali są asynchroniczne. Brak potwierdzenia przyjęcia informacji w określonym czasie powoduje wygenerowanie przerwania zwanego TIME-OUT. Konstrukcyjnie magistrala systemu MERA 60 wykonana jest w postaci kasyety, która umożliwia podłączenie 8 modułów systemu MERA 60 o pojedynczej szerokości. Przy pomocy kabli magistrali oraz terminatorów można stworzyć zestawy dwu- i trzykasetowe.

System przerwań

System MERA 60 wyposażony jest w wektorowy, jednopoziomowy system przerwań. Charakteryzuje się on tym, że urządzenie przerywające program rezerwuje magistralę do przesłania wektora przerwania, który jest adresem komórki w której znajduje się adres początku programu obsługi przerwania. Priorytet urządzenia uzależniony jest od miejsca, w którym podłączony jest do magistrali. Urządzenia, które są bliżej procesora mają wyższy priorytet niż te, które podłączone są dalej.

Moduły systemu MERA 60 - 30

MI	- 16 bitowy procesor z pamięcią operacyjną RAM 4k słowa
PI	- moduł pamięci dynamicznej RAM o pojemności 4k słowa
MDK-60	- moduł interfejsu monitora ekranowego
MCD-60	- moduł interfejsu stacji taśmy papierowej SPTP-3
MDE-60	- moduł interfejsu pamięci na dyskach elastycznych SP-60M
MTT-60	- moduł interfejsu V-24 do współpracy z terminalem zdalnym
MCM-60	- moduł do współpracy sterownika kasyety CAMAC typ 106
MLP-60	- moduł interfejsu drukarki DZM-180
MPR-60	- moduł pamięci stałej bipolarnej o pojemności 2 lub 4k słowa. Standardowo wyposażony



Rys. 1. Konfiguracja systemu MERA 60 - 30

- MMT-60 - moduł interfejsu dla 4 urządzeń w standardzie V24
- MPK-60 - moduł pamięci kasetowych
- MDL-60 - moduł pracy w sieci komputerowej
- MWW-60 - moduł wejść i wyjść cyfrowych
- K5 - terminatory magistrali

Konstrukcja mechaniczna systemu

Urządzenia wchodzące w skład systemu:

- moduł pamięci kasetowych MPK-60,
- kasecja CAMAC,
- panel procesora z trzema kasetami systemu MERA 60,
- stacja taśmy papierowej SPTP-3,
- pamięć na dyskach elastycznych SP60MU,

Zainstalowane są w szafie przeznaczonej dla systemu CAMAC typu 6080T, o gabarytach zewnętrznych:

- wysokość 2100 mm
- szerokość 600 mm
- głębokość 1100 mm

Szafa przystosowana jest do pracy w warunkach przemysłowych. Wszystkie urządzenia zainstalowane w szafie, za wyjątkiem kasecji CAMAC, mają konstrukcję typu szufłada. Zapewnia to łatwy i wygodny dostęp do tych urządzeń.

Wysokości poszczególnych urządzeń są następujące: /wysokości podane są w jednostkach U = 44,4 mm/

- panel procesora - 8U
- pamięć kasetowa - 6U
- zestaw kasetowy CAMAC - 7U
- stacja SPTP-3 - 5U
- pamięć na dyskach elastycznych 8U.

Podłączenie kasecji CAMAC z systemem MERA 60

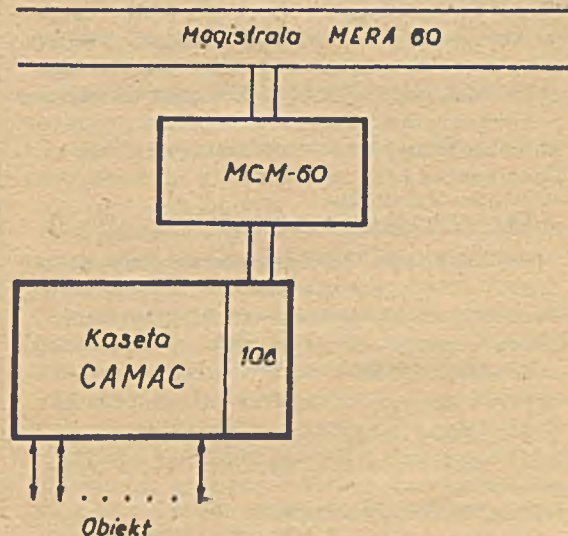
W Polsce produkowanych jest seryjnie kilka typów sterowników kasecji. Poniżej zosta-

ną omówione dwa różne sposoby połączenia systemu MERA 60 z systemem CAMAC, to jest poprzez kasetę sterowaną przez sterownik do współpracy z komputerem lub kasetę sterowaną przez procesor autonomicznej kasecji.

Wykorzystania interfejsu MCM-60

Do współpracy z minikomputerami typu PDP-11 oraz SM-3 i SM-4 produkowany jest seryjnie sterownik CAMAC typu 106. Wymienione minikomputery charakteryzują się tym, iż posiadają magistralę typu UNIBUS. Sterownik typu 106 jest przystosowany do współpracy z tym typem magistrali. Magistrala systemu MERA 60 posiada podobną strukturę. Zasadnicze różnice pomiędzy magistralami UNIBUS i MERA 60 polegają na tym, że magistrala MERA 60 posiada:

- jeden poziom przerwań,
- linie przesyłu adresu i danych,
- wspólne linie adresowe i danych.



Rys. 2. Podłączenie kasecji CAMAC wyposażonej w sterownik kasecji typu 106

Aby umożliwić współpracę sterownika kasyety CAMAC typu 106 z magistralą MERA 60 został zbudowany interfejs pomiędzy UNIBUS-em a magistralą MERA 60. Jest tzw. moduł MCM-60. Moduł ten jest modułem podwójnym i mieści się w kasecie MERA 60, skąd poprzez kabel interfejsowy 106A-1 połączony jest ze sterownikiem typu 106 kasyety CAMAC. Sposób współpracy i połączenie kasyety CAMAC poprzez blok 106 z magistralą MERA 60 ilustruje rys. 2. Sprzęgnięcie takie wykorzystane jest przede wszystkim dla systemów przemysłowych MERA 60, pracujących z obiektem skupionym, dla którego obsługi wystarczają bloki CAMAC mieszczące się w jednej kasecie.

Wykorzystanie interfejsu MWW-60

Dla systemów bardziej złożonych, rozległych terytorialnie i wykorzystujących więcej kaset systemu CAMAC stosuje się sprzęgnięcie systemu MERA 60 z systemem CAMAC za pośrednictwem modułu MWW-60. Jest on modułem wyjść i wejść informacji cyfrowej równoległej 16-bitowej. Jest to pakiet o pojedynczej szerokości umieszczony w kasecie MERA 60 i współpracujący z magistralą procesora.

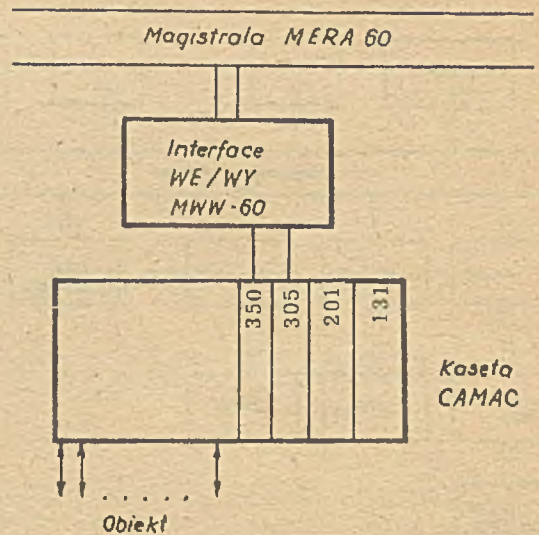
Połączenie kasyety CAMAC wykonane jest za pomocą bloków wejść i wyjść cyfrowych np.: rejestr wyjściowy 350 i rejestr wejściowy typu 305. Dane 16-bitowe z magistrali MERA 60 poprzez moduł MWW-60 podawane są do bloku CAMAC typu 305. Natomiast dane z systemu CAMAC poprzez blok typu 350 podawane są do modułu MWW-60, a stamtąd na magistralę MERA 60. Dla celów organizacji wymiany danych pomiędzy magistralą MERA 60 i magistralą CAMAC wykorzystany jest z jednej strony procesor MERA 60, a w kasecie CAMAC procesor autonomiczny typu 131. Sposób współpracy i podłączenia CAMAC poprzez moduł MWW-60 ilustruje rys. 3.

Struktura takiego systemu jest strukturą dwuprocesorową. Procesory wymieniają dane pomiędzy swoimi magistralami. Budowa taka daje nowe możliwości w stosunku do przykładu poprzedniego. Umożliwia wstępne przetworzenie informacji poprzez procesor autonomiczny, oraz charakteryzuje się większą szybkością działania.

Oprogramowanie systemu MERA 60-30

Podstawowym oprogramowaniem systemu MERA 60-30 jest system operacyjny RT-60. Jest to dyskowy system operacyjny czasu rzeczywistego dla pojedynczego użytkownika, przeznaczony dla rozwoju oprogramowania użytkowego i zastosowań w sprzężeniu bezpośrednim z obiektem. W skład oprogramowania systemu wchodzi monitor systemowy, programy systemu rozwoju oprogramowania, handlery urządzeń, procesory języków wyższego rzędu FORTRAN IV, BASIC i makroassembler.

Monitory systemowe, których zadaniem jest zarządzanie systemem zbiorów i wykonywaniem zadań, obsługa konsoli operatora i zleceń programowych, dzielą się na jedno-



Rys. 3. Podłączenie kasyety CAMAC wyposażonej w procesor autonomiczny CAMAC typu 131

zdaniowe i dwuzdaniowe. Monitor dwuzdaniowy umożliwia równoczesne wykonywanie się dwóch programów: pierwszoplanowego programu obsługującego zdarzenia czasu rzeczywistego i drugoplanowego programu, mającego niższy priorytet w dostępie do zasobów systemu. Dla urządzeń peryferyjnych wchodzących w skład systemu MERA 60-30 w systemie RT-60 istnieją programy obsługi tych urządzeń tzw. handlery.

W zakresie oprogramowania systemu CAMAC w ramach systemu RT-60 prowadzone są prace mające na celu dołączenie handlera i biblioteki podprogramów. Podstawą do budowy programów systemu CAMAC jest program realizujący ogólną operację na magistrali kasyety, włączony do biblioteki FORTRAN. Kolejne podprogramy definiowane w FORTRANie wykorzystują przyjęte założenia odnoszące się do nazw programów, argumentów i tablic. Przyszłościowe rozszerzenie biblioteki podprogramów opiera się na standardowym zapisie.

Ogólna funkcja CAMAC zadawana jest w postaci: CMC BSC /F, B, C, N, AD, LN, DATA, Q, ERRORA/ gdzie argumentami są kolejno: funkcja CAMAC, numer gałęzi, kasyety i bloku, adres w bloku, licznik powtórzeń, blok danych, odpowiedź Q, wektor błędów.

Funkcje pozostałych podprogramów sprowadzają się do:

- wykonywania pojedynczej operacji CAMAC dla kolejnych adresów,
- wykonywania pojedynczej operacji CAMAC w trybie przeszukiwania na podstawie odpowiedzi Q,
- wykonywania określonej operacji CAMAC w trybie powtórzeń,
- wykonywania określonej funkcji CAMAC o niezmiennym adresie w trybie stop; zakończenie po wyzerowaniu licznika powtórzeń lub po negatywnej odpowiedzi Q,
- wykonywania określonej funkcji CAMAC w ustalonej sekwencji adresów.

SYSTEM KONTROLI I STEROWANIA RUCHEM ZAŁOGI "EZOP"

W Instytucie Systemów Sterowania w Katowicach powstał komputerowy system kontroli i sterowania ruchem załogi EZOP. System przeznaczony jest dla średnich i dużych /do 8 tys. pracowników/ zakładów przemysłowych o dowolnej strukturze wewnętrznej i organizacji czasu pracy. Zakłady mogą być rozległe terytorialnie, z tym że odległość najdalszego punktu rejestracji od maszyny cyfrowej nie może przekraczać 15 km. W Systemie EZOP zastosowano minikomputer Mera 400 z twardym dyskiem oraz specjalizowany sprzęt rejestrujący, zaprojektowany w Instytucie Łączności w Warszawie. W chwili obecnej System jest eksploatowany w zakładzie hutniczym Instytutu Systemów Sterowania w Katowicach.

Konfiguracja Systemu EZOP

Sprzęt Systemu dzieli się na dwie grupy:

- zestaw minikomputera,
- sprzęt rejestrujący.

W prezentowanym Systemie jednostką centralną jest minikomputer Mera 400 z pamięcią dyskową Mera 9425. Minimalny zestaw peryferiów standardowych to: czytnik i dziurkarka taśmy papierowej oraz dwie drukarki z klawiaturą DZM 180-KSR, jedna jako konsola operatorska, druga do aktualizacji Bazy Danych. Dla utrzymania porządku w wydrukach wskazane jest dołączenie drukarki DZM 180 dla raportów.

W skład sprzętu rejestrującego wchodzi koncentratory /maks.4/ końcówki abonencckie /maks.14 na jeden koncentrator/ oraz dziurkarki taśmy po jednej na każdy koncentrator. Końcówka abonenccka jest podstawowym urządzeniem zbierającym dane i przekazującym informacje dla pracowników. Jest ona wyposażona w:

- dwa czynniki żetonów /WE i WY/ o wspólnej metryce fotoelektrycznej /a/,

- wyświetlacze: jednopozycyjny znakowy /b/ i pięciopozycyjny cyfrowy /c/,
- 7 wskaźników /czerwony-nieprzyjęcia, zielony-przyjęcia rejestracji, 6 podświetlaczy transparentów /d/,
- głośnik sygnalizujący potwierdzenie rejestracji /e/.

W Systemie EZOP występują dwa typy żetonów:

- identyfikacyjny zawierający pięciocyfrowy numer pracownika,
- specjalny zawierający 1 znak określający rodzaj rejestracji i 4 cyfry informacji dodatkowej.

Dopuszczalne są trzy tryby wprowadzania informacji:

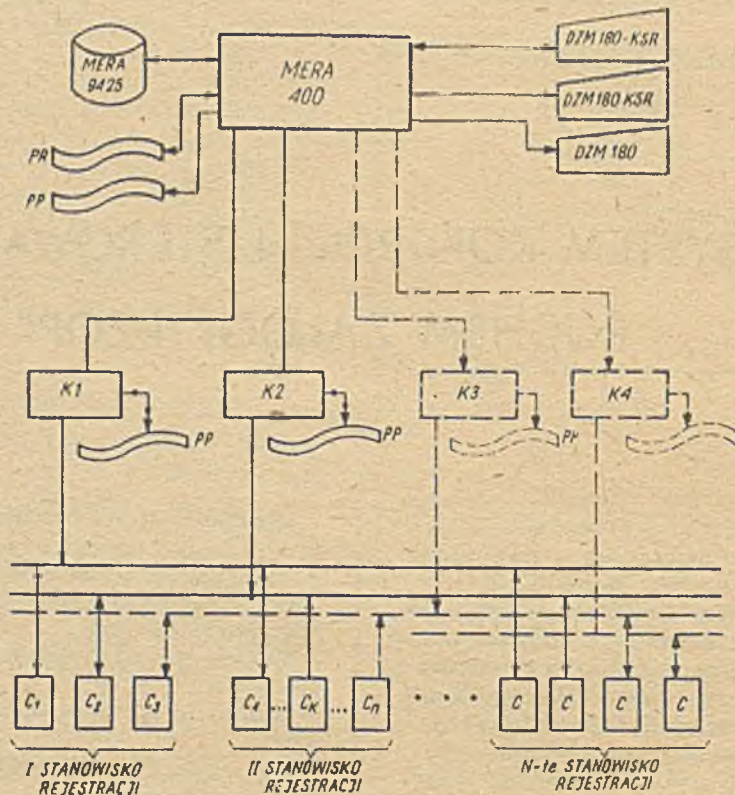
- rejestracja jednożetonowa ze wskazaniem wejścia lub wyjścia /przez włożenie do odpowiedniego czytnika/,
- rejestracja dwużetonowa składająca informację z żetonu specjalnego i identyfikacyjnego ze wskazaniem wejścia lub wyjścia,
- zapytanie wykorzystujące żeton specjalny i identyfikacyjny.

Końcówka abonenccka umożliwia przesłanie rejestrującemu się pracownikowi następujących informacji:

- sygnalizacji błędu rejestracji /wskaźnik czerwony/,
- zwykle potwierdzenie rejestracji /wskaźnik zielony i głośny/,
- 5 rodzajów poleceń /wskaźniki zaopatrzone w stałe teksty na transparentach/ będących równocześnie potwierdzeniem rejestracji,
- informacja kombinowania /polecenie + informacja na wyświetlaczu - maks. 5 znaków/,
- sterowanie wyjściem dwustanowym /np. dla otwierania drzwi/.

W stanie oczekiwania na rejestrację na wyświetlaczu podawany jest aktualny czas.

Koncentrator zapewnia komunikację mini-



Rys. 1. Konfiguracja systemu EZOP

komputera z końcówkami abonenckimi. W skład koncentratora wchodzi:

- kanały łączności z końcówkami 1-14 szt.,
- zegar z kalendarzem,
- interfejs do minikomputera,
- interfejs do dziurkarki taśmy papierowej,
- część sterująca.

W przypadku braku komunikacji z minikomputerem, koncentrator zapisuje rejestracje na taśmie papierowej i wysyła potwierdzenie do końcówki abonenckiej. Ze względów niezawodnościowych wskazane jest stosowanie minimum dwu koncentratorów oraz na każdym stanowisku rejestracji /bramie/ minimum dwu końcówek abonenckich, podłączonych do różnych koncentratorów.

Działanie Systemu

Rejestracje

Podstawowym zadaniem Systemu jest rejestracja czasów wejścia i wyjścia pracowników. Dodatkowo, dzięki rejestracjom dwużetonowym, pamiętane są wszelkie odchylenia od normalnego toku pracy, tzn. wejścia i wyjścia służbowe lub prywatne. Pracownik dokonuje rejestracji poprzez włożenie do odpowiedniego otworu czytnika /WE lub WY/ swojego żetonu identyfikacyjnego lub w przypadku rejestracji specjalnych, kolejno żeton specjalny i identyfikacyjny. Podczas rejes-

tracji sprawdzane są uprawnienia pracownika do wejścia do zakładu oraz poprawność sekwencji rejestracji. Wszelkie próby niewłaściwej rejestracji np. rejestracja wyjścia bez poprzedniej rejestracji wejścia czy rejestracja nieaktualnym żetonem są wykrywane i archiwowane.

Potwierdzeniem przyjęcia rejestracji jest zaświecenie się wskaźnika zielonego lub polecenie o ile takie zostały wydane. Równocześnie nadawany jest sygnał dźwiękowy.

Zapytania do Systemu

Na dowolnej końcówce abonenckiej za pomocą dwu żetonów, pracownicy mogą zadawać pytania dotyczące ich czasu pracy. Pytania te mogą dotyczyć np. miesięcznej sumy przepracowanych przez nich godzin, liczby godzin do odpracowania do końca miesiąca, liczby godzin, które muszą przepracować każdego dnia, aby wykonać normę miesięczną itp. Mechanizm ten jest przydatny zwłaszcza w zakładach o ruchomym czasie pracy.

Polecenia

W dużym zgrupowaniu pracowników pojawia się potrzeba przekazywania informacji lub poleceń od kierownictwa dla poszczególnych pracowników. Rozłożenie terytorialne zakładu oraz możliwość wchodzenia i wychodzenia do/z zakładu przez różne bramy i w

różnych porach dnia pracy powoduje, że tradycyjne metody przekazywania informacji są nieskuteczne. Wyświetlanie poleceń za pomocą Systemu KRZ daje dużą pewność przekazania informacji przy małym nakładzie energii. W Systemie przewidziano możliwość przekazania poleceń stu dowolnym pracownikom. Są one przekazywane jako potwierdzenie jakiegokolwiek rejestracji danego pracownika w postaci jednego z pięciu poleceń wyświetlonego na transparencie np. zgłoś się do kadr, BHP, pod wskazany na wyświetlaczu numer.

Raporty

Dzięki raportom można otrzymywać wszelkie informacje dotyczące obecności i czasu pracy poszczególnych pracowników, wydziałów i całego zakładu. Szczegółowość otrzymanych informacji zależy od czasu żądania tej informacji. Zasadniczym horyzontem czasowym jest tydzień, tzn. przez cały tydzień utrzymywane są godziny wejścia i wyjścia pracownika. Przez miesiąc utrzymywane są zbiorcze sumy godzin pracy i nadgodzin poszczególnych pracowników. Moment otrzymania raportu limitowany jest tylko czasem działania urządzeń drukujących, a sam raport nie zawiesza działania rejestrującego system. Oprócz raportów w postaci wydruku, System EZOP może przekazywać dane dotyczące miesięcznego czasu pracy pracowników na tasiemce papierowej. Tasiemki te mogą być wykorzystane np. jako dane wejściowe do systemu obliczania płac.

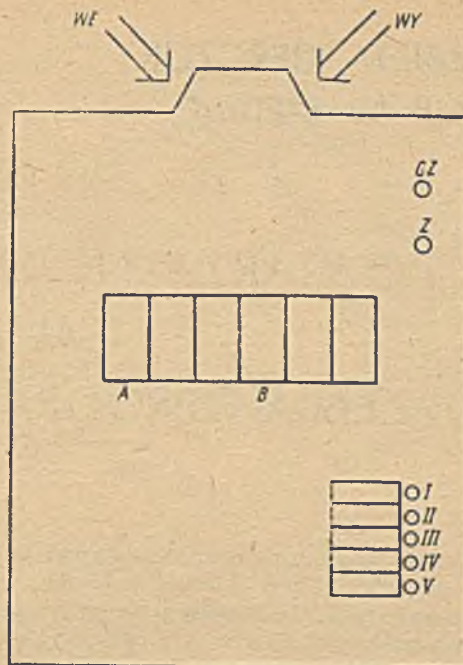
Aktualizacja danych

Fluktuacja kadr, delegacje, urlopy itp. powodują, że informację zawartą w Bazie Danych Systemu należy aktualizować. Aktualizacja ta prowadzona jest na specjalnej konsoli. Programy konwersacyjne służące do wpisywania tego typu danych, umożliwiają bardzo prostą ich obsługę:

- przyjęcie pracownika wiąże się z nadaniem mu numeru identyfikacyjnego i wpisaniem jego danych personalnych,
- zwolnienie pracownika wiąże się z dezaktualizacją jego numeru identyfikacyjnego. Numer ten oraz wszystkie dane personalne zwolnionego pracownika można przechowywać dowolnie długo,
- planowane nieobecności /delegacje, urlopy itp. / wymagają jednorazowego podania przyczyny i czasu trwania. Informacja ta jest następnie automatycznie podawana w raportach.

Ze względu na taką sytuację jak np. zapomnienie o zarejestrowaniu się, zgubienie żetonu, istnieje możliwość wprowadzenia wszelkich poprawek dotyczących czasu pracy dowolnego pracownika. Dostęp do programu wprowadzania poprawek czasu pracy jest zabezpieczony hasłem znanym tylko uprawnionemu pracownikowi.

Szybki rozwój informatycznych systemów kontroli czasu pracy na całym świecie oraz



Rys. 2. Czytnik żetonów: A- wyświetlanie rodzajów rejestracji, B- wyświetlacz cyfrowy, I-V- wyświetlacze transparentowe, cz- nieoperatywność czytnika, z- potwierdzenie rejestracji

częste pojawianie się tych systemów w Polsce jest najlepszym dowodem ich opłacalności. System KRZ daje korzyści całemu zakładowi, zarówno dyrekcji jak i pracownikom. Korzyści te to:

- podniesienie dyscypliny pracy przez dokładną i bezstronną kontrolę momentów wejścia i wyjścia,
- usprawnienie organizacji pracy przedsiębiorstwa dzięki natychmiastowej informacji o stanie obecności załogi oraz możliwości przekazywania pracownikom informacji przy wejściu do zakładu,
- uproszczenia pracy działów zajmujących się obliczaniem zarobków, bilansów i statystyk,
- poprawa zabezpieczenia zakładu.

System EZOP został zbudowany tak, aby pozwalał na szybkie i proste dostosowanie go do specyfiki zakładu, w którym zostanie zainstalowany. W miarę życzeń użytkownika System można rozszerzyć o następujące funkcje:

- sterowanie wejściem dwustanowym jako ewentualna dodatkowa odpowiedź na rejestrację,
- badanie uprawnień do wejścia do wydzielonego obszaru zakładu i ewidencjonowanie czasu pobytu pracownika w tym obszarze,
- wydzielenie puli żetonów gości i zapis godzin pobytu w zakładzie osób nie będących pracownikami,
- rejestracja i ewidencja godzin wjazdu i wyjazdu samochodów do zakładu.

W przyszłości przewidywane jest przeniesienie oprogramowania Systemu na minikomputer Mera 60 po podłączeniu do niego twardego dysku.

POWTARZALNE SYSTEMY INFORMATYCZNE- ALTERNATYWĄ TWORZENIA OPROGRAMOWANIA INDYWIDUALNEGO

Dokonana analiza danych statystycznych z dziedziny informatyki w latach 1976-80 w Polsce wykazała, że koszty prac projektowo-programowych były w tym okresie 2-4 razy większe niż koszty inwestycyjne związane z instalacją sprzętu komputerowego. Również czasy prac projektowo-programowych na opracowanie poszczególnych systemów informatycznych były znacznie wyższe niż ich odpowiednie czasy eksploatacji. Oznacza to, że stworzona została znaczna ilość indywidualnych rozwiązań programowych, zwłaszcza jeśli weźmie się pod uwagę systemy informatyczne dla potrzeb zarządzania. Szczegółowe dane liczbowe zawiera tabela 1.

Należy wnioskować, że w podobnych relacjach kształtują się również koszty wykonania tych prac. Z punktu widzenia efektywności działania, tego rodzaju nieskoordynowana i powielająca wyniki działalność, nie znajduje uzasadnienia ^{x/}.

Pierwsze komputery były dostarczane użytkownikom praktycznie bez oprogramowania, programy tworzone głównie w kodzie wewnętrznym maszyny. Druga generacja komputerów łączyła się już z zapoczątkowaniem tworzenia programów standardowych, głównie odnoszących się do wprowadzania i wyprowadzania danych. Dopiero komputery trze-

Czas pracy w zakresie projektowania i programowania oraz czas eksploatacji komputerów /w tysiącach godzin/

Tabela 1

Wyszczególnienie	1976	1977	1978	1979	1980
Czas pracy projektowo-programowych	9114,3	9067,3	10670,4	10345,2	19512,9
z tego:					
systemy zarządzania	6895,1	6528,4	7672,2	7508,2	14536,1
/%/	73,0	72,0	71,4	72,0	74,5
Czas eksploatacji komputerów	2022,7	2948,8	4243,1	4841,0	5253,1
z tego:					
systemy zarządzania	1425,4	1980,0	2700,1	3112,6	3477,7
/%/	70,5	67,1	63,6	64,3	66,2

Źródło: "Informatyka i ośrodki informatyki". Opracowania statystyczne, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980. GUS OBR SPIS.

^{x/} Należy nadmienić, że liczba ośrodków informatyki zajmujących się koordynacją prac informatycznych wzrosła w ciągu ostatnich 4 lat o 58% /od 322 w roku 1977 do 508 w roku 1980/.

ciniej generacji tworzyły odpowiednie warunki do tworzenia systemów informatycznych o charakterze powtarzalnym /pakietów programowych/. Potrzeba tworzenia tego rodzaju systemów wynika głównie z rosnącego zakresu komputeryzacji przetwarzania danych oraz podejmowania nowych zagadnień obejmowanych komputeryzacją. Praktyka projektowania i wdrażania systemów informatycznych wykazuje, że powstała i nadal jeszcze powstaje znaczna liczba rozwiązań indywidualnych, przeznaczonych dla konkretnych użytkowników i uwzględniających specyfikę ich działalności. O ile w początkowej fazie rozwoju informatyki kierunek ten był obiektywną koniecznością, łączył się bowiem z brakiem oprogramowania powtarzalnego i niejednorodnością parku maszynowego, obecnie zjawisko tworzenia systemów indywidualnych ma charakter negatywny, między innymi ze względu na stosunkowo znaczną pracochłonność prac projektowych i programowych oraz długi okres wdrażania systemów.

Proponuje się zatem zwrócić większą uwagę na zagadnienie tworzenia i rozpowszechniania powtarzalnych systemów informatycznych. Mimo że od kilku lat użytkownicy wykazują rosnące zainteresowanie rozwiązaniami powtarzalnymi, stopień praktycznego ich wykorzystania jest niestety niewielki. Można uznać, że przyczyny takiego stanu rzeczy są następujące:

- brak zainteresowania niektórych ośrodków osiągnięciami innych, "twórcze ambicje bycia niezależnym",
- brak motywacji ekonomicznych do tworzenia systemów powtarzalnych,
- nieregulowanie przepisów formalno-prawnych dotyczących sprzedaży i zakupu systemów,
- brak w obrębie resortów i całej gospodarki rzetelnej, kompleksowej i aktualnej informacji na temat eksploatowanych systemów.

Rozpowszechnianie systemów informatycznych jest integralnie związane z rozwojem rynku oprogramowania, na który oddziałują:

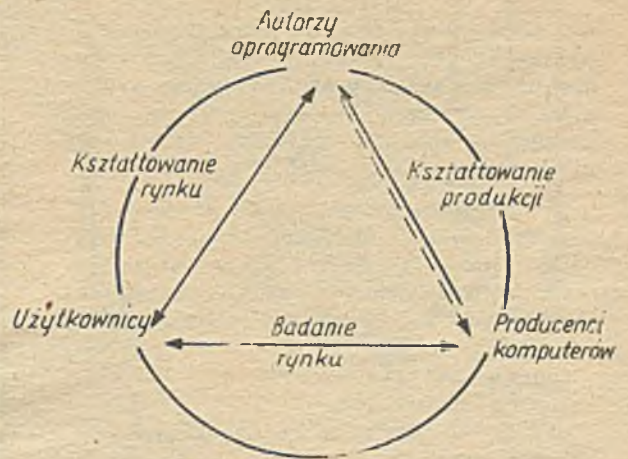
- użytkownicy,
- producenci maszyn cyfrowych,
- jednostki tworzące oprogramowanie.

Wzajemne powiązania pomiędzy stronami odnoszą się przede wszystkim do:

- badania rynku oprogramowania,
- kształtowania produkcji oprogramowania;
- kształtowania rynku oprogramowania,

Zwraca się uwagę na działania związane z kształtowaniem produkcji oprogramowania, gdyż mogą one w przyszłości zdeteterminować stopień rozwoju zastosowań systemów informatycznych.

Do działań łączących się z kształtowaniem produkcji oprogramowania proponujemy zaliczyć:



Rys. 1. Rynek oprogramowania

- prognozowanie wielkości produkcji oprogramowania,
- oddziaływanie na strukturę tematyczną oprogramowania,
- opracowanie programu poprawy jakości oprogramowania.

Kształtowanie produkcji oprogramowania realizowane jest inaczej w stosunku do grupy oprogramowania podstawowego, a inaczej do grupy oprogramowania użytkowego ^{*/}. Wynika to z faktu, że oprogramowanie podstawowe jest praktycznie "częścią składową" dostarczanego przez dostawcę sprzętu komputerowego. Kształtowanie produkcji tej grupy oprogramowania ma zatem stosunkowo wąski charakter. Szczególnego znaczenia nabierają działania związane z kształtowaniem produkcji oprogramowania użytkowego, zwłaszcza biorąc pod uwagę funkcje i przeznaczenie tej grupy oprogramowania, względnie wysoki koszt jego opracowywania, stosunkowo dużą złożoność jego zastosowań oraz trudności we wdrażaniu. Dotychczas nie w pełni sterowany rozwój oprogramowania użytkowego, argumentowanie o celowości podejmowania wielu rozwiązań dotyczących tego samego tematu wskazują, że dopiero właściwe kształtowanie produkcji oprogramowania użytkowego może przynieść oczekiwane efekty w postaci zmniejszenia nakładów na systemy informatyczne oraz skrócenia okresu wdrażania ich u użytkowników. Schemat rynku oprogramowania przedstawia rys. 1.

Przyszły użytkownik powinien znać dostępne na rynku gotowe oprogramowanie użytko-

^{*/} Do oprogramowania podstawowego zalicza się zespół programów umożliwiających funkcjonowanie komputera i stanowiących jego wyposażenie; do oprogramowania użytkowego zalicza się programy realizujące określone konkretne zadania, zgodnie z potrzebami użytkownika.

we, spośród którego będzie mógł dokonać wyboru zgodnie ze swoimi potrzebami. Zanim użytkownik przystąpi do wyboru systemu musi rozstrzygnąć czy system ma być opracowany we własnym zakresie, czy też zakupiony /Make or buy - zrobić lub kupić/.

W przypadku podjęcia przez użytkownika decyzji o zakupie oprogramowania niezbędne jest dokonanie oceny i wyboru odpowiedniego systemu informatycznego. W tym celu proponuje się uwzględnić następujące kryteria oceny:

- zdolność adaptacyjną systemu,
- możliwość rozbudowy,
- zakres i sposób prac wdrożeniowych i szkoleniowych,
- udokumentowanie systemu,
- konserwację /utrzymanie gotowości do pracy/,
- łatwość eksploatacji,
- niezawodność systemu.

Nie bez znaczenia jest uwzględnienie takiego elementu jak solidność firmy oferującej system do sprzedaży. Od solidności wykonawcy /firmy/ zależy bowiem jakość opracowania oraz gwarancja długiego i efektywnego użytkowania systemu. Istotnym problemem związanym z rozpowszechnianiem jest uregulowanie przepisów formalno-prawnych dotyczących obrotu oprogramowaniem. Przepisy te nie mogą być bowiem hamulcem rozpowszechniania istniejącego już oprogramowania. Stworzenie prawnych ram dla obrotu oprogramowaniem pozwoli - z jednej strony - na wykształcenie bodźców dla częściowego choćby zwrotu nakładów finansowych poniesionych przez jednostki tworzące systemy informatyczne, - z drugiej zaś - na zapewnienie użytkownikom łatwiejszego dostępu do istniejących rozwiązań oraz szybszego ich zastosowania.

Rozpowszechnianie oprogramowania może przybierać formy:

- umów, na mocy których jednostka autorska przenosi na nabywcę systemu prawo własności

ci za określonym wynagrodzeniem,

- umów upoważniających do odpłatnego korzystania z systemu,
- bezpłatnego przekazywania oprogramowania.

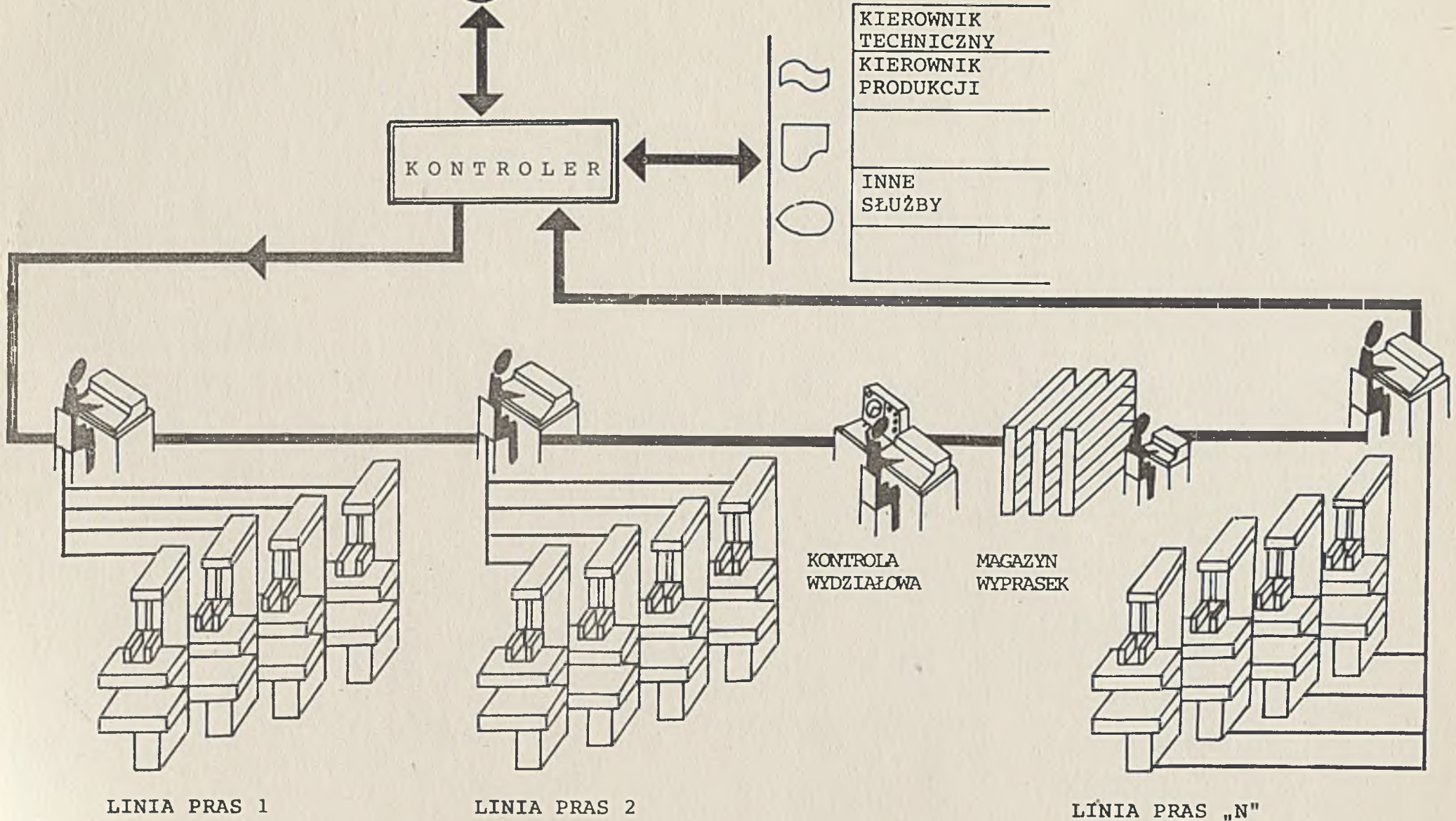
Należy dążyć do tego, aby rozpowszechnianie /obrot/ systemów informatycznych bazowało na zasadach handlowych, ograniczając równocześnie bezpłatne udostępnianie oprogramowania jedynie do celów dydaktycznych lub szkoleniowych. Z rozpowszechnianiem powtarzalnych systemów informatycznych łączy się także potrzeba ujednoczenia składu, treści i formy dokumentacji dotyczącej systemów informatycznych. Zagadnienie to powinno być rozpatrywane w ramach prac nad przepisami normalizacyjnymi z dziedziny informatyki.

Reasumując należy stwierdzić, że ze względu na zadania stojące przed branżą informatyczną, wobec jej znacznej pracowitości, należy rozszerzyć zakres stosowania gotowych systemów informatycznych o charakterze powtarzalnym. Zastosowanie systemów powtarzalnych umożliwi odciążenie użytkowników od pracochłonnych prac projektowych i programowych, pozwoli zwrócić uwagę i skierować wszystkie siły na prace wdrożeniowe oraz rozwiązywanie pozostałych problemów czy dziedzin działalności wymagających zastosowania komputera jako narzędzia. Chociaż zbyt systemów powtarzalnych jest jeszcze stosunkowo niewielki, będzie jednak występować tendencja wzrastająca, ponieważ gotowe systemy stanowią stosunkowo niedrogi, mało ryzykowny i skuteczny środek poprawy efektywności zastosowań informatyki. Powtarzalne systemy informatyczne muszą być konkurencyjne w stosunku do rozwiązań indywidualnych, co zmusi jednostki autorskie do stałego doskonalenia swoich "produktów programowych" przy wykorzystywaniu nowoczesnych technik projektowania i programowania oraz jednoczesnym utrzymaniu odpowiednich cen.



EC 8371.01

(M) EC 8006



Podsystem terminali w zastosowaniu do zbierania danych na wydziale tłoczni

