

Stanisław KUBIT  
Instytut Automatyki  
Politechnika Śląska

## KONCEPCJA LABORATORYJNYCH STANOWISK UKŁADÓW AUTOMATYCZNEJ REGULACJI STACJI UZDATNIANIA WODY

**Streszczenie.** W referacie omówiono część technologiczną oraz część aparaturową laboratoryjnych stanowisk układów regulacji stacji uzdatniania wody. Omówiono układy regulacji przepływu i poziomu zrealizowane w oparciu o najnowsze systemy produkcji krajowej.

### 1. Założenia i cele laboratorium układów automatycznej regulacji stacji uzdatniania wody

W Instytucie Automatyki prowadzone są od szeregu lat prace naukowo-badawcze w zakresie kompleksowej automatyzacji elementów systemu rozrządu i dystrybucji wody w ramach programu rządowego PR-7. Tematyka tych prac obejmuje również zagadnienia układów automatycznej regulacji stacji uzdatniania wody. W ramach dotychczasowych badań poświęconych temu zagadnieniu przeprowadzono specyfikację układów automatycznej regulacji występujących na obiektach stacji uzdatniania wody [1], przeanalizowano krajowe systemy automatyki z punktu widzenia możliwości zastosowania ich w tych obiektach, szczególną uwagę przykładając do systemu PNEFAL-3 [2]. Analiza końcowych wniosków wykonanych dotychczas opracowań wskazuje na potrzebę budowy laboratorium układów automatycznej regulacji stacji uzdatniania wody.

Celem laboratorium będzie praktyczna weryfikacja zarówno koncepcji proponowanych rozwiązań, jak również jakości zastosowanej aparatury i oprzyrządowania. Laboratorium będzie zlokalizowane w pomieszczeniach Instytutu Automatyki oraz na rzeczywistych obiektach stacji uzdatniania wody (szczególnie w SUW Kobiernice). Większość układów regulacji zbudowana w Instytucie Automatyki powinna posiadać odpowiednik na rzeczywistym obiekcie przemysłowym zbudowany w taki sam sposób i zrealizowany na aparaturze regulacyjnej tego samego typu.

Przyjmuje się ponadto założenie, że poszczególne układy regulacji wy-

posażone będą w aparaturę różnych systemów produkowanych w kraju (INTELEKTRAN-S, EFTRONIK, PNEPAL-3, SAB, PC-4K PITRONIK, MASTER).

Laboratorium będzie wykorzystywane głównie dla realizacji zadań programu rządowego PR-7. Przewiduje się jednakże również możliwość wykorzystania laboratorium dla celów dydaktycznych w zakresie miernictwa przemysłowego, układów regulacji, dynamiki procesów i urządzeń automatyki. Przewiduje się ponadto możliwość szkolenia pracowników technicznych i inżynierskich, zatrudnionych w stacjach uzdatniania wody.

## 2. Schemat technologicznej instalacji

Proponuje się zbudowanie instalacji przedstawionej na rys.1 i składającej się z następujących urządzeń :

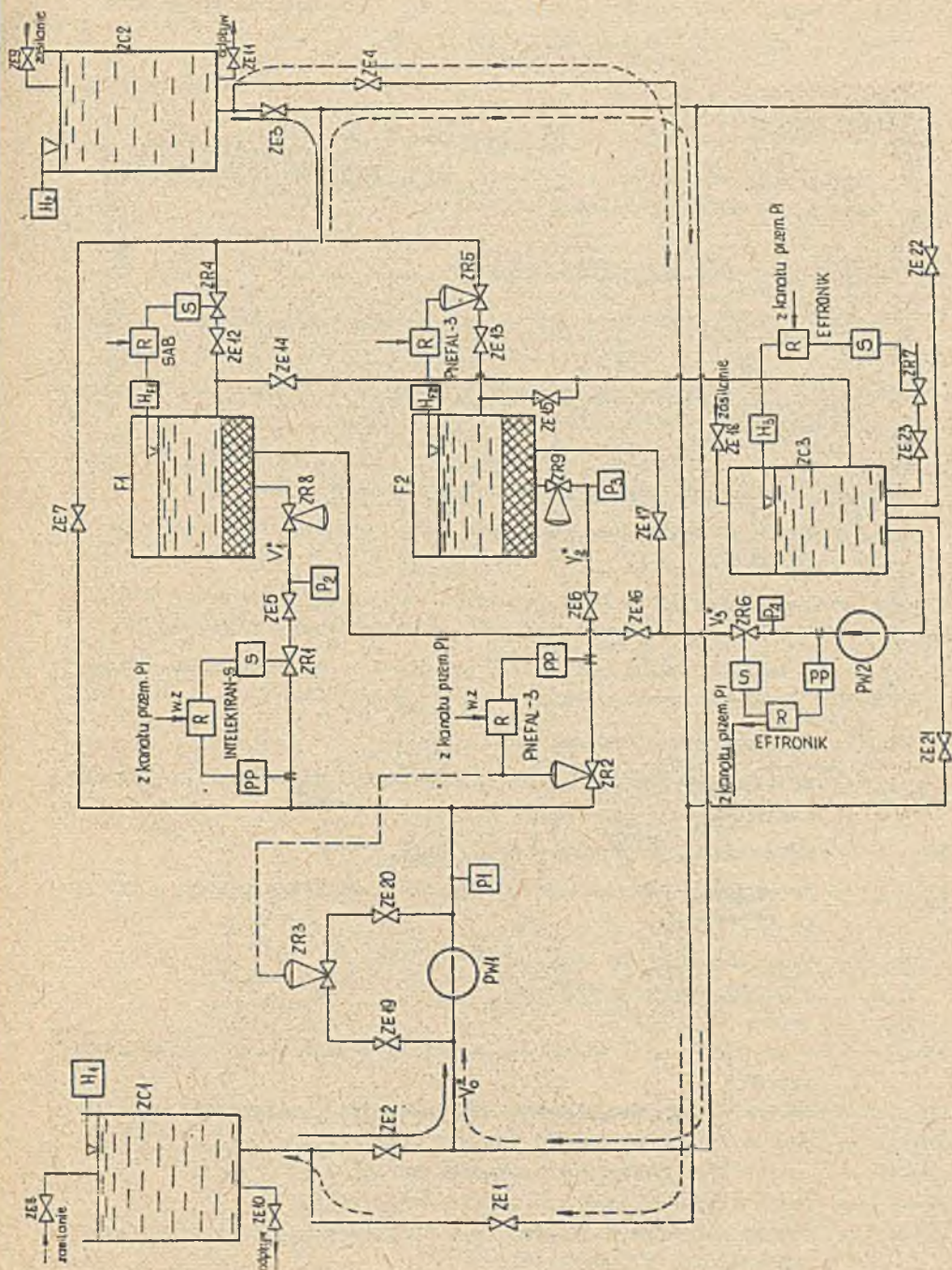
- trzech zbiorników wody ZC1, ZC2 i ZC3 ,
- dwóch pomp wirnikowych PW1 i PW2,
- dwóch jednostek filtrów kontaktowych F1 i F2,
- systemu rurociągów wraz z zaworami odcinającymi i regulacyjnymi.

Zbiorniki ZC1 i ZC2 przewidziane są jako zbiorniki wody technologicznej i będą symulować zbiorniki wody zanieczyszczonej oraz wody uzdatnionej (rewersyjnie). Zbiornik ZC3 traktowany będzie jako zbiornik wody płuczącej filtry kontaktowe. W obiegu głównym, przy otwartych zaworach  $Z_2$  i  $Z_3$  a zamkniętych  $Z_1$  i  $Z_4$  , woda przepompowywana będzie ze zbiornika ZC1 do zbiornika ZC2, a przy zamkniętych zaworach  $Z_2$  i  $Z_3$  i otwartych  $Z_1$  i  $Z_4$  woda będzie tłoczona ze zbiornika ZC2 do zbiornika ZC1. Przez filtry kontaktowe F1 i F2 woda będzie przepływać zawsze w tym samym kierunku. Filtry F1 i F2 umieszczone będą wyżej aniżeli zbiorniki ZC1 i ZC2. Przepływ z filtrów do zbiorników odbywać się będzie w sposób grawitacyjny. Zbiornik ZC3 służyć będzie do płukania jednego z filtrów F1 lub F2. Woda płuczająca, po przejściu przez dany filtr, płynąć będzie z powrotem do zbiornika ZC3. Przewiduje się możliwość uzupełnienia wody w każdym ze zbiorników, a także możliwość opróżnienia zbiorników. Przedstawiony schemat technologiczny będzie zlokalizowany w pomieszczeniach Wydziału Automatyki i Informatyki.

## 3. Oprzyrządowanie i pomiary

Przewiduje się zastosowanie następujących przetworników pomiarowych:

- a/ poziomów w zbiornikach ZC1, ZC2, ZC3 oraz filtrach F1 i F2 ;
- b/ przepływów  $V_0^*$ ,  $V_1^*$ ,  $V_2^*$ ,  $V_3^*$  ;
- c/ ciśnień  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  i  $P_4$  ;
- d/ lokalnych wskaźników ciśnień, przepływów i poziomów we wszystkich istotnych punktach instalacji;
- e/ 23 zawory  $Z_3$  sterowane elektromagnetycznie,



Rys. 1. Schemat instalacji technologicznej

f/ dwóch zaworów typu regulacyjnego  $Z_{RB}$  i  $Z_{R9}$  sterowanych programowo z maszyny cyfrowej lub z programowego zadajnika.

#### 4. Układy regulacji

W oparciu o przedstawioną instalację technologiczną zostaną zrealizowane następujące układy regulacji :

##### 4.1. Układy regulacji nadrzędnej przepływu

Przewiduje się zbudowanie trzech układów regulacji nadrzędnej przepływu :

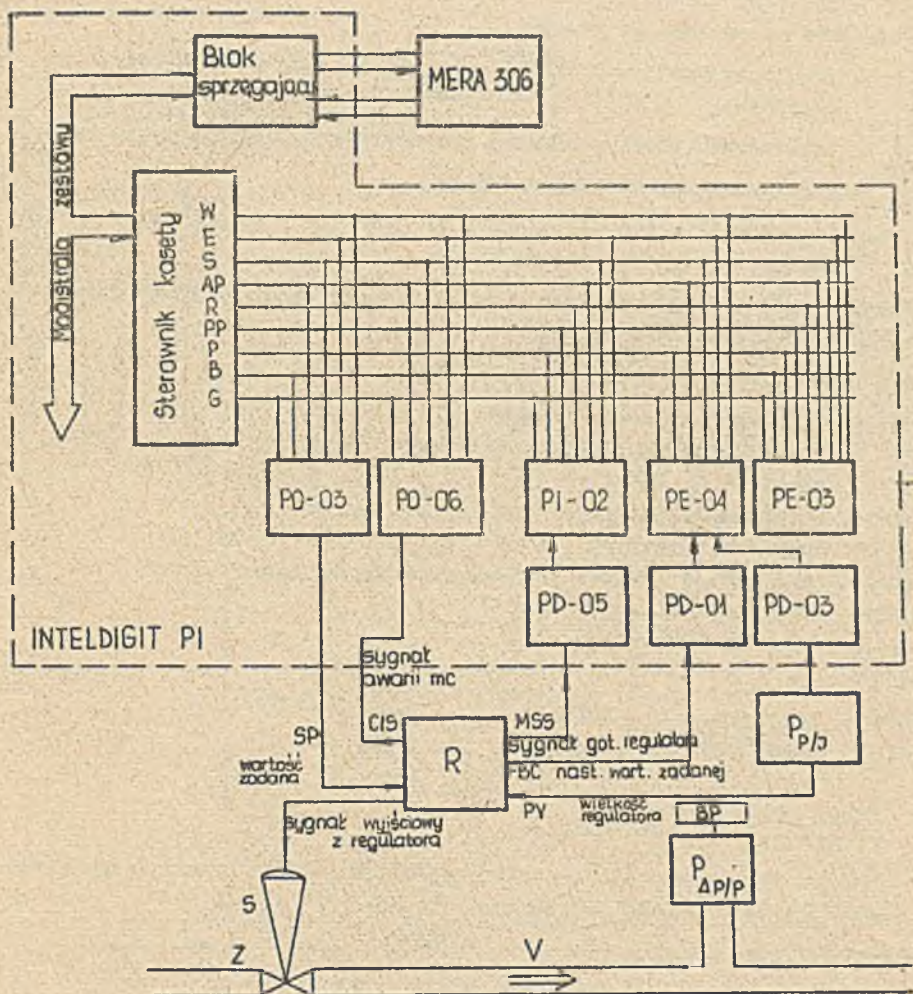
- układu regulacji nadrzędnej przepływu przez filtr kontaktowy F1 opartego na systemie INTELEKTRAN-S,
- układu regulacji nadrzędnej przepływu przez filtr kontaktowy F2 zbudowanego z wykorzystaniem aparatury systemu PNEPAL-3,
- układu regulacji nadrzędnej przepływu wody płuczającej bazującego na systemie EPTRONIK,

Wymienione układy regulacji będą współpracować z maszyną cyfrową MERA-306 lub MERA-400 za pośrednictwem kanału przemysłowego INTELDIGIT PI.

Schemat układu regulacji nadrzędnej przepływu z zastosowaniem systemu PNEPAL-3 przedstawiono na rys.2.

Przyjęto następujące oznaczenia :

- $P_{\Delta p/p}$  - przetwornik pomiarowy różnicy ciśnień o pneumatycznym sygnale wyjściowym,
- BP - pneumatyczny blok pierwiastkujący,
- $P_{P/I}$  - przetwornik pneumo-elektryczny o standardowym prądowym sygnale wyjściowym,
- R - regulator systemu PNEPAL-3 typu A415,
- S - siłownik pneumatyczny,
- Z - zawór,
- PO-03 - pakiet sterujący silnikiem skokowym zadajnika cyfrowego regulatora,
- PO-06 - pakiet dla sygnałów dwustanowych z oddzieleniem galwanicznym,
- PD-03 - pakiet dopasowujący dla sygnału analogowego 20 mA,
- PD-01 - pakiet dopasowujący dla sygnału analogowego 0-10 V,
- PD-05 - pakiet dopasowujący dla sygnału cyfrowego,
- PI-02 - pakiet dla sygnału cyfrowego statycznie-przerywającego (przerwanie od zaniku sygnałów),
- PE-04 - komutator stykowy,
- PE-03 - przetwornik analogowo-cyfrowy,



Rys.2. Schemat układu regulacji nadrzędnej przepływu z zastosowaniem systemu PNEFAL-3

Schemat układu regulacji nadrzędnej przepływu oparty o aparaturę systemu EFTRONIK przedstawia rys.3.

Dodatkowe oznaczenia do rys.3 :

- R - regulator systemu EFTRONIK typu 36717 (sterowanie w kodzie pozycyjnym),
- P  $\Delta P/I$  - przetwornik różnicy ciśnień o elektrycznym sygnale wyjściowym,
- P  $I/P$  - przetwornik elektropneumatyczny,
- PY-02 - przetwornik cyfrowo-analogowy do sterowania pozycyjnego,
- PG-03 - pakiet adresowania stacyjek.

Schemat układu regulacji nadrzędnej przepływu bazujący na aparaturze INTELEKTRANS-S przedstawia rys.4.

Oznaczenia do rys.4 :

- PY-01 - komutator cyfrowo-analogowy,
- PO-11 - pakiet dla sygnałów dwustanowych (sygnalizacja awarii komputera),
- ANC-492 - stacyjka komputerowa,
- ARK-455 - regulator krckowy,
- ASS-441 - przetwornik sygnału prądowego na sygnał napięciowy,
- AKS-472 |
- AKM-651 | - elementy pulpituowe,
- AKM-652 |
- AZN-896 - zasilacz,
- AZA-477 - moduł kontroli zasilania.

#### 4.2. Układy regulacji poziomu

Schemat układu regulacji poziomu w zbiorniku ZC3, pracującego w reżimie DDC (system EFTRONIK) przedstawia rys.5.

Oznaczenia do rys.5 :

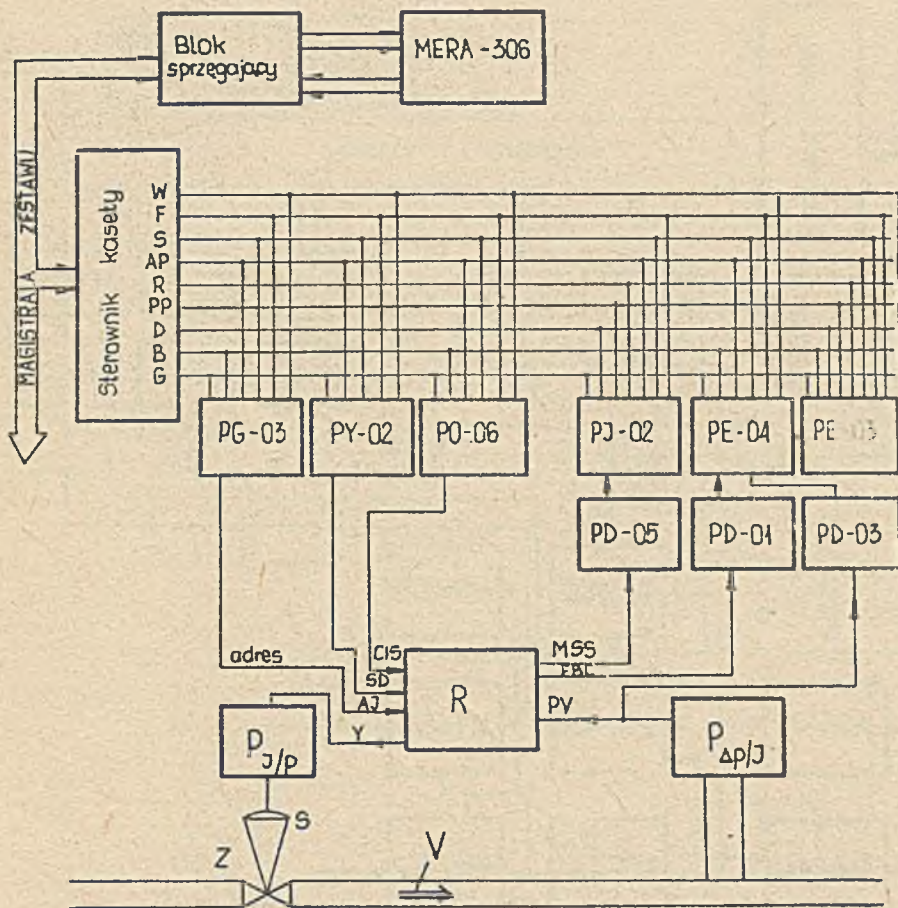
- R - regulator EFTRONIK CMAT model 36735,
- P $_{H/I}$  - przetwornik poziomu na znormalizowany sygnał prądowy.

Pozostałe oznaczenia, jak na rysunkach poprzednich.

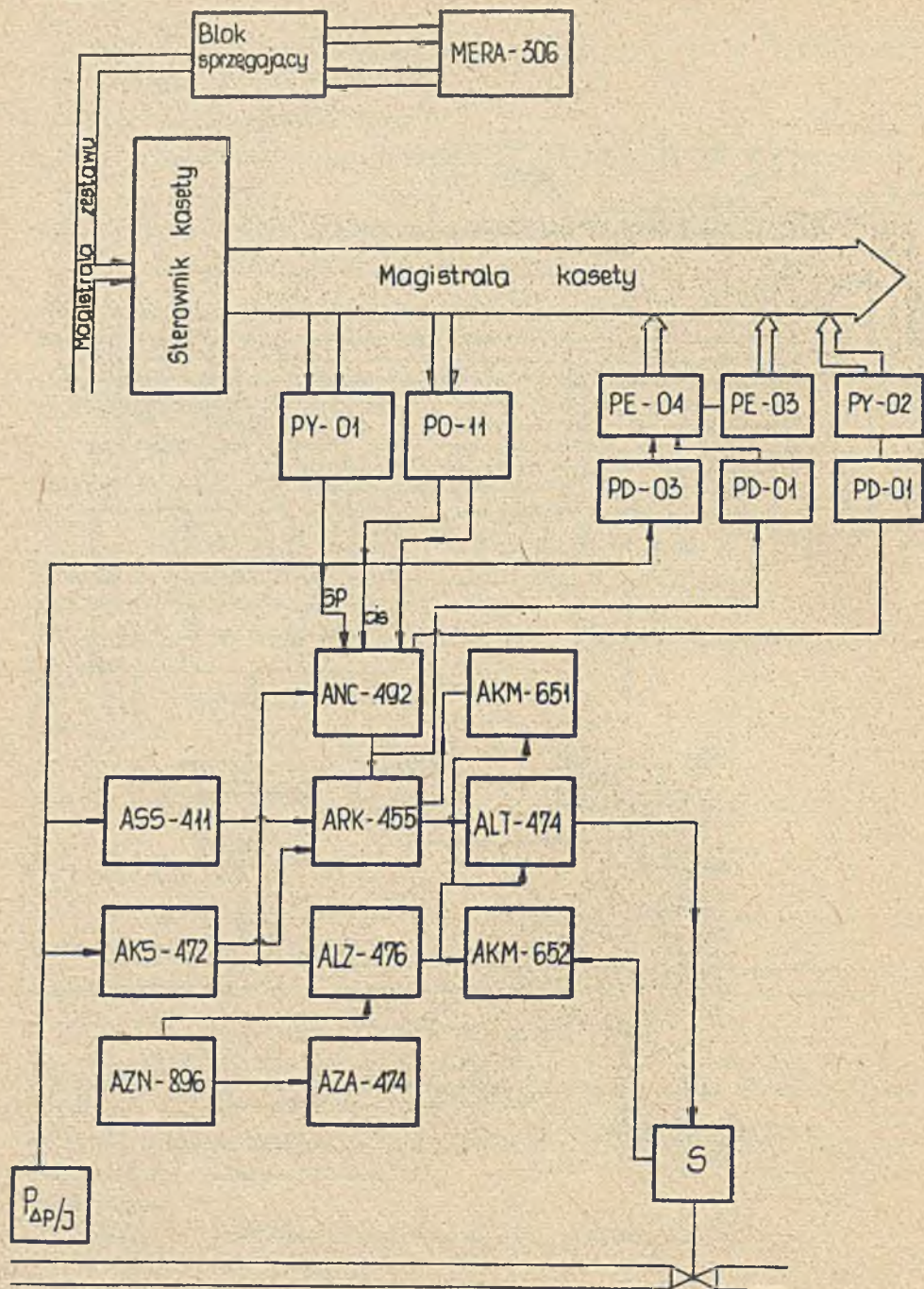
Na rys.6 pokazano schemat układu regulacji stażowartościowej poziomu, wykorzystujący elementy systemu SAB.

Oznaczenia :

- P $_{H/I}$  - przetwornik poziomu na prąd elektryczny,
- AS-1 - sumator,
- AP-1 - wzmacniacz mocy,
- AN-1 - siłownik,
- ML - przetwornik położenia,

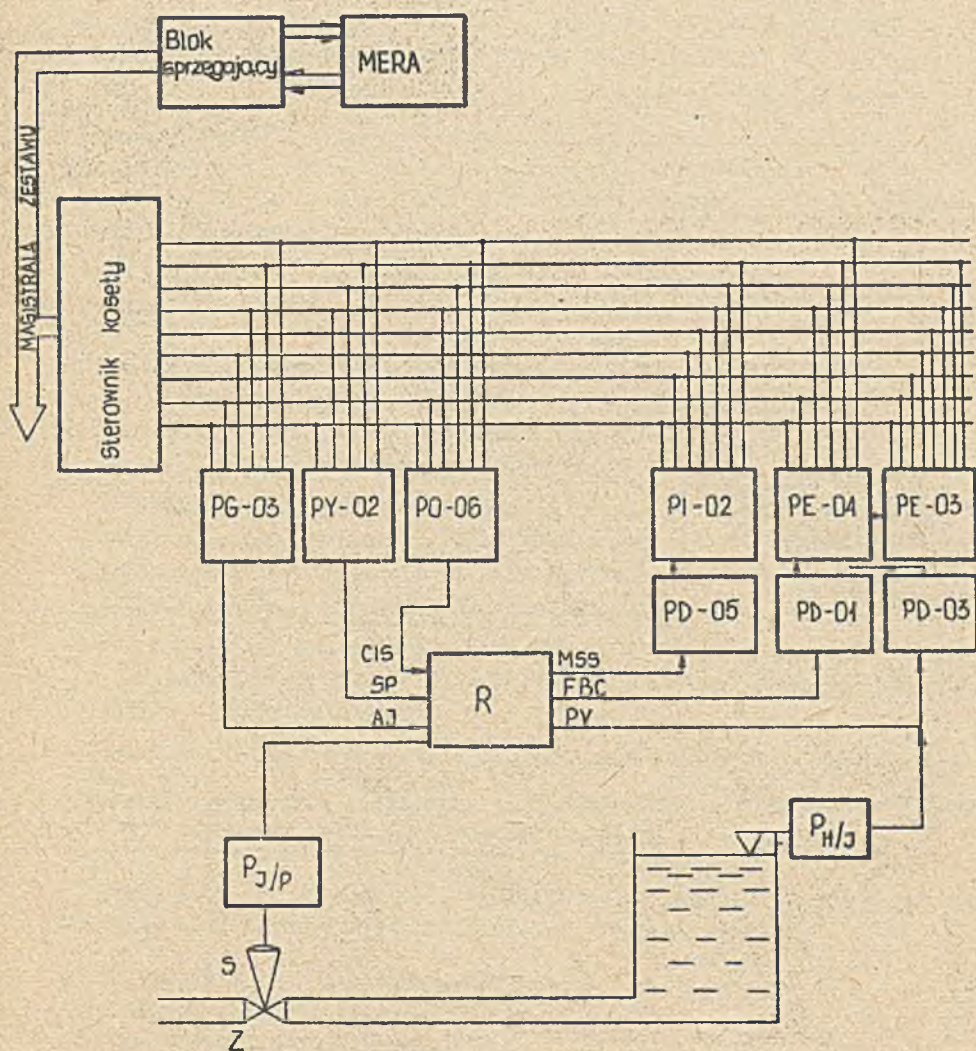


Rys.3. Schemat układu regulacji nadrzędnej przepływu oparty o aparaturę systemu EFTRONIK

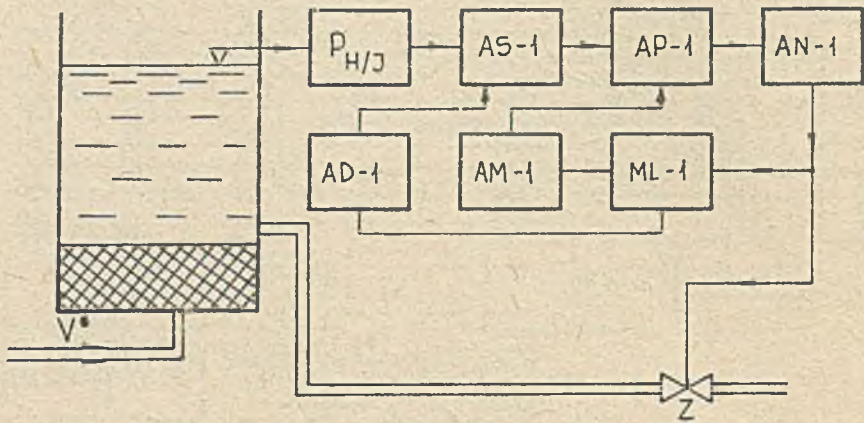


Rys.4. Schemat układu regulacji nadrzędnej przepływu bazujący na aparaturze INTELEKTRANS-S





Rys.5. Schemat układu regulacji poziomu w zbiorniku ZC3, pracującego w reżimie DDC (System EFTRONIK)



Rys.6. Schemat układu regulacji stażowartościowej poziomu wykorzystujący elementy systemu SAB

- AD-1 - blok różniczkujący,
- AM-1 - stacyjka sterownicza,
- Z - zawór.

Przewiduje się możliwość współpracy układu regulacji przepływu filtra kontaktowego F2 opartego na systemie PNEPAL-3 również z siłownikiem pneumatycznym umieszczonym na rurociągu zwrotnym pompy PW1.

Wielkościami zakłócającymi opisywanych układów regulacji będą :

- zmiany dopływów i odpływów wody poszczególnych zbiorników,
- zmienne opory hydrauliczne na rurociągach doprowadzających wodę do poszczególnych filtrów, symulowane pneumatycznymi organami wykonawczymi sterowanymi programowo.

## 5. Automaty cyfrowe

System powinien być również wyposażony w automat cyfrowy. Rozpatruje się zastosowanie automatu typu FITRONIK PC-4K lub typu MASTER.

Automat będzie spełniał następujące funkcje :

- realizacja sekwencji operacji dla przeprowadzenia płukania jednego z filtrów, przy czym rozpoczęcie cyklu płukania będzie zależne od stopnia zanieczyszczenia filtra (wskazania przetworników mierzących ciśnienie przed filtrem przy działających równocześnie układach regulacji poziomu) lub od czasu pracy filtra,
- sterowanie zasilaniem zbiorników ZC1 i ZC2 przy realizacji układu regulacji poziomu w zbiorniku ZC-3 (istnieje możliwość uzyskania obiektu niesterowalnego),
- sterownika układów blokady i zabezpieczeń pomp i całej instalacji.

## 6. Możliwości realizacji ćwiczeń dydaktycznych

Przewiduje się zrealizowanie następujących ćwiczeń dydaktycznych (niezależnie od ćwiczeń w ramach miernictwa przemysłowego):

- a/ Badanie kanału przemysłowego PI,
- b/ Badania regulatora DDC,
- c/ Układy regulacji nadrzędnej,
- d/ Automat cyfrowy ,
- e/ Badanie układu niesterowalnego,
- f/ Obiekty proste.

### 3. Literatura

- [1] Studia nad systemem optymalnego kompleksowego sterowania rozrzędem wód w systemie wodno-gospodarczym GOP.  
SUW Dzieńkówice. Praca zbiorowa, niepublikowana.  
Instytut Automatyki Pol.Śl. - Gliwice 1978.
- [2] S.KUBIT:- Analiza możliwości zastosowania krajowych systemów automatycznej regulacji dla potrzeb uzdatniania wody.  
Zesz.Nauk.Pol.Śl., Automatyka, z. 48. Materiały Konferencji "Sterowanie Systemem Wodno-Gospodarczym na obszarze aglomeracji miejsko-przemysłowej", Ustroń-Jaszowiec 17-19.05.1979.

### СТЕНДЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ХЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СТАНЦИЕЙ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ВОДЫ

#### Резюме :

В докладе представлено технологическую и аппаративную части лабораторных стендов для испытаний схем автоматического управления станцией приспособления воды. Рассмотрено схемы управления расходом и уровнем воды выполнение на основе новейших систем отечественного производства.

### CONCEPT OF THE LAB-PLACE OF THE WATER TREATMENT PLANT AUTOMATIC CONTROL

#### Abstract :

Both technological and apparatus sides of the lab-place of the water treatment plant automatic control are being discussed in the paper. There are also discussed systems of flow and level regulation which base on the newest home systems.