

# 7096

**PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP**

**Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81**

**ZESPÓŁ AUTOMATYKI ELEKTRONICZNEJ**

440

Pracownia Elektronicznych Testerów

BE 10

**Główny wykonawca**

mgr inż. Jarosław Kowalski

*Kowalski*

**Wykonawcy**

doc.dr inż. Jacek Korytkowski

konstr. Michał Zychowicz

**Konsultant**

**Nr zlecenia** S 1438

Opracowanie mikroprocesorowego kalibratora dla elektronicznej symulacji czujników temperatury

Część etapu 3:  
Dokumentacja Techniczno-Ruchowa symulatora rezystancji ZR-21k

**Zleceńdawca**  
Praca Statutowa PIAP

**Pracę rozpoczęto dnia**

2.01.94

**zakończono dnia** 30.06.94

Kierownik Pracowni

Z-ca Dyrektora ds Badańczo Rozwojowych

Kierownik Zespołu

*[Signature]*  
mgr inż. T. Goszczyński

*[Signature]*  
dr inż. J. Jabłkowski

*[Signature]*  
doc.dr inż. J. Korytkowski

**Praca zawiera:**

stron 14

rysunków 2

fotografii

tabel

tablic

załączników

7096

**Nr rejestr.**

**Rozdzielnik - ilość egz:**

**Egz. 1** BOINTE

**Egz. 2** ZAE-1

**Egz. 3** ZAE-1

**Egz. 4** ZAE-3

**Egz. 5**

**Egz. 6**

## **Analiza deskryptorowa**

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA, SYMULATORY OPORU ELEKTRYCZNEGO  
DOKUMENTACJA TECHNICZNA, instrukcja obsługi

## **Analiza dokumentacyjna**

---

Dokumentacja techniczna zawiera:  
Opisy przeznaczenia, dane techniczne, opis działania, tabele wy-  
prowadzeń, instrukcje strojenia, spisy elementów, schemat ideowy,  
rysunek płyty czołowej

## **Tytuły poprzednich sprawozdań**

Opracowanie mikroprocesorowego zestawu do badań  
przetworników pomiarowych temperatury wg IEC-770 dla  
PIAP-LAB.

Cz. etapu 4: Dokumentacja Techniczno-Ruchowa symulatora rezystanc.  
ZR-21. Nr rej. 7006

## SPIS TREŚCI

|                         | str         |
|-------------------------|-------------|
| 1. Przeznaczenie        | 2           |
| 2. Dane techniczne      | 2           |
| 3. Opis działania       | 5           |
| 4. Tabele wyprowadzeń   | 6           |
| 5. Instrukcja strojenia | 8           |
| 6. Spis elementów       | 11          |
| 7. Rysunki              | 14          |
| Schemat ideowy          | Załącznik 1 |
| Widok płyty czołowej    | Załącznik 2 |

## 1. Przeznaczenie

Symulator rezystancji ZR-21k stanowi sterowany zadajnik wartości rezystancji elektrycznej i przeznaczony jest do symulowania wartości rezystancji stanowiącej sygnał wejściowy dla przetworników pomiarowych temperatury przewidzianych do współpracy z czujnikami rezystancyjnymi typu Pt100, Pt500, Pt1000, Ni100, Cu100.

Symulator rezystancji ZR-21k stanowi blok funkcjonalny przenośnego kalibratora KAL-400 lub komputerowych stanowisk do badania przetworników pomiarowych i regulatorów. Symulator ZR-21k sterowany jest poprzez moduł wyjść cyfrowych i jest zasilany z zasilacza tego kalibratora lub stanowiska. Symulowana rezystancja jest galwanicznie izolowana zarówno od napięć zasilających zestawu jak i od napięć sterujących kalibratora lub stanowiska.

## 2. Dane techniczne

### 2.1. Sygnał wejściowy sterujący :

PB0, PB1, PB2, PB3, PB4, PB5, PB6, PB7, PX0, PX1, PX2, PX3, PX4, PX5, PX6, PX7.

Sygnał dwustanowy 16 bitowy równoległy o standardach sygnału TTL.

Stan aktywny "H" +5V.

Stan nieaktywny "L" 0V.

PX7 sygnał wyboru zakresu :

PX7 = H zakres 3999,87 $\Omega$  ("4k $\Omega$ ");

PX7 = L zakres 399,987 $\Omega$  ("400 $\Omega$ ").

PB0, ..., PB7, PX0, ..., PX6 - 15 bitowy sygnał wyboru wartości rezystancji.

### 2.2. Symulowana wartość rezystancji.

Dwa wybierane zakresy rezystancji :

PX7 = H zakres "4k $\Omega$ "

- o dokładnej nastawie rezystancji od 375 $\Omega$  do 3999,87 $\Omega$ ;

- dopuszczalny prąd pomiarowy w symulowanej rezystancji od 0,1mA do 1,1mA;

PX7 = L zakres "400Ω"

- o dokładnej nastawie rezystancji od 12,5Ω do 399,987Ω;

- dopuszczalny prąd pomiarowy w symulowanej rezystancji od 1mA do 11mA.

### 2.3 Zależność funkcjonalna

Zależność funkcjonalną rezystancji od sygnału sterującego opisuje wzór :

$$R = [1\alpha(PX7) + 10\overline{\alpha(PX7)}] \times \sum_{n=0}^{n=14} \frac{200}{2^{14-n}} \alpha(Bn)$$

gdzie : R - wartość symulowanej rezystancji

$\alpha(PX7)$  - dwuwartościowy współczynnik sterowany sygnałem

dla PX7 = H  $\alpha(PX7) = 1$

dla PX7 = L  $\alpha(PX7) = 0$

$\overline{\alpha(PX7)}$  - dwuwartościowy współczynnik sterowany sygnałem PX7

dla PX7 = H  $\overline{\alpha(PX7)} = 0$

dla PX7 = L  $\overline{\alpha(PX7)} = 1$

Bn - sygnał dwustanowy wyboru wartości n-tego bitu.

n = 14 najbardziej znaczący bit

n = 0 najmniej znaczący bit

Przy czym przyjęto oznaczenia sygnałów B14 = PX6.

B13 = PX5.....B8 = PX0 oraz B7 = PB7, B6 = PB6..... B0 = PBO  
 $\alpha(Bn)$  - dwuwartościowy współczynnik sterowany sygnałem Bn  
 dla Bn = H  $\alpha(Bn) = 1$   
 dla Bn = L  $\alpha(Bn) = 0$ .

Tabela wartości rezystancji dla poszczególnych bitów

| Zakres        | PX7 = H<br>"4kΩ" | PX7 = L<br>"400Ω" |
|---------------|------------------|-------------------|
| B14 = PX6 = H | 2000Ω            | 200Ω              |
| B13 = PX5 = H | 1000Ω            | 100Ω              |
| B12 = PX4 = H | 500Ω             | 50Ω               |
| B11 = PX3 = H | 250Ω             | 25Ω               |
| B10 = PX2 = H | 125Ω             | 12,5Ω             |
| B9 = PX1 = H  | 62,5Ω            | 6,25Ω             |
| B8 = PX0 = H  | 31,25Ω           | 3,125Ω            |
| B7 = PB7 = H  | 15,625Ω          | 1,5625Ω           |
| B6 = PB6 = H  | 7,8125Ω          | 0,78125Ω          |
| B5 = PB5 = H  | 3,90625Ω         | 0,390625Ω         |
| B4 = PB4 = H  | 1,953125Ω        | 0,1953125Ω        |
| B3 = PB3 = H  | 0,9765625Ω       | 0,09765625Ω       |
| B2 = PB2 = H  | 0,48828125Ω      | 0,048828125Ω      |
| B1 = PB1 = H  | 0,244140625Ω     | 0,0244140625Ω     |
| B0 = PBO = H  | 0,1220703125Ω    | 0,01220703125Ω    |

Uwaga . Wartość rezystancji n-bitu wyliczono ze wzoru :

$$\text{dla PX7 = H} \quad R = \frac{2000}{2^{14-n}} \quad , \quad \text{dla PX7 = L} \quad , \quad R = \frac{200}{2^{14-n}} .$$

#### 2.4. Dokładność

Rozdzielczość

- dla zakresu "4kΩ" 122mΩ (0,003% zakresu)
- dla zakresu "400Ω" 12,2mΩ (0,003% zakresu)

- Błąd dopuszczalny graniczny (dla warunków pracy wg p.2.5)
- dla zakresu "4kΩ" i dla prądu pomiarowego w symulowanej rezystancji 0,1mA...1,1mA  $\leq 500m\Omega$   
( $\leq 0,06\%$  zakresu)
  - dla zakresu "400Ω" i dla prądu pomiarowego w symulowanej rezystancji 1mA...11mA  $\leq 0,04\%$  zakresu;

### 2.5. Warunki pracy

|                            |       |             |             |
|----------------------------|-------|-------------|-------------|
| Temperatura otoczenia      | +15°C | .....       | +25°C       |
| Wilgotność                 |       |             | $\leq 80\%$ |
| Minimalny czas nagrzewania |       |             | 60min       |
| Zasilanie                  | +5V   | $\pm 5\%$ , | 700mA;      |
|                            | +12V  | $\pm 5\%$ , | 220mA.      |

### 3. Opis działania

Symulator rezystancji stanowi dokładny przetwornik sygnał cyfrowy - rezystancja; jest więc układem realizującym sterowanie rezystancji elektrycznej cyfrowym równoległym sygnałem 16-bitowym.

Podstawowymi elementami przetwornika sygnał cyfrowy - rezystancja są :

- wzmacniacz IC3 o sterowanym wzmocnieniu napięciowym odwrotnie proporcjonalnie do wartości wejściowego sygnału cyfrowego;
- sterowane napięciem ze wzmacniacza IC3 źródło prądowe zrealizowane na wzmacniaczach IC4 i IC5.

Ze względu na to, że prąd odbierany z zacisków wejściowych symulatora jest dokładnie proporcjonalny do napięcia na tych zaciskach, to symulator realizuje określoną wartość rezystancji zależną od wartości wzmocnienia wzmacniacza IC3. W opisywanym układzie wartość rezystancji jest proporcjonalna do wejściowego sygnału cyfrowego.

Sterowane wzmocnienie napięciowe wzmacniacza IC3 uzyskano włączając w obwód sprzężenia zwrotnego tego wzmacniacza klasyczny drabinkowy (2R,R) przetwornik cyfrowo-analogowy przełączany przełącznikami od PK1 do PK16.

Sygnały wejściowe PX7, PX6.....PX0, PB7.....PBO o standardzie TTL przetwarzane są w prostych układach tranzystorowych od T1 do T16 na sygnały 12 woltowe sterujące przekaźnikami od PK1 do PK16.

Drabinka rezystancyjna przetwornika cyfrowo-analogowego w zakresie 11-tu najbardziej znaczących bitów została zrealizowana z wysokostabilnych dokładnych rezystorów typu RM-70Y o wartości rezystancji  $R = 20k\Omega$ .

Rezystory zostały tak wyselekcjonowane, że w zakresie najbardziej znaczących 4-ch bitów zapewniają dokładność 0,01%, w zakresie dalszych 7-miu bitów dokładność 0,02%, a w zakresie ostatnich 4-ch bitów dokładność 1%.

Sterowane źródło prądowe ma przełączane sygnałem PX7 dwa zakresy prądowe : pierwszy do 1,1 mA oraz drugi do 11mA.

W układach wzmacniających IC3, IC4, IC5 zastosowano niskodryftowe wzmacniacze monolityczne typu OP-07C. Układy wzmacniaczowe podlegają odpowiedniemu strojeniu w trakcie strojenia symulatora opisanego w p.5.

Zasilacz symulatora zbudowano przy wykorzystaniu przetwornicy prądu stałego 5V/2x24V oraz dwu stabilizatorów monolitycznych typu LM 317 zapewniających podwójne napięcia zasilające układ elektroniczny +18V i -18V.

W celu zapewnienia podwyższonego pola napięć pracy wzmacniaczy IC3.....IC5 o wartości 15V w układzie elektronicznym symulatora zastosowano podwyższone napięcia zasilające do  $\bar{+18V}$ .

#### 4. Tabele wyprowadzeń

Złącze systemowe BUSMAT II

|        |                                                   |
|--------|---------------------------------------------------|
| 1a,32a | GND Wspólny punkt zasilania i sygnałów cyfrowych. |
| 2a     | +5Vdc napięcie zasilające +5V.                    |
| 3a     | +12Vdc napięcie zasilające +12V.                  |

Złącze na płycie czołowej (881025 ELTRA) Z12 lub złącze do przewodu taśmowego 16-krotnego ZL3



| <u>ZL2</u> | <u>ZL3</u> | <u>Funkcja</u>                   |
|------------|------------|----------------------------------|
| 1          | -          | +5Vdc (poziom H dla sygnału TTL) |
| 2          | 2          | B1 = PB1                         |
| 3          | 4          | B3 = PB3                         |
| 4          | 6          | B5 = PB5                         |
| 5          | 8          | B7 = PB7                         |
| 6          | 10         | B9 = PX1                         |
| 7          | 12         | B11= PX3                         |
| 8          | 14         | B13= PX5                         |
| 9          | 16         | B15= PX7                         |
| 13         | -          | GND Wspólny punkt                |
| 14         | 1          | B0 = PBO                         |
| 15         | 3          | B2 = PB2                         |
| 16         | 5          | B4 = PB4                         |
| 17         | 7          | B6 = PB6                         |
| 18         | 9          | B8 = PX0                         |
| 19         | 11         | B10= PX2                         |
| 20         | 13         | B12= PX4                         |
| 21         | 15         | B14= PX6                         |
| 25         | -          | GND Wspólny punkt                |

#### Zaciski symulowanej rezystancji

Przewidują one dołączenie czteroprzewodowe symulatora czujnika rezystancyjnego.

|                   |        |
|-------------------|--------|
| Zacisk prądowy    | +I (4) |
| Zacisk napięciowy | +U (1) |
| Zacisk napięciowy | -U (2) |
| Zacisk prądowy    | -I (3) |

W nawiasach podano typowe oznaczenie wyprowadzeń czterech przewodów dla czujnika Pt100.

**Uwaga 1.** Symulator pracuje poprawnie przy dowolnej bieguności napięć na jego zaciskach przy zachowaniu podanych wyżej wartościach prądu pomiarowego. Tak więc wyżej podane oznaczenia biegunowości mają znaczenie tylko umowne.

**Uwaga 2.** Jeżeli przetwornik pomiarowy jest przystosowany do

dwuprzewodowego dołączenia czujnika rezystancyjnego, to połączenia zacisków wejściowych przetwornika należy dokonać do zacisków +U i -U symulatora rezystancji stosując krótkie i grube miedziane przewody łączące. Rezystancja dwu przewodów łączących w takim przypadku dodaje się jako stała wartość do wartości rezystancji symulatora.

Zwraca się uwagę, że 1 metr bieżący przewodu miedzianego o przekroju  $1 \text{ mm}^2$  ma rezystancję o wartości  $18 \text{ m}\Omega$ .

**Uwaga 3.** Jeżeli przetwornik pomiarowy jest przystosowany do trójprzewodowego dołączenia czujnika rezystancyjnego, to połączenie zacisków wejściowych przetwornika należy dokonać do odpowiednich zacisków +I, +U, -U lub -I, -U, +U symulatora rezystancji stosując trzy przewody łączące o jednakowych rezystancjach. W takim przypadku wpływ rezystancji przewodów łączących będzie zminimalizowany.

## 5. Instrukcja strojenia

Strojenie wykonuje się dla każdego wyprodukowanego modułu symulatora ZR-21k lub po naprawie tego modułu. Strojenie dokonuje się w specjalnej kasecie zestawu z odpowiednimi otworami dzięki którym potencjometry strojeniowe są dostępne do zmian ich nastaw. Strojenie dokonuje się po czasie wstępnego nagrzewania minimum 60 minut.

W czasie strojenia łączówka do modułu sterowania cyfrowego powinna być rozłączana a nastawę sygnałów PX7, PX6.....PX0, PB7.....PBO należy dokonywać na wyłącznikach SW1 i SW2. Poziom "H" odpowiada położeniu wyłącznika "ON". Poszczególne wyłączniki zostały opisane symbolami X7, X6.....X0, B7, B6.....B0 z pominięciem litery P.

W czasie strojenia wykorzystywany jest woltomierz cyfrowy VC oraz dokładny miernik rezystancji MR dołączony 4-przewodowo do symulatora. Omawiane niżej oznaczenia podano na schemacie ideowym

symulatora.

### 5.1. Zerowanie wzmacniacza IC5

Po wybraniu zakresu rezystancji 400  $\Omega$  (PX7 OFF] po wybraniu odpowiednim przełącznikiem SW2 PX6 ON, przy odłączonym od zacisków wyjściowych symulatora mierniku rezystancji MR, należy woltomierzem cyfrowym VC mierzyć  $U_{10-s}$  napięcie wyjściowe wzmacniacza IC4 pomiędzy punktem PP10 tego wzmacniacza a wspólnym punktem układu oznaczonym jako punkt PP8 na schemacie oraz mierzyć  $U_{11-s}$  napięcie wyjściowe wzmacniacza IC5 pomiędzy punktem PP11 tego wzmacniacza a wspólnym punktem PP8 oraz tak dobrać nastawę potencjometru strojeniowego VR3 aby napięcia  $U_{10-s}$  oraz  $U_{11-s}$  miały przeciwne znaki a ich wartości bezwzględne nie różniły się więcej niż o  $\pm 10\mu V$ . Powinien być spełniony warunek :

$$U_{10-s} = -U_{11-s} \pm 10\mu V.$$

### 5.2. Zerowanie wzmacniacza IC4 400 $\Omega$

Dla takich samych warunków pracy symulatora jak w p.5.1 (Zakres 400  $\Omega$ ) należy mierzyć woltomierzem cyfrowym :

- napięcie  $U_{10-p}$  punktu PP10 wzmacniacza IC4 względem suwaka potencjometru VR4 oznaczonego jako punkt PP9;
- napięcie  $U_{12-p}$  wyjścia wzmacniacza IC5 oznaczonego jako punkt PP12 względem suwaka potencjometru VR4 oznaczonego jako punkt PP9.

Należy tak dobrać nastawę potencjometru VR2 aby był spełniony warunek :

$$U_{10-p} = -1,012 U_{12-p} \pm 50\mu V.$$

### 5.3. Zerowanie wzmacniacza IC3.

Zerowanie wzmacniacza IC3 dokonuje się tak aby zapewnić właściwe działanie symulatora dla obydwu biegunowości napięć i prądów w symulowanej rezystancji. Wybrać zakres "400 $\Omega$ " przez dokonanie nastawy PX7: OFF . Nastawić wartość symulowanej rezystancji 12,5 $\Omega$  przez dokonanie nastawy PX2: ON (pozostałe wyłączniki SW1 i SW2 w stanie OFF). Wybrać zakres miernika rezystancji MR tak aby prąd pomiarowy był w granicach od 0,5mA do 1mA, a dokładność pomiaru była nie gorsza niż  $\pm 1m\Omega$ . Dołączać miernik rezystancji do wyjścia

symulatora dla określonej biegunowości i odczytywać wartość symulowanej rezystancji R"+" oraz zmieniać biegunowość dołączenia symulatora do miernika rezystancji i odczytywać wartość symulowanej rezystancji R"-". Tak dobrać nastawę potencjometru VR1 aby różnica pomiarów R"+" - R"- nie przekraczała  $+1m\Omega$ .

Sprawdzić dla zakresu "4 k $\Omega$ " przy nastawie 0,250 k $\Omega$ m różnicę pomiarów "R+" i "R-". Różnica ta nie powinna przekraczać  $\bar{+}30m\Omega$ .

#### 5.4. Strojenie zakresu rezystancji.

Sprawdzić czy nastawa suwaka potencjometru VR5 znajduje się w pośrednim położeniu zbliżonym do środkowego. W razie potrzeby skorygować jego nastawę. Wybrać zakres "4k $\Omega$ " przez dokonanie nastawy wyłącznika PX7 ON. Dokonać nastawy ON wyłącznika PX6 co powinno odpowiadać wartości symulowanej rezystancji 2000,00 $\Omega$ .

Dołączyć dokładny miernik rezystancji MR do zacisków symulatora. Wybrać taki zakres miernika aby prąd pomiarowy nie przekraczał 1,1mA, a dokładność pomiaru nie była gorsza od  $\pm 20m\Omega$ . Odczytywać wskazania miernika rezystancji dla dwu polaryzacji jego dołączenia "R+" i "R-" oraz tak zmieniać nastawę suwaka potencjometru strojeniowego VR4 aby średnia wartość odczytów "R+" i "R-" wynosiła  $2000,000\Omega \pm 100m\Omega$ .

Wybrać zakres "400 $\Omega$ " symulatora przez dokonanie nastawy wyłącznika PX7: OFF. Dokonać nastawy ON wyłącznika PX6, co powinno odpowiadać wartości symulowanej rezystancji 200,000 $\Omega$ .

Wybrać taki zakres miernika rezystancji aby prąd pomiarowy nie przekraczał 11mA. Odczytywać wskazania miernika rezystancji dla dwu polaryzacji jego dołączenia "R+" i "R-" oraz tak zmieniać nastawę suwaka potencjometru strojeniowego VR5 aby średnia wartość z pomiarów "R+" i "R-" wynosiła  $200,000\Omega \bar{+}10m\Omega$ .

6. Spis elementów

| Lp. | Oznaczenie                                                                                                 | Nazwa                                                                                              | Wartość, cecha                                                                                            | Uwagi                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1   | 2                                                                                                          | 3                                                                                                  | 4                                                                                                         | 5                                                        |
| 1.  | IC3, IC4, IC5                                                                                              | Wzmacniacz monolityczny                                                                            | OP-07CP                                                                                                   |                                                          |
| 2.  | IC1, IC2                                                                                                   | Stabilizator monolityczny                                                                          | LM317TP+                                                                                                  |                                                          |
| 3.  | T1, T2, T3,<br>T4, T5, T6,<br>T7, T8, T9<br>T10, T11,<br>T12, T13,<br>T14, T15,<br>T16                     | Tranzystor                                                                                         | BC107A                                                                                                    |                                                          |
| 4.  | D1, D2, D3,<br>D4, D5, D6,<br>D7, D8, D9<br>D10, D11,<br>D12, D13,<br>D14, D15,<br>D16                     | Dioda                                                                                              | BAVP-18                                                                                                   |                                                          |
| 5.  | D17                                                                                                        | Dioda                                                                                              | BYP401/100                                                                                                |                                                          |
| 6.  | SW1, SW2                                                                                                   | Mikrowyłącznik<br>8 pozycyjny (16<br>nóżkowy DIL)                                                  | typ EDG                                                                                                   |                                                          |
| 7.  | PK1, PK2,<br>PK3, PK4,<br>PK5, PK6,<br>PK7, PK8,<br>PK9, PK10,<br>PK11, PK12,<br>PK13, PK14,<br>PK15, PK16 | Przełącznik 12V DC                                                                                 | G6A, 234P<br>ST4 VS<br>f-my OMRON                                                                         | lub<br>ALCATEL<br>MT2<br>C93402                          |
| 8.  | V1                                                                                                         | Przetwornica<br>5V/2 x 24V                                                                         | EBS DC-DC<br>CONVERTER<br>PS1-A 5-2-24                                                                    |                                                          |
| 9.  | ZL1                                                                                                        | Złącze modułu 64st.                                                                                | 8111064 ELTRA                                                                                             |                                                          |
| 10. | ZL2                                                                                                        | Złącze 25stykowe<br>-gniazdo kątowe<br><br>-wtyk<br><br>-osłona kątowna<br><br>-przewód taśm. 0,4m | A-DF 25A/KG/T1<br>firmy ASSMANN<br><br>A-DS 25LL<br>firmy ASSMANN<br>typ 03/25<br><br>ELTRA<br>TLY12-0,20 | tylko<br>dla sta<br>nowiska<br>badań<br>regula-<br>torów |

|     |                                                                                    |                                                                                                                    |                                                                                                                                          |                                                   |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 11. | ZL3                                                                                | Złącze typu<br>MULTIFLEX<br>-złącze katowe<br><br>-zatrzaski do złącza<br>-gniazda 2 szt<br><br>-kabel płaski 30cm | 16-stykowe<br>AWH 16A-0202<br>f-my ASSMANN<br>AW-CLIP kurtz<br>f-my ASSMANN<br>AWP 16-7240<br>f-my ASSMANN<br>AWG28-16/G<br>f-my ASSMANN | tylko dla<br>KAL400                               |
| 12. | ZL4,ZL5                                                                            | Złącze typu<br>MULTIFLEX<br>-listwy 2 szt<br><br>-gniazda 2szt<br><br>-kabel płaski 8cm                            | 26-stykowe<br>AWL26/11.2/G<br>f-my ASSMANN<br>AWP26-7240<br>f-my ASSMANN<br>AWG28-26/G<br>f-my ASSMANN                                   |                                                   |
| 13. | ZL6,ZL7                                                                            | Złącze 9-stykowe<br>-złącze gniazdo<br><br>-złącze wtyk                                                            | 881009<br>f-my ELTRA<br>871009<br>f-my ELTRA<br>f-my RADMOR                                                                              | tylko dla<br>KAL400                               |
| 14. | ZL6                                                                                | Złącze głośnikowe<br>cztero-zaciskowe                                                                              |                                                                                                                                          | tylko dla<br>stanowiska<br>do badań re-<br>gulat. |
| 15. | VR1                                                                                | Potencjometr 10k $\Omega$                                                                                          | SPECTROL 70Y 103                                                                                                                         |                                                   |
| 16. | VR2, VR3                                                                           | Potencjometr 20k $\Omega$                                                                                          | HELITRIM 76PR20k                                                                                                                         |                                                   |
| 17. | VR4                                                                                | Potencjometr 100 $\Omega$                                                                                          | SPECTROL 70Y 101                                                                                                                         |                                                   |
| 18. | VR5                                                                                | Potencjometr 1M $\Omega$                                                                                           | SPECTROL 70Y 105                                                                                                                         |                                                   |
| 19. | R1,R2,R3,R4<br>R5,R6,R7,R8<br>R9,R10,R11,<br>R12,R13,R14<br>R15,R16                | Rezystor                                                                                                           | M $\Omega$ T-0,125W-51k5%                                                                                                                |                                                   |
| 20. | R17,R18,R19,<br>R20,R21,R22,<br>R23,R24,R25,<br>R26,R27,R28,<br>R29,R30,R31<br>R32 | Rezystor                                                                                                           | M $\Omega$ T-0,125W-1,1k $\Omega$ -5%                                                                                                    |                                                   |
| 21. | R46                                                                                | Rezystor precyz.                                                                                                   | RWE0207-0,125W-49,9k $\Omega$<br>-0,5%TWR25ppm/ $^{\circ}$ C                                                                             |                                                   |
| 22. | R40                                                                                | Rezystor                                                                                                           | M $\Omega$ T-0,125W-10k $\Omega$ -5%                                                                                                     |                                                   |
| 23. | R41,R42                                                                            | Rezystor                                                                                                           | M $\Omega$ T-0,125W-5,1k $\Omega$ -5%                                                                                                    |                                                   |
| 24. | R47,R50                                                                            | Rezystor                                                                                                           | RWE0207-0,125W-49,9k $\Omega$<br>-0,5%,TWR25ppm/ $^{\circ}$ C                                                                            |                                                   |

|     |                                                        |                     |                                                  |
|-----|--------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------|
| 25. | R48                                                    | Rezystor precyz.    | RM70Y-100kΩ +0,02% <sup>1/</sup>                 |
| 26. | R49, R51                                               | Rezystor precyz.    | RM70Y-100kΩ +0,02% <sup>1/</sup>                 |
| 27. | R54                                                    | Rezystor precyz.    | RM70Y-88kΩ +0,02% <sup>1/</sup>                  |
| 28. | R53                                                    | Rezystor precyz.    | RM67Z-1,2kΩ +0,02% <sup>1/</sup> TWR<br>10ppm/°C |
| 29. | R56                                                    | Rezystor precyz.    | RM67Z-10,8kΩ +0,02% <sup>1/</sup><br>TWR10ppm/°C |
| 30. | R52                                                    | Rezystor            | MET-0,5W-620kΩ -5%                               |
| 31. | R55                                                    | Rezystor            | MET-0,5W-9,1MΩ -5%                               |
| 32. | R33, R35                                               | Rezystor            | RWE0207-0,125W-196Ω<br>-0,5%-TWR25ppm/°C         |
| 33. | R34, R36                                               | Rezystor            | RWE0207-0,125W-2,67kΩ<br>-0,5%-TWR25ppm/°C       |
| 34. | R44, R57, R59<br>R61, R63                              | Rezystory           | RM70Y 40kΩ +0,02% <sup>2/</sup>                  |
| 35. | R65, R67, R69<br>R71, R73, R75<br>R77                  | Rezystory           | RM70Y 40kΩ +0,02% <sup>3/</sup>                  |
| 36. | R79, R80, R82<br>R83, R85, R86<br>R88, R89, R90<br>R91 | Rezystory           | RWE0207-0,125W-20kΩ<br>-0,5%-TWR 25ppm/°C        |
| 37. | R58, R60, R62<br>R64                                   | Rezystory           | RM70Y 20kΩ +0,02% <sup>2/</sup>                  |
| 38. | R66, R68, R70<br>R72, R74, R76<br>R78                  | Rezystory           | RM70Y 20kΩ +0,02% <sup>3/</sup>                  |
| 39. | R81, R84, R87                                          | Rezystory           | RWE 0207-0,125W-20kΩ<br>-0,5%-TWR25ppm/°C        |
| 40. | C4                                                     | Kondensator         | MKSE-022-10μF-10%-63V                            |
| 41. | C5                                                     | Kondensator         | KSF-022-369nF-10%-63V                            |
| 42. | C2, C3                                                 | Kondensator         | KFPm-620nF-20%-63V                               |
| 43. | C1                                                     | Kondensator tantal. | 47μF 16V                                         |
| 44. | L1                                                     | Indukcyjność        | typ B2 NEOSID(DTK)<br>4,7μH R < 0,4 Ω            |

Uwaga 1/ Pary R48, R54 oraz R49, R51 oraz R53, R56 są selekcjonowane na taką samą tolerancję rezystancji dla obydwu rezystorów +0,02% lub +0,01% lub -0,01% lub -0,02%

Uwaga 2/ Rezystory R44, R57, R59, R61, R63, R58, R60, R62, R64 są dobierane wszystkie na taką samą tolerancję rezystancji np. +0,02% lub +0,01% lub -0,02% lub -0,01%

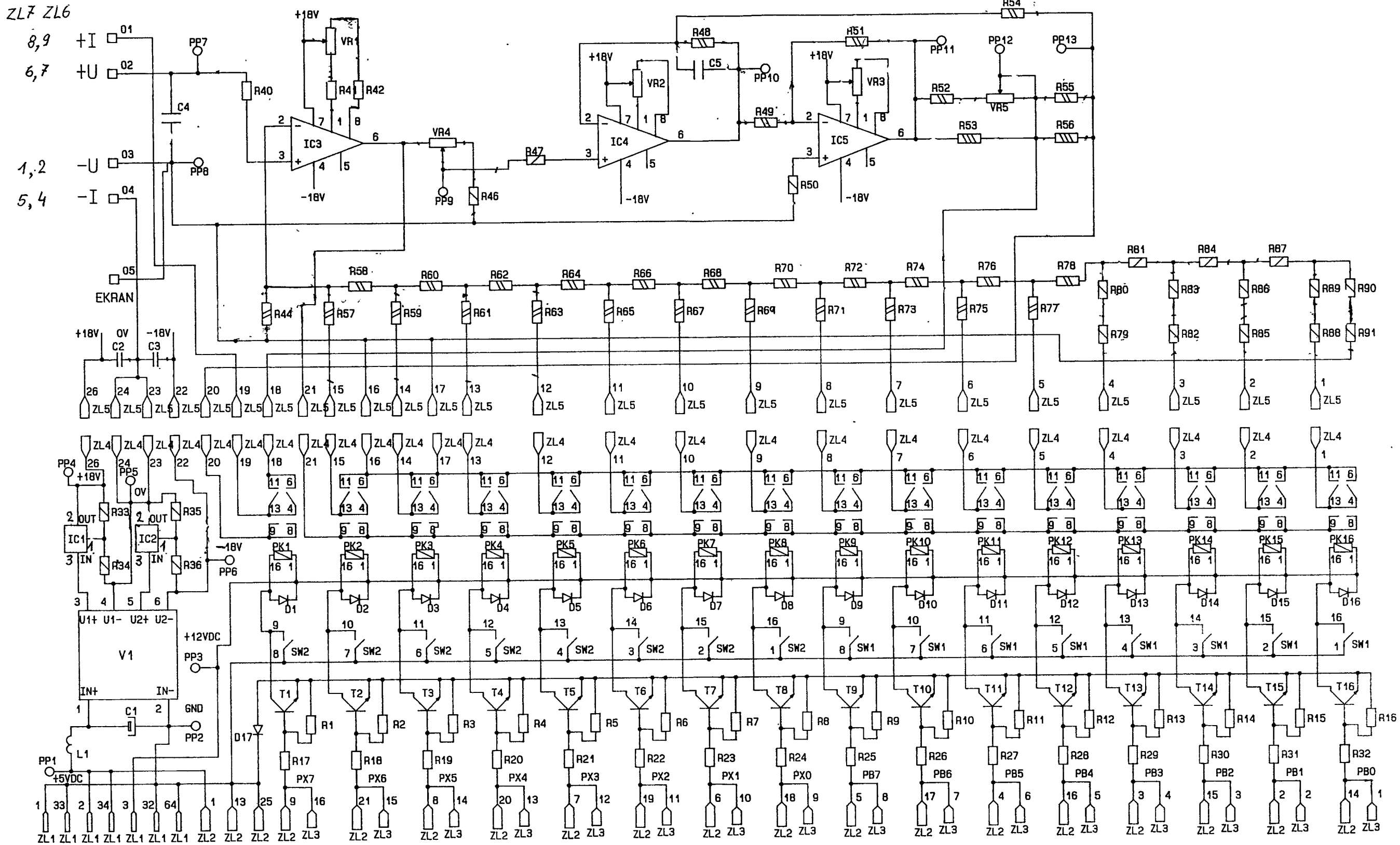
Uwaga 3/ Rezystory R65, R67, R69, R71, R73, R75, R77, R66, R68, R70, R72, R74, R76, R78 są dobierane na taki sam znak tolerancji "+" lub "-", z jakim wybrano rezystory wg uwagi 2/

## 7. Rysunki

Schemat ideowy                      Załącznik 1.  
Widok płyty czołowej              Załącznik 2.



SCHEMAT IDEOWY PAKIETU ZR-21.2



SCHEMAT IDEOWY PAKIETU ZR-21.1

SCHEMAT IDEOWY SYMULATORA REZYSTANCJI ZR-21k.

17