

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

OSRODEK POMIARU RUCHU I CZASU

440

BE 10

Główny wykonawca dr inż. Edward Golonka

Wykonawcy inż. Z. Bojar, mgr inż. L. Nowakowski, mgr inż. M. Muter
st. tech. J. Zduniak

Konsultant

Nr zlecenia 9536

Opracowanie wymagań, koncepcji, dokumentacji szkicowej i wykonanie modelu użytkowego strunowego miernika bateryjnego

Zleceniodawca

Praca własna

Pracę rozpoczęto dnia 1989.04.30

zakończono dnia 1989.07.30

Kierownik Pracowni

Z-ca Dyrektora
d/s Pomiarów

Kierownik Ośrodka

dr inż. E. Golonka

dr inż. J. Winiecki

dr inż. J. Winiecki

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 12

Egz. 1 BOINTE

rysunków 5

Egz. 2 ORC-PIAP

fotografii 4

Egz. 3 ORC-PIAP

tabel -

Egz. 4 ORC-PIAP

tablic -

Egz. 5 ORC-3

załączników 7

Egz. 6 ORC-3

Nr rejestr. 6300

Analiza deskryptorowa APARATURA POMIAROWA, APARATURA KONTROLNO-
POMIAROWA BUDOWLI WODNYCH, APARATURA STRUNOWA, AUTOMATYZACJA
I KOMPUTERYZACJA POMIARÓW BUDOWLI WODNYCH.

Analiza dokumentacyjna APARATURA KONTROLNO - POMIAROWA OPARTA NA
METODZIE STRUNOWEJ / TENSOMETRIA STRUNOWA/ PRZEZNACZONA DO ZDALNYCH
I DŁUGOTRWAŁYCH POMIARÓW STANU BUDOWLI WODNYCH.

Tytuły poprzednich sprawozdań

621.317.39 Pomiar elektryczności
wielkości.

UKD

627.8.05

Wzrosty wodne

PIAP 41/88 10000

SPIS TREŚCI

1.	SPRAWY FORMALNE	3
1.1.	Przedmiot pracy.....	3
1.2.	Zamawiający.....	3
1.3.	Zakres pracy.....	3
2.	WYMAGANIA TECHNICZNO - UŻYTKOWE DLA STRUNOWEGO MIERNIKA.....	4
	BATERYJNEGO.....	
3.	OPRACOWANIE KONCEPCJI STRUNOWEGO MIERNIKA BATERYJNEGO	6
	I DOKUMENTACJI SZKICOWEJ	
4.	WYKONANIE MODELU UŻYTKOWEGO STRUNOWEGO MIERNIKA BATERYJNEGO	9
5.	WSTEPNE BADANIA LABORATORYJNE MIERNIKA.....	10
5.1	Sprawdzenie poprawności pracy.....	10
5.2.	Sprawdzenie powtarzalności wskazań	10
5.3.	Sprawdzenie dokładności i stabilności pomiarów.....	11
5.4.	Sprawdzenie wpływu temperatury na wyniki pomiarów miernikiem.	11
6.	WNIOSKI KOŃCOWE	12

Załączniki:

1. Schemat elektryczny - ideowy
2. Rysunek złożeniowy modelu
3. Rysunki podzespołów
4. Fotografie zespołów i podzespołów

1.1. SPRAWY FORMALNE

1.1 Przedmiot pracy

Przedmiotem pracy było opracowanie modelu użytkowego strunowego miernika bateryjnego .

1.2. Zamawiający

Praca własna, zlecenie MERA-PIAP 9536.

1.3. Zakres pracy

W zakres niniejszej pracy wchodziło;

- opracowanie wymagań techniczno - użytkowych, dla strunowego miernika bateryjnego,
- opracowanie koncepcji oraz dokumentacji szkicowej,
- wykonanie i uruchomienie jednego modelu użytkowego strunowego miernika bateryjnego.

H

2. WYMAGANIA TECHNICZNO - UŻYTKOWE DLA STRUNOWEGO MIERNIKA
BATERYJNEGO

1. Zadaniem strunowego miernika bateryjnego będzie dokonywanie pomiarów 100 okresów drgań we wszystkich typach czujników strunowych ze struną o drganiach gasnących produkowanych w Polsce.
2. Strunowy miernik bateryjny powinien mieć symbol SMB-01 /S-strunowy, M-miernik, B-bateryjny, - Nr jeden → jednowejściowy/.
3. Strunowy miernik bateryjny typu SMB-01 powinien być miernikiem o odczycie cyfrowym, mierzącym w sposób automatyczny i powtarzalnie 100 okresów drgań w czujnikach ze struną o drganiach gasnących.
4. SMB-01 - powinien być miernikiem polowym, przenośnym a zatem bardzo lekkim ~ 0,5 kg, wygodnym i prostym w obsłudze.
5. SMB-01 powinien być zasilany nie więcej niż z dwóch baterii 9 voltowych.
6. Wskazania SMB-01 powinny być eksponowane w mierniku na wyświetlaczach ^{ciekłych} (krystalicznych, w sposób jasny, przejrzysty i czytelny, conajmniej z odległości 1,5 mb. przy świetle dziennym.
7. Dokładność pomiaru SMB-01 powinna wynosić ± 1 cyfra znacząca ($\pm 0,05$ Hz) a w rozszerzonym zakresie temp. od 0 do 50°C może wynieść ± 2 cyfry.
8. SMB-01 powinien być miernikiem małym, podręcznym, niemal kieszonkowym.
Zewnętrzne wymiary jego obudowy nie powinny być w zasadzie większe niż 145 x 80 x 40 mm.

9. SMB-01 powinien być maksymalnie uproszczony w obsłudze to znaczy, że z chwilą podłączenia do niego czujnika strunowego i włączenia przełącznika "ON" wskazania częstotliwości /100 okresów / w milisekundach na wyświetlaczach powinny być eksponowane, powtarzane w sposób automatyczny, wielokrotny.
10. Normalny zakres temperatury pracy powinien wynosić od 0°C do 40°C . W przypadku zastosowania zagranicznych elementów scalonych zakres ten można rozszerzyć od -20°C do $+45^{\circ}\text{C}$.
11. Wskazane jest aby SMB-01 posiadał wskaźnik rozładowania baterii.
12. SMB-01 - powinien być miernikiem jednowejściowym z odpowiednim gniazdem na wtyk .

3. OPRACOWANIE KONCEPCJI STRUNOWEGO MIERNIKA BATERYJNEGO
I DOKUMENTACJI SZKICOWEJ.

Opracowany model miernika przeznaczony jest do pomiarów polowych okresu drgań strun we wszystkich typach czujników strunowych o drganiach gasnących. Z uwagi na przeznaczenie przyrządu do pomiarów polowych, przy projektowaniu i konstrukcji jako główny cel stawiano maksymalne zmniejszenie gabarytów i redukcję prądu pobieranego przez miernik, przy zachowaniu dobrej dokładności.

Konieczność zasilania miernika z baterii, oraz zapewnienie małych gabarytów narzucało zastosowanie w jego części cyfrowej układów scalonych wykonanych w technologii CMOS o dużej i średniej skali integracji oraz zastosowaniu do ekspozycji wyników pomiarów wyświetlacza ciekłokrystalicznego.

Schemat ideowy opracowanego miernika przedstawiono na rys Nr 1. Pod względem funkcjonalnym można wydzielić w mierniku sześć podstawowych bloków: układ pobudzania, wzmacniacz, układ formowania sygnału bramki, układ zliczający, układ sterowania wyświetlacza LCD oraz układ zasilający.

Z uwagi na pomiar małych częstotliwości dla zapewnienia dużej dokładności przy jednocześnie krótkim czasie pomiaru zastosowano metodę pomiaru okresu drgań. Czas trwania każdego pomiaru wyznaczony jest przez generator cyklu pomiarowego pracujący w konwencjonalnym układzie przerzutnika astabilnego na układzie MCY 74047 /U5/. Dla zapewnienia wystarczająco długiego czasu ekspozycji wyniku ustalono okres cyklu pomiarowego ok. 2 sek.

Przednie zbocze przebiegu generatora cyklu ~~podstawowego~~ ^{pomiarowego} powoduje generowanie impulsu pobudzającego w układzie przerzutnika monostabilnego /U6/. Impulsy pobudzające powodują również zerowanie liczników i układu bramki.

Impuls pobudzający poprzez tranzystory T1 i T2 podawany jest na wejście miernika, do którego podłączony jest czujnik strumienia. Sygnał z czujnika po pobudzeniu podawany jest na wejście wzmacniacza zbudowanego na tranzystorze T3 oraz wzmacniaczu operacyjnym UL 6741 /U3/ pracującym w konwencjonalnym układzie. Wzmocniony sygnał sinusoidalny z czujnika jest następnie przekształcony w ciąg impulsów prostokątnych w układzie komparatora LM 311 /U4/. W wyniku odpowiedniego podziału zrealizowanego z udziałem układu podwójnej dekadę /U8/ z ciągu impulsów formowany jest sygnał bramki o czasie trwania odpowiadającym 100 okresom przebiegu mierzonego. Przednie zbocze impulsu bramki formowane jest dopiero po upływie 80 okresów przebiegu dla wyeliminowania z pomiarów stanu nieustalonego następującego bezpośrednio po pobudzeniu czujnika. W czasie trwania impulsu bramki w układzie licznika 5-dekadowego HEF 4534 /U11/ zliczane są impulsy z generatora wzorcowego o częstotliwości 100 kHz zbudowanego z wykorzystaniem rezonatora kwarcowego na układzie MCY 74049 /U7 A,B,C/. Zawartość licznika jest na bieżąco przepisywana do układu sterowania wyświetlaczem LCD, który zapewnia przetwarzanie wyniku w kodzie BCD na wyjściu licznika na kod wskaźników 7-segmentowych oraz prawidłowe sterowanie impulsowe wyświetlacza.

Cały układ zasilany jest z 2-ch szeregowo połączonych baterii typu 6 F 22. Ze względu na konieczność stosowania 2-ch napięć stabilizowanych + 12 i + 5 V do zasilania odpowiednio części analogowej i cyfrowej, napięcie z baterii, za pośrednictwem diody D1 /zabepieczającej przed odwrotnym włączeniem baterii/ podawane jest na wejście 2-ch stabilizatorów scalonych U1 i U2. Stabilizator U1 /układ GL 7805/ jest typowym stabilizatorem monolitycznym /trójkońcówkowym/ zapewniającym stabilizację napięcia + 5V. Do stabilizacji + 12V wykorzystano układ UL 7523. Obydwa stabilizatory posiadają zabezpieczenie przed przeciążeniem i zwarcie na wyjściu. Do sygnalizacji obniżenia poziomu napięcia z baterii wykorzystano prosty układ komparatora logicznego z diodą Zenera /D2 i negatorem /U7E/. W przypadku obniżenia napięcia na wyświetlaczu eksponowany jest napis BAT. Cały układ miernika pobiera około 15 mA prądu, co przy zastosowaniu baterii 6F22 zapewnia 8 godzin ciągłej pracy.

4. WYKONANIE MODELU UŻYTKOWEGO STRUNOWEGO MIERNIKA BATERYJNEGO
- SMB - 01.

Celem głównym przy konstruowaniu i wykonywaniu modelu strunowego miernika bateryjnego obok podstawowego zadania jakim jest automatyczne zliczanie przez niego częstotliwości w czujnikach strunowych było skonstruowanie miernika maksymalnie zminiaturyzowanego, lekkiego i bardzo wygodnego w obsłudze zwłaszcza w terenie jako, że w tych dwóch cechach zawierają się najważniejsze i najbardziej atrakcyjne^{jego} zalety.

Dlatego też z wielką starannością dobierano w tym celu układy^(mas) /ich gabaryty / oraz obudowę zewnętrzną dla miernika.

Dobrana i dopasowana obudowa o wymiarach 145x80x40 mm wydaje się być najmniejszą w jakiej można pomieścić wszystkie niezbędne elementy elektroniczne tego miernika tym bardziej, że istnieją możliwości bardzo taniego wyprodukowania tej obudowy /istnieje gotowa forma metalowa /.

W wykonanym modelu elementy elektroniczne są rozmieszczane na płytkach uniwersalnych .

Przy projektowaniu nowych płytek dla prototypu są szanse, że przy bardziej właściwym projektowaniu wykorzystanie powierzchni ogólnej będzie korzystniejsze a powierzchnia płytek ulegnie zmniejszeniu.

W przypadku zastosowania zagranicznych wyświetlaczy powierzchnia płytek może ulec dalszemu zmniejszeniu. Biorąc pod uwagę aktualne ceny materiałów /pochodzenia zagranicznego jest tylko licznik 5 dekadowy/i roboczogodzin należy oszacować, koszt materiałów na około 90+100 tys zł/szt, natomiast ~~koszt~~^{pracochłonna} ~~koszt~~ ocenia się na 50÷60 godz, co łącznie wyniesie

W przypadku wykonywania powyższego miernika w MERA-PIAP
~400.000 zł/1 szt. ₂

10

5. WSTEPNE BADANIA LABORATORYJNE STRUNOWEGO MIERNIKA
BATERYJNEGO

Wstęp

W niniejszej pracy przeprowadzono na wykonanym modelu miernika użytkowego najbardziej podstawowe badania i sprawdzenia najważniejszych parametrów metrologiczno-technicznych.

5.1. Sprawdzenie poprawności pracy

Poprawną pracę miernika sprawdzono podłączając kolejno do niego różne typy czujników strunowych o drganiach gasnących.

Stwierdzono, że w każdym czujniku następuje pobudzenie struny do drgań gasnących, zliczanie jej częstotliwości drgań i eksponowanie ich na wyświetlaczach miernika SMB-01 w milisekundach.

5.2 Sprawdzenie powtarzalności wskazań

Powtarzalność wskazań dokonano podłączając kolejno do miernika kilkanaście różnych typów czujników strunowych umieszczonych każdorazowo w termostacie o stałej temperaturze, /dla wyeliminowania wpływu temperaturowego na czujnik/ stwierdzono b.dobłą powtarzalność wskazań częstotliwości w większości podłączonych czujników^z błędem ± 1 cyfra znacząca, co jest prawidłowym wynikiem.

Powtarzające się od czasu do czasu wskazania z większym błędem np. ± 2 cyfry wynikały prawdopodobnie z niedoskonałości parametrów strun czujników /błędy zamocowania struny i jej drgania skrajne, zbyt mała amplituda itp./

W praktyce błąd ± 2 cyfry jest dopuszczalny ponieważ odpowiada to niedokładności $\pm 0,1$ Hz, co daje błąd względny pomiaru częstotliwości równy $\pm 0,05\%$.

11

5.3. Sprawdzenie dokładności i stabilności pomiarów.

Sprawdzenia niedokładności i stabilności pomiaru miernikiem SMB-01 dokonano podłączając do niego czujnik strunowy uprzednio umieszczony w termostacie o stałej temperaturze $+22^{\circ}\text{C}$ dla wyeliminowania błędów czujnika pochodzących od zmian temperatury.

Dokładność wskazań była zgodna z wymaganiami i wynosiła ± 1 cyfra znacząca.

Stabilność wskazań w obrębie jednego tygodnia była również zadawalająca i nie przekroczyła ± 2 cyfry znaczącej, co daje niedokładność $\pm 0,1$ Hz.

Badania stabilności pomiaru powinny być jednak przeprowadzone w minimum półrocznym okresie czasu.

5.4. Sprawdzenie wpływu temperatury na wyniki pomiarów.

Wstępnego sprawdzenia wpływu temperatury na wskazania miernika SMB-01 dokonano wkładając miernik do termostatu o dwóch różnych temperaturach $+22^{\circ}\text{C}$ i $+41^{\circ}\text{C}$ i jednocześnie podłączając do miernika czujnik znajdujący się w stałej temperaturze. Zaobserwowano wskazania miernika z błędem ± 2 cyfry co jest wynikiem b. dobrym.

Po wykonaniu prototypu należałoby jednak przeprowadzić dokładne i długotrwałe badania temperaturowe miernika SMB-01 w szerszym zakresie temperatur od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$.

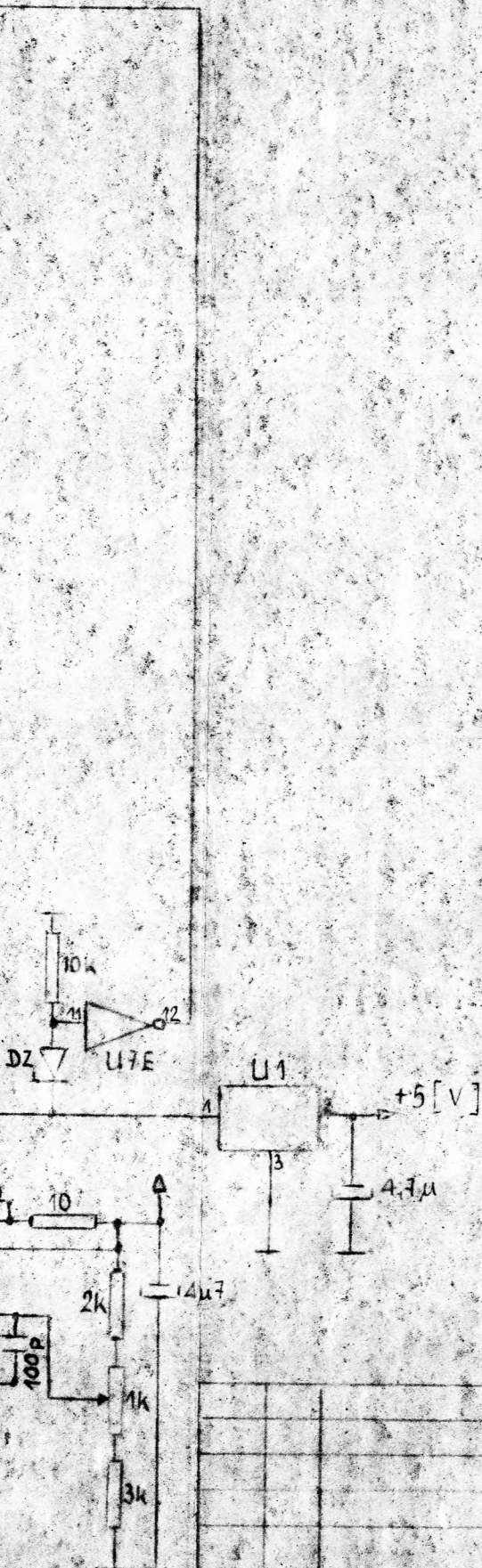
Uwaga: Z kilkunastoletnich doświadczeń i obserwacji nad aparaturą strunową wynika, że powtarzalność wskazań i niedokładność pomiaru częstotliwości osiągnięta w granicach ± 1 do ± 2 cyfry znaczące $/\pm 0,05$ Hz + $\pm 0,1$ Hz/ jest wynikiem bardzo dobrym dla tej metody pomiaru.

W praktyce w warunkach polowych, przy zmianach temperatury w granicach $\pm 10^{\circ}\text{C}$ osiągnięty wynik ± 5 cyfr znaczących jest uznawany jako poprawny, dający ogólną niedokładność pomiaru tą metodą 1% zakresu pomiarowego.

6. WNIOSKI KONCOWE

Na podstawie przeprowadzonych, wstępnych badań opracowanego i wykonanego modelu użytkowego miernika bateryjnego typu SMB-01 należy stwierdzić co następuje;

- 6.1. Wszystkie podstawowe wymagania i założenia techniczno-metrologiczne i użytkowe zostały spełnione.
- 6.2. Biorąc pod uwagę walory metrologiczne i techniczno-użytkowe w szczególności gabaryty i ciężar, miernik ten jest bardzo atrakcyjnym i użytecznym jako podręczny miernik strunowy w porównaniu z aktualnie produkowanymi przez *znane* firmy na świecie zajmujące się wytwarzaniem aparatury strunowej i w związku z powyższym powinien zainteresować przedsiębiorstwa eksploatujące czujniki strunowe.
- 6.3 W związku ze stwierdzeniem w p. 6.2. należy przeprowadzić rozmowy w tej sprawie z przedstawicielami np. Przedsiębiorstwa Usług Konsultingowych "KONSULTEX" i doprowadzić do podpisania umowy na opracowanie i wykonanie prototypów i opracowanie dokumentacji produkcyjnej na *taki* miernik.
- 6.4. Na etapie prototypów mierniki te powinny przejść szczegółowe badania techniczne w szczególności badania temperaturowe i niezawodnościowe a także badania odporności na drgania i wstrząsy.



D2	BZD 683 C13
D1	BAVP 19
T3	BC148C
T2	BC158
T1	BC148C
U17	5-cyfrowy wyświetl LCD
U16	UP7211D
U15	MCY74030
U14	MCY74042
U13	MCY74081
U12	MCY74081
U11	HEF4554
U10	MCY74047
U9	MCY74013
U8	MCY74518
U7	MCY74049
U6	MCY74047
U5	MCY74047
U4	LM311
U3	UL6741
U2	UL7523
U1	GL7805

Nr. części	Ilość	Nazwa	Nr. ark.	Uwagi
------------	-------	-------	----------	-------

Nazwa: **Schemat ideowy Strunowego Miernika Bateriajnego SMB-01**

Materiał: _____

Nr. ark.: _____

Nr. części: _____

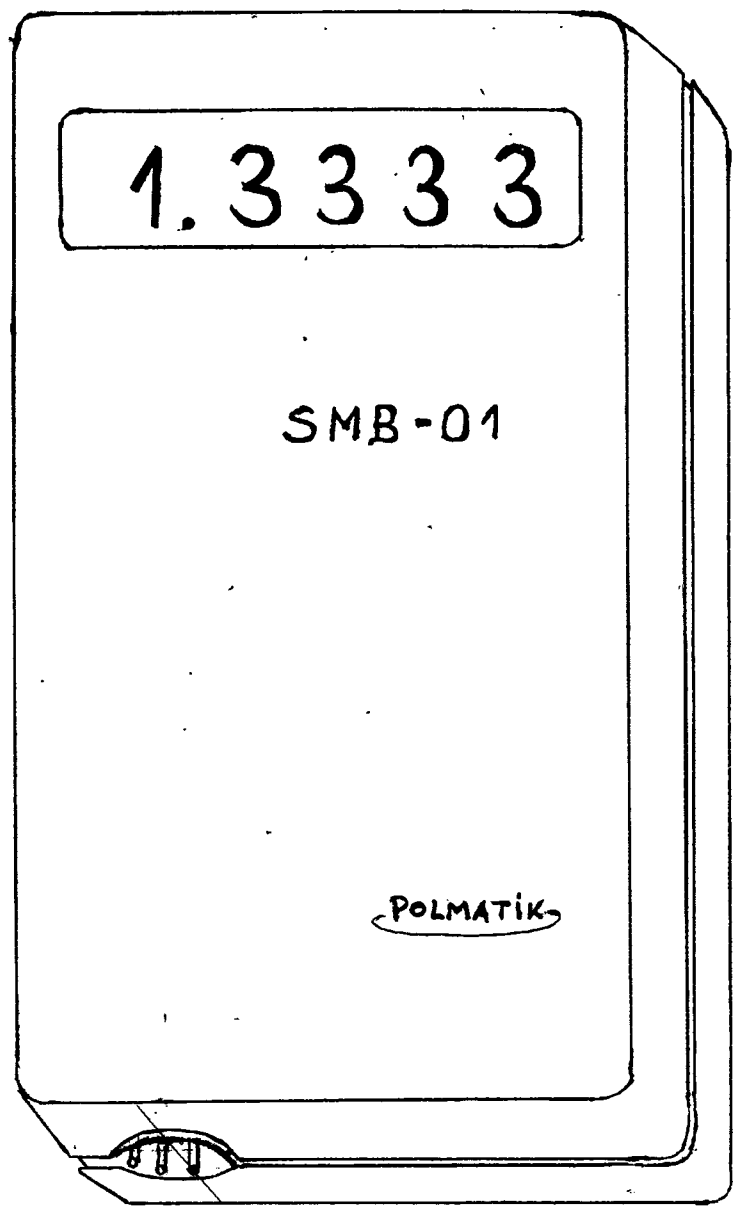
Projektował	W. M.	06.89
Konstruował	M. K.	06.89
Kreślił	Z. S.	02.89
Sprawdził	G. J.	07.89
Kier. Prac.	G. J.	07.89
Kier. Robót	W. M.	07.89

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
Warszawa

Nr. rys. _____

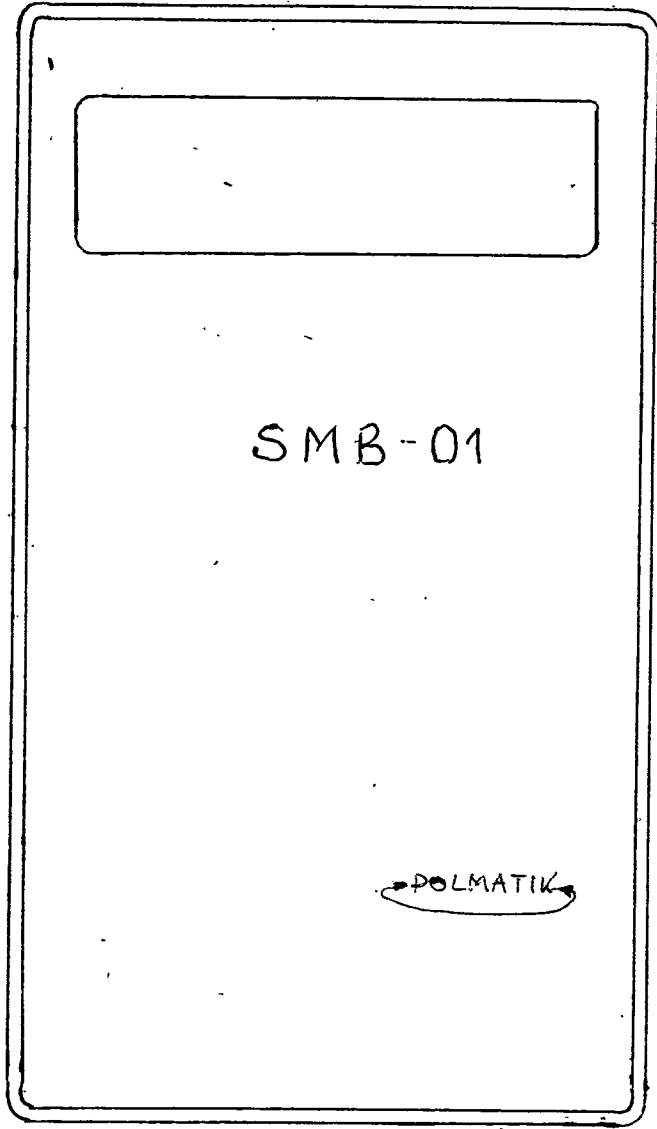
14

Wymiary	Odchyłki



					Nr części lub zesp.	Ilość	Nazwa	Nr ark.	Uwagi
							Nazwa		Podziałka 1:1
							Obudowa miernika SMB-01		Ciężar
Zask. zmiany	Ilość zmian	Treść zmiany	Podpis	Data	Materiał	Zastępuje rys. Nr	Nr ark.		
							4		
						Zastąpiono przez rys. Nr		Nr rys. zest.	
					Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów Warszawa	Nr rysunku		Nr części	
						RYS-2		15	
Kier. Zakładu					Zakład ARC				

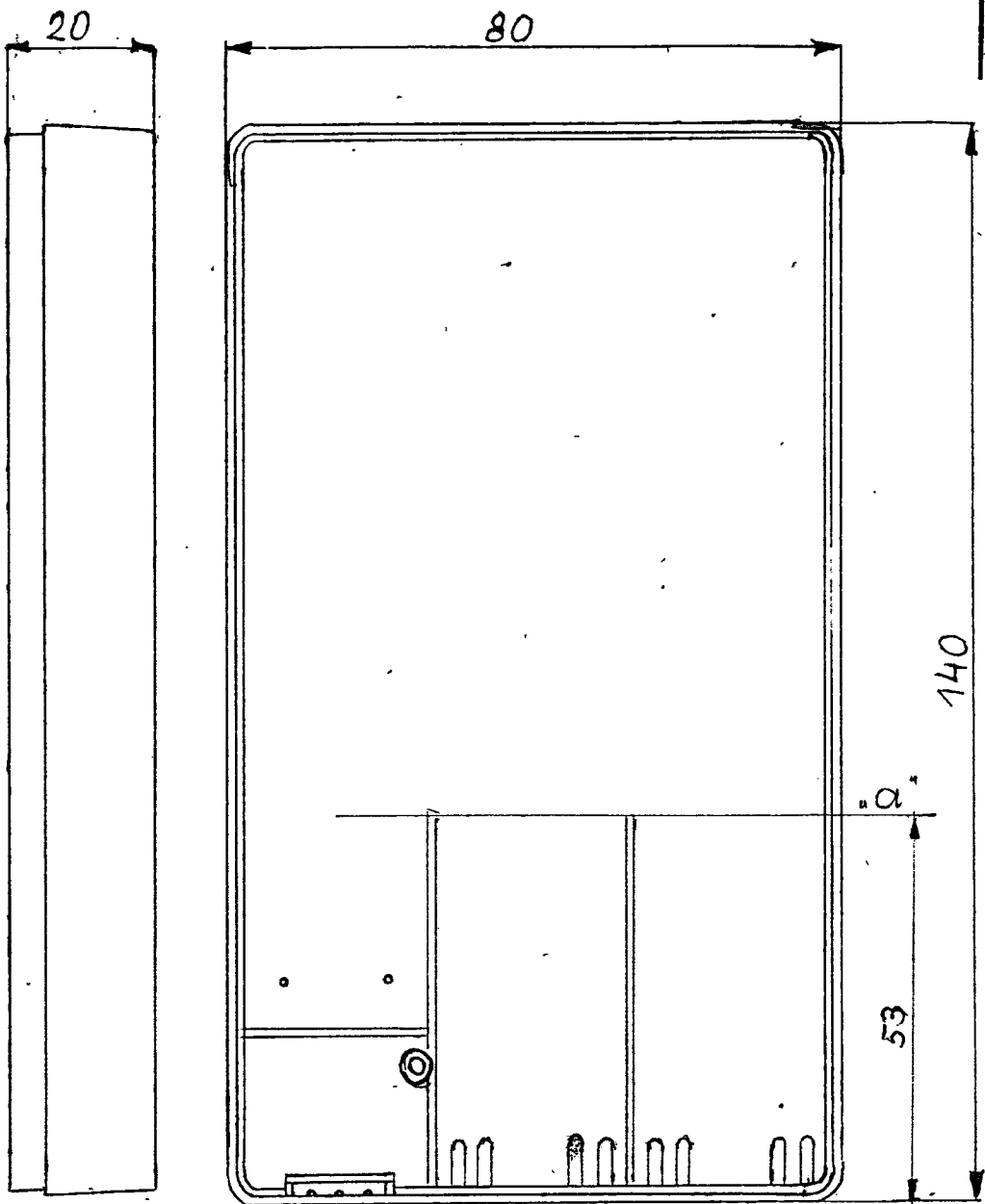
Wymiary	Odchyłki



Uwaga:

1. Żebra i słupki wewnętrzne sfrézować do wysokości $1 \pm 1,5mm$
2. Zbędne napisy zetrzeć

Znak zmiany		Ilość zmian	Treść zmiany	Podpis	Data	Nr części lub zesp.	Ilość	Nazwa	Nr ark.	Uwagi
						Nazwa		Podziałka		
						Obudowa - wierzch miernika SMB-01		1:1		
								Cieciar		
						Materiał		Zastępuje rys. Nr		Nr ark. 2
								Zastąpiono przez rys. Nr		Nr rys. zest.
Projektował						Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów Warszawa		Nr rysunku		Nr części
Konstruował						Zakład ORC		RYS-4		17
Kreślił										
Sprawdził										
Kier. Pracowni										
Kier. Zakładu										



Wymiary	Odchyłki

Uwaga:
 Żebra i słupki wewnętrzne położone powyżej linii wymiarowej "a" sfrezować do wysokości $1 \pm 1,5 \text{ mm}$.
 Wymiary pozostałych elementów bez zmian.

Nr części lub zesp.	Ilość	Nazwa	Nr ark.	Uwagi
		Nazwa		Podziałka 1:1
		Obudowa - spód miernika SMB-01		Ciężar
Znak zmiany	Ilość zmian	Treść zmiany	Podpis	Data
Projektował				
Konstruował				
Kreślił				
Sprawił				
Kier. Pracowni				
Kier. Zakładu				
		Materiał	Zastępuje rys. Nr	Nr ark. 3
			Zastąpiono przez rys. Nr	Nr rys. zest.
		Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów Warszawa	Nr rysunku	Nr części
		Zakład ORC	RYS-5	18

