

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

Ośrodek Pomiarów Ruchu i Czasu

442

BE 10

Główny wykonawca mgr inż. Marian Fabrycy

Wykonawcy mgr inż. Tadeusz Strzałkowski  
mgr inż. Andrzej Jakubowski  
mgr inż. Maciej Wiernicki  
Ewa Lewicka-Gawron  
Kazimierz Ciszek

Konsultant

Nr zlecenia 9386

Opracowanie ręcznego diagnosty  
silnika z przystosowaniem do  
zapłonu elektronicznego.  
Etap 3. Wykonanie prototypu  
i badania laboratoryjne.

Zleceńodawca Praca własna

Pracę rozpoczęto dnia 15.01.83r.

zakończono dnia 17.05.83r.

Kierownik Pracowni

Dyrektor

Kierownik Ośrodka

mgr inż. M. Fabrycy

prof. dr inż. St. Dwojak

dr inż. J. Winiecki

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz: 4

stron 21

Egz. 1 BOINTE

rysunków 5

Egz. 2 Rezerwa dla producenta

fotografii

Egz. 3 PIAP-ORC

tabel 8

Egz. 4 Rezerwa dla producenta

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 5030

Analiza deskryptorowa

**SILNIK SAMOCHODOWY; DIAGNOSKOP. BADANIA.**

Analiza dokumentacyjna

Podano: opis budowy, parametry techniczne oraz badania laboratoryjne diagnoskopu.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Etap 1. Modele wybranych węzłów konstrukcyjnych.

Etap 2. Projekt normy zakładowej.

621.43 Silniki spalinowe

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

2

SPIS TREŚCI.

	str.
1. Sprawy formalne .....	3
1.1. Przedmiot pracy .....	3
1.2. Podstawa wykonania pracy .....	3
1.3. Zakres pracy .....	3
2. Opis budowy .....	4
3. Parametry techniczne .....	5
4. Badania laboratoryjne .....	6
4.1. Zakres i program badań .....	6
4.2. Sprawdzenie układu pomiaru napięcia ładowania akumulatora	7
4.3. Sprawdzenie układu pomiaru obrotów silnika .....	9
4.4. Sprawdzenie układu oceny styków przerywacza .....	14
4.5. Sprawdzenie układu pomiaru kąta rozwarcia styków przerywacza .....	15
4.6. Sprawdzenie układu pomiaru wartości szczytowej amplitudy dodatniej sygnału z czujnika bezstykowego ....	16
4.7. Sprawdzenie układu pomiaru czasu przepływu prądu przez cewkę .....	18
4.8. Sprawdzenie działania stroboskopu .....	20
4.9. Uwagi szczegółowe dotyczące przebiegu badań .....	20
4.10. Ocena wyników badań .....	21
4.11. Wykaz aparatury i przyrządów zastosowanych do badań ..	21
5. Wnioski .....	21

1. SPRAWY FORMALNE.

1.1. Przedmiot pracy.

Przedmiotem etapu 3. pracy jest wykonanie prototypu uniwersalnego testera pracy silnika spalinowego z zapłonem iskrowym oraz jego badanie laboratoryjne /niepełne/ przeprowadzone zgodnie z projektem normy zakładowej.

Na tym etapie opracowywania wyrobu nie przewidziano badań pełnych prototypu ze względu na znaczne koszty, złożoność i ich długotrwałość. Przewiduje się, że po podpisaniu umowy wdrożeniowej opracowany tester zostanie zweryfikowany pod kątem technologicznych wymagań przyszłego producenta. Wykonane przez producenta wyrobu zweryfikowane prototypy zostaną poddane badaniom pełnym.

1.2. Podstawa wykonania pracy.

Praca jest realizowana w ramach prac własnych, na zlecenie 9386, oraz na podstawie porozumienia zawartego pomiędzy Przemysłowym Instytutem Automatyki i Pomiarów /PIAP/ Przedsiębiorstwem Doświadczalnym Produkcyjnym Obsługowych Urządzeń Samochodowych /PDPOUS/, Warszawa ul. Gwiaździsta 71, które przewiduje możliwość uruchomienia produkcji diagnostów do elektronicznych układów zapłonowych.

1.3. Zakres pracy.

Praca obejmuje opracowanie ręcznego diagnostu iskrowego silnika spalinowego przystosowanego do badań zarówno zapłonu klasycznego jak i elektronicznego /tranzystorowego/.

Prace wdrożeniowe będą objęte przewidywaną umową wdrożeniową z producentem diagnostu.

4

2. OPIS BUDOWY.

Diagnoskop posiada zwartą budowę o wymiarach gabarytowych 88x56x260mm. Jest przyrządem ręcznym, o kształtach spełniających wymagania ergonomiki. Dla diagnosty tego przyjęto nazwę handlową "Tester U" /uniwersalny/.

Wszystkie użyte podzespoły w diagnosty są produkcji krajowej. Układ elektroniczny jest zmontowany na dwu płytkach drukowanych.

Stroboskop ma lampę ksenonową o żywotności 250 godzin pracy.

Zastosowano w nim oryginalne rozwiązanie zapłonu lampy, polegające na wykorzystaniu impulsu rezonansowego z pierwotnego obwodu cewki zapłonowej samochodu, który po podwyższeniu napięcia w transformatorze powoduje zapłon lampy. Rozwiązanie takie eliminuje potrzebę stosowania sondy wysokiego napięcia, oraz ze względu na zwiększoną częstotliwość błysków przy silnikach dwucylindrowych, poprawia warunki pomiaru. Ponadto przy silnikach dwu i czterocylindrowych umożliwia ocenę prawidłowości pracy przerywacza lub - przy zapłonie elektronicznym - czujnika zapłonu. Zastosowane rozwiązanie jest jednak mniej korzystne przy diagnozie samochodu z silnikiem sześciocylindrowym ze względu na emisję dodatkowych błysków.

Układ pomiaru obrotów jest również wyzwalany z pierwotnego obwodu cewki zapłonowej a dostosowanie do liczby cylindrów badanego silnika uzyskuje się przełącznikiem. Rozwiązanie to jest nieco droższe w produkcji od rozwiązania w którym sygnał pochodzi z jednego cylindra. Jest ono jednak korzystne eksploatacyjnie ze względu na eliminację zakłóceń pochodzących z układu wysokiego napięcia.

Układy pomiaru napięcia, kąta rozwarcia i oceny jakości styków są rozwiązane na elementach biernych, co zapewnia wysoką niezawodność i niskie koszty produkcji.

Układ pomiaru wartości szczytowej amplitudy sygnału z czujnika /przy zapłonie elektronicznym-tranzystorowym/ jest zbudowany na jednym tranzystorze. Najbardziej rozbudowany jest układ do pomiaru czasu przepływu prądu przez cewkę, do którego budowy użyto pięć tranzystorów.

Diagnoskop dodatkowo posiada wbudowaną miniaturową neonówkę z obwodem całkującym świecącą krótkim błyskiem przy każdym impulsie zapłonowym w badanym silniku. Umożliwia to wizualną ocenę powtarzalności zapłonów przy obrotach biegu jałowego, oraz w czasie rozruchu silnika. Ocena taka jest pożyteczna przy niesprawnym działaniu zapłonu.

### 3. PARAMETRY TECHNICZNE.

Diagnoskop "Tester U" posiada następujące parametry techniczne:

- zasilanie 12V /z badanego samochodu/
- pomiar kąta wyprzedzenia zapłonu metodą stroboskopową wg znaków na silniku lub z użyciem specjalnego szablonu
- pomiar napięcia ładowania akumulatora w zakresie do 20V w klasie dokładności 2,5
- pomiar obrotów silnika w zakresach do 1500 obr/min i do 6000 obr/min w klasie 2,5
- ocenę jakości styków przerywacza na niepracującym silniku
- pomiar kąta rozwarcia styków przerywacza w zakresie 0+100% w klasie dokładności 2,5

- pomiar wartości szczytowej amplitudy dodatniej sygnału czujnika bezstykowego dla zapłonów elektronicznych w zakresie  $0 + 10V$  w klasie dokładności 5
- pomiar czasu przepływu prądu przez cewkę w zakresie  $0 + 20ms$  w klasie dokładności 5.

Umożliwia diagnozowanie silników samochodów z zapłonem klasycznym /z przerywaczem/ oraz z zapłonem elektronicznym /transistorowym/.

Przyłączanie diagnoskopu do badanego silnika z układem zapłonowym klasycznym polega na przyłączeniu przewodu oznaczonego "-" do masy samochodu, przewodu oznaczonego "+" do plusa na cewce zapłonowej oraz przewodu oznaczonego "-/-" ~~przyłączamy~~ do przerywacza.

Przyłączanie diagnoskopu do silnika z układem elektronicznym jest analogiczne z tym, że przewód oznaczony "-/-" przyłączamy do zacisku cewki mającemu połączenie z układem elektronicznym oraz dodatkowe przewód zaopatrzony w specjalną wtyczkę włączany w obwód czujnika bezstykowego.

#### 4. BADANIA LABORATORYJNE.

##### 4.1. Zakres i program badań.

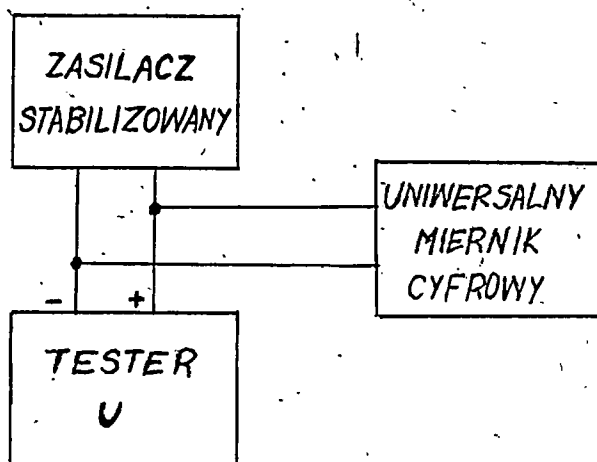
Badania laboratoryjne przeprowadzono wg projektu normy zakładowej jako badania niepełne, to jest przewidziane normalnie w kontroli produkcji. Badań pełnych nie przewidziano na tym etapie opracowania wyrobu ze względu na ich koszt, złożoność i długotrwałość.

Sprawdzenie wymagań metrologicznych winno być przeprowadzone na specjalnym stanowisku kontrolnym. Z uwagi na brak takiego stanowiska w badaniach kolejnych układów pomiarowych TESTERA U symulowano przebiegi parametrów mierzonych przy użyciu dostępnej aparatury laboratoryjnej w Instytucie. Następnie na stole probierczym typu S-2B zbadano działanie poszczególnych układów oraz ich odporność na zakłócenia.

4

4.2. Sprawdzenie układu pomiaru napięcia ładowania akumulatora  
/p.5.5.5.1 projektu ZN/.

Schemat połączeń aparatury do sprawdzania układu przedstawiono na rys.1.



Rys.1

Kolejne wartości napięć wzorcowych wskazywanych przez miernik ustawiano na zasilaczu i odczytywano na diagnostyce.

Wyniki pomiarów przedstawione w tabeli 1 spełniają wymagania projektu normy.



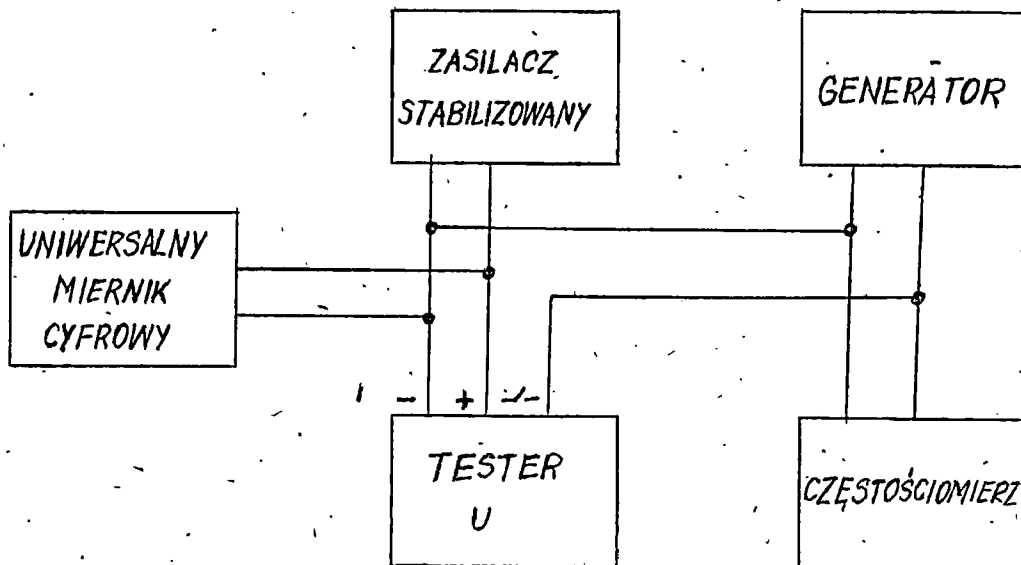
Tabela 1.

Napięcie wzorcowe /V/	Nr pomiaru	Napięcie odczytane /V/	$\Delta U$ /V/	$\left  \frac{\Delta U}{U_z} \right  \cdot 100\%$ /%/
1	2	3	4	5
10	I	9,7	-0,3	1,5
	II	9,8	-0,2	1
	III	9,7	-0,3	1,5
12	I	12,0	0	0
	II	11,9	-0,1	0,5
	III	11,9	-0,1	0,5
14	I	13,9	-0,1	0,5
	II	14,1	0,1	0,5
	III	14,2	0,2	1
16	I	16,2	0,2	1
	II	16,4	0,4	2
	III	16,4	0,4	2
18	I	18,4	0,4	2
	II	18,4	0,4	2
	III	18,4	0,4	2

Górna granica zakresu pomiarowego  $U_z = 20V$

4.3. Sprawdzenie układu pomiaru obrotów silnika /p.5.5:5.2 projektu Z

Schemat połączeń aparatury do sprawdzania układu przedstawiono na rys.2.



Rys.2

Na zasilaczu stabilizowanym ustawiono napięcie 13V wskazywaną przez miernik. Impulsy prostokątne wysyłane przez generator podłączony do przewodów TESTERA U oznaczonych "-" i " /- " imitują przepływ prądu w obwodzie pierwotnym cewki zapłonowej. Ich częstotliwość mierzona częstotliciemierzem proporcjonalna jest do obrotów silnika.

Tabela 2 i 4 zawiera wyniki pomiarów dla silnika dwucylindrowego, a tabela 3 i 5 dla czterocylindrowego dla zakresu pomiarowego do 1500 obr/min oraz do 6000 obr/min.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że układ spełnia wymagania projektu normy.

Tabela 2.

Prędkość obrotowa wzorcowa /obr/min/ /Hz/	Nr pomiaru	Prędkość obrotowa odczytana /obr/min/	$\Delta n$ /obr/min/	$\left  \frac{\Delta n}{n_z} \right  \cdot 100$ %/
1	2	3	4	5
500 /16,6/	I	495	-5	0,3
	II	490	-10	0,7
	III	495	-5	0,3
800 /26,6/	I	790	-10	0,7
	II	795	-5	0,3
	III	800	0	0
1200 /40/	I	1200	0	0
	II	1200	0	0
	III	1200	0	0

Górna granica zakresu pomiarowego  $n_z = 1500$  obr/min

Tabela 3.

Prędkość obrotowa wzorcowa /obr/min/ /Hz/	Nr pomiaru	Prędkość obrotowa odczytana /obr/min/	$\Delta n$ /obr/min/	$\left  \frac{\Delta n}{n_z} \right  \cdot 100\%$ /%/
1	2	3	4	5
500 /16,6/	I	490	-10	0,7
	II	500	0	0
	III	500	0	0
800 /26,6/	I	800	0	0
	II	800	0	0
	III	790	-10	0,7
1200 /40/	I	1200	0	0
	II	1220	20	1,3
	III	1200	0	0

Górna granica zakresu pomiarowego  $n_z = 1500$  obr/min

12

Tabela 4.

Prędkość obrotowa wzorcowa /obr/min/ /Hz/	Nr pomiaru	Prędkość obrotowa odczytana /obr/min/	$\Delta n$ /obr/min/	$\left  \frac{\Delta n}{n_z} \right  \cdot 100\%$ /‰/
1	2	3	4	5
1000 /33,3/	I	1000	0	0
	II	1000	0	0
	III	1000	0	0
3000 /100/	I	3000	0	0
	II	3000	0	0
	III	3020	20	0,3
5000 /166/	I	5000	0	0
	II	5030	30	0,5
	III	5000	0	0

Górną granicą zakresu pomiarowego  $n_z = 6000$  obr/min

Tabela 5.

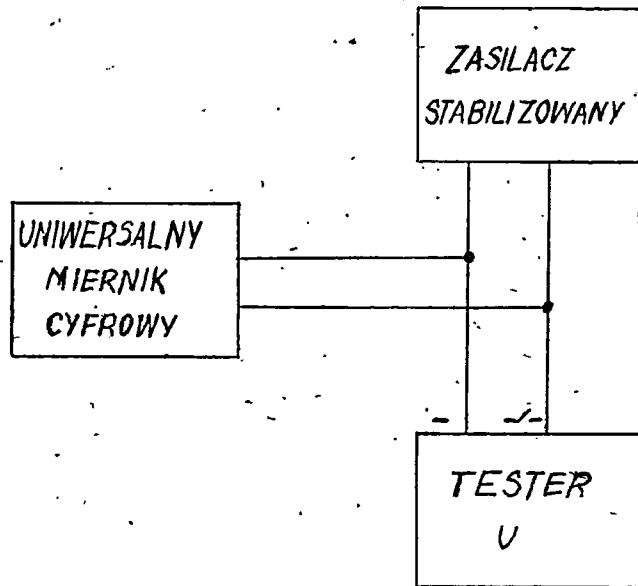
Prędkość obrotowa wzorcowa /obr/min/ /Hz/	Nr pomiaru	Prędkość obrotowa odczytana /obr/min/	$\Delta n$ /obr/min/	$\left  \frac{\Delta n}{n_z} \right  \cdot 100\%$ /%/
1	2	3	4	5
1000 /33,3/	I	1000	0	0
	II	950	-50	0,8
	III	1000	0	0
3000 /100/	I	2950	-50	0,8
	II	2950	-50	0,8
	III	3000	0	0
5000 /166/	I	5000	0	0
	II	4950	-50	0,8
	III	4950	-50	0,8

Górna granica zakresu pomiarowego  $n_z = 6000$  obr/min

44

4.4. Sprawdzenie układu oceny styków przerywacza /p.5.5.5.3 projektu ZM

Rys. przedstawia schemat połączeń aparatury do sprawdzania układu



Rys.3

Na zasilaczu ustawiono napięcie 0,15V mierzone przez uniwersalny miernik cyfrowy. Wskazówka miernika diagnostycznego wychyliła się na około 45% długości podziałki /pole zielone/. Dla wartości napięcia 0,20V wskazówka wychyliła się na około 60% długości podziałki /pole czerwone/.

Wynik pomiaru jest zgodny z wymaganiami projektu normy.

4.5. Sprawdzenie układu pomiaru kąta rozwarcia styków przerywacza  
/p.5.5.5.4 projektu ZN/.

Sprawdzenie przeprowadzono na stole probierczym typu S-2B przeznaczonym do tego rodzaju badań. Wyniki pomiarów przedstawione są w tabeli 6. Spełniają one wymagania projektu normy.

Tabela 6.

Kąt rozwarcia wzorcowy /°/	Nr pomiaru	Kąt rozwarcia odczytany /°/	$\Delta \alpha$ /°/	$\left  \frac{\Delta \alpha}{\alpha_z} \right  \cdot 100\%$ /°/
1	2	3	4	5
0	I	0	0	0
	II	0	0	0
	III	0	0	0
30	I	31	1	1
	II	32	2	2
	III	32	2	2
60	I	62	2	2
	II	61	1	1
	III	61	1	1
100	I	100	0	0
	II	100	0	0
	III	100	0	0

Górna granica zakresu pomiarowego  $\alpha_z \leq 100^\circ$

16

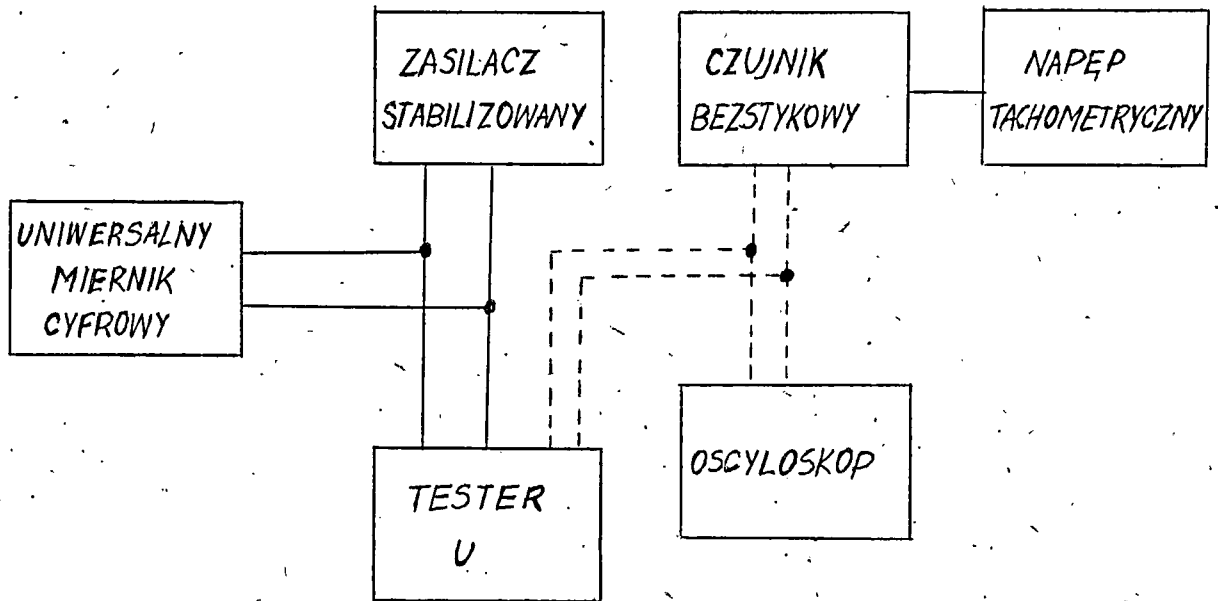


4.6. Sprawdzenie układu pomiaru wartości szczytowej amplitudy  
dotatniej sygnału z czujnika bezstykowego /p.5.5.5.5 projektu ZN/

Dokładne wzorcowanie i sprawdzenie układu można przeprowadzić jedynie na specjalnym stanowisku przeznaczonym do tego celu. W warunkach laboratoryjnych czynności te wykonano przy użyciu dostępnej aparatury.

Wzorcowanie przeprowadzono podłączając do diagskopu baterie o napięciu 1 i 10V.

Schemat połączeń aparatury do sprawdzenia układu pokazano na rys. 4.



Rys. 4

Na zasilaczu ustawiono napięcie 13V wskazywane przez miernik.

Do badań użyto prototypowy aparat zapłonowy samochodu FIAT 126p z wmontowanym czujnikiem bezstykowym napędzany przez napęd tachometryczny. Dobierając obroty silnika otrzymywano sygnał z czujnika o żądanej wartości amplitudy dodatniej mierzonej na oscyloskopie, a następnie przez diagnostyk. Czujnik połączono z przewodem TESTERA U zaopatrzonego w specjalną wtyczkę. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 7. Spełniają one wymagania projektu normy.

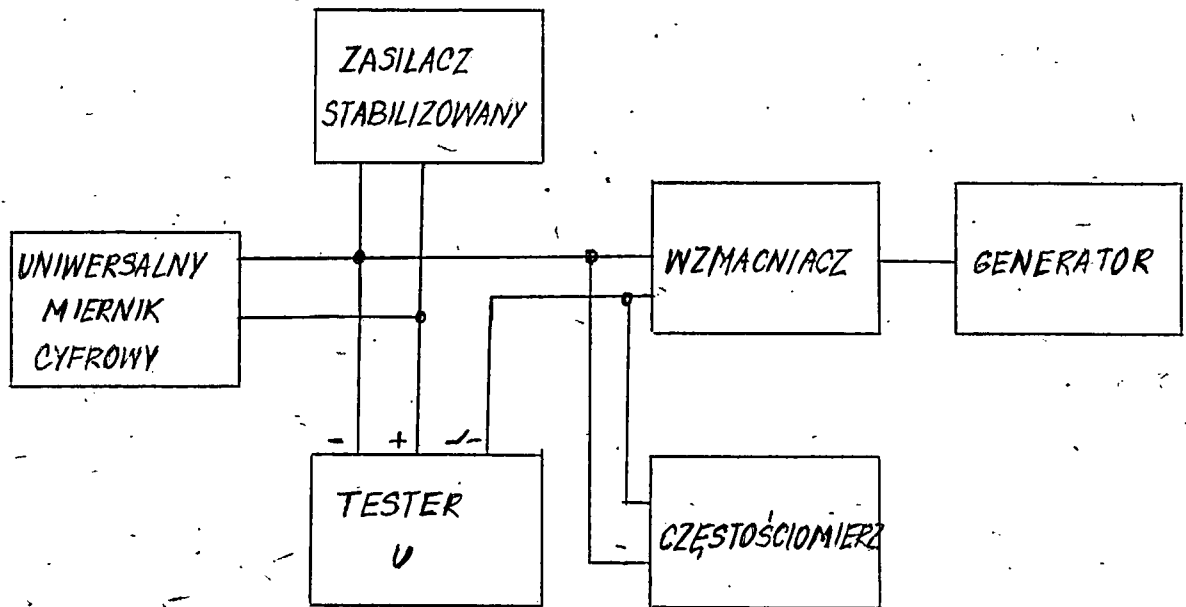
Tabela 7.

Amplituda dodatnia napięcia wzorcowa /V/	Nr pomiaru	Amplituda dodatnia odczytana /V/	$\Delta.U$ /V/	$ \frac{\Delta U}{U_z}  \cdot 100\%$ /%/
1	2	3	4	5
1	I	0,8	-0,2	2
	II	0,7	-0,3	3
	III	0,75	-0,25	2,5
10	I	10,35	0,35	3,5
	II	10,30	0,30	3
	III	10,35	0,35	3,5

Górna granica zakresu pomiarowego  $U_z = 10V$

4.7. Sprawdzenie układu pomiaru czasu przepływu prądu przez cewkę  
/p.5.5.5.6 projektu ZN/.

Na rys.5 przedstawiono schemat połączeń aparatury do sprawdzania układu.



Rys.5.

Na zasilaczu ustawiono napięcie 13V wskazywane przez miernik, Generator przyłączony poprzez wzmacniacz do przewodów TESTERA U oznaczonych "-" i " ~ -" wysyła impulsy prostokątne o wypełnieniu 50% imitujące przepływ prądu w obwodzie pierwotnym cewki układu zapłonowego. Częstościomierz pozwala na dobór kolejnych wzorcowych wartości czasu trwania impulsów.

Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 8.

Spełniają one wymagania projektu normy.

Tabela 8.

Czas wzorcowy /ms/	Nr pomiaru	Czas odczytany /ms/	$\Delta t$ /ms/	$\left  \frac{\Delta t}{t_z} \right  \cdot 100\%$ /‰/
1	2	3	4	5
5	I	4,5	-0,5	2,5
	II	4,6	-0,4	2
	III	4,4	-0,6	3
10	I	10,5	0,5	2,5
	II	10,5	0,5	2,5
	III	10,6	0,6	3
15	I	14,6	-0,4	2
	II	14,5	-0,5	2,5
	III	14,4	-0,6	3

Górna granica zakresu pomiarowego  $t_z = 20$  ms

4.8. Sprawdzenie działania stroboskopu /p.5.5.5.7 projektu ZN/.

Do stołu probierczego typu S-2B przyłączono Multitester MT-6 a następnie TESTER U.

Natężenie oświetlenia lamp stroboskopowych oceniane wzrokowo było zbliżone. Stroboskop Multitestera MT-6 przebadany wcześniej na odpowiednim stanowisku wykazywał natężenie oświetlenia 18lux z odległości 0,5 dla prędkości obrotowej 1000obr/min. Można zatem stwierdzić, że stroboskop TESTERA U spełnia wymagania projektu normy /10 lux/.

- Badań bezpośrednich nie przeprowadzono ze względu na brak luksomierza do pomiarów impulsowych.

4.9. Uwagi szczegółowe dotyczące przebiegu badań.

Przy badaniach układu do pomiaru kąta rozwarcia styków przerywacza pierwotnie stwierdzono zależność wskazań TESTERA U od napięcia zasilania większą od przewidzianej w projekcie normy. Dlatego wprowadzono zmianę w układzie pomiarowym eliminującą powyższą zależność. Podane w tabeli 6 wyniki dotyczą pomiarów przeprowadzonych już <sup>po</sup> wprowadzeniu zmian.

Przy badaniu układu do pomiaru czasu przepływu prądu przez cewkę zauważono znaczną nieliniowość wskazań kłopotliwą do wyeliminowania w warunkach produkcji. Przeprowadzono dodatkowe badania na układzie zmontowanym odrębnie z wprowadzonymi pewnymi zmianami, które pozwoliły ~~zniekształcić~~ ograniczyć tę niedogodność. W badanym prototypie TESTERA U nie wprowadzono tych zmian ze względu na obawę uszkodzenia druku płytki.

Po sprawdzeniu poszczególnych układów pomiarowych podłączono TESTER U do stołu probierczego typu S-2B. Stwierdzono prawidłowe działanie diagnostyki i jego odporność na zakłócenia zarówno ~~dot~~ zapłonu <sup>klasycznego</sup> jak i elektronicznego.

#### 4.10. Ocena wyników badań.

Przeprowadzone niepełne badania laboratoryjne wg projektu normy zakładowej poszczególnych układów pomiarowych TESTERA U dały wynik pozytywny.

Przy podjęciu prac wdrożeniowych należy przeprowadzić badania pełne oraz eksploatacyjne /w tym ergonomiczne/ na prototypach zakładowych.

#### 4.11. Wykaz aparatury i przyrządów zastosowanych do badań.

- zasilacz stabilizowany tranzystorowy  
typ ZTR-1-63, nr. 700,
- cyfrowy miernik uniwersalny Digitest 501  
typ 18 143, nr 33 487
- generator funkcji  
typ G-432, nr 48 39.
- częstotściomierz automatyczny  
typ PFL-30, nr 82 749
- tachometr DMT-3
- oscyloskop OS-150, nr 0664
- stół probierczy  
typ S-2B, nr 697
- aparat zapłonowy samochodu FIAT 126p z wmontowanym czujnikiem indukcyjnym
- multitester MT-6

#### 5. WNIOSKI.

Wyniki oceny przeprowadzonych badań uzasadniają zawarcie umowy wdrożeniowej produkcji TESTERA U.

Przy zawieraniu tej umowy powinien być przewidziany etap pozwalający na wprowadzenie niewielkich zmian w dokumentacji związanych z wynikami przeprowadzonych badań oraz budowę kilku prototypów zakładowych i badanie pełne <sup>a także</sup> eksploatacyjne. Istnieje możliwość zmniejszenia gabarytów diagnostyki.